

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 856**

51 Int. Cl.:

G10H 1/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2015 PCT/IL2015/050244**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15140783**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2015 E 15765489 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2959472**

54 Título: **Sistema de detección de notas musicales para un instrumento de cuerda**

30 Prioridad:

18.03.2014 US 201461954937 P

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

17.10.2017

73 Titular/es:

**O.M.B. GUITARS LTD. (100.0%)
29 Pitum Haktoret Street
90435 Efrat, IL**

72 Inventor/es:

**MIZRAHI, SHIMON y
THEE, BEN ZION**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 637 856 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 de detección de notas musicales para un instrumento de cuerda

CAMPO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se refiere, en general, a un sistema de detección para un instrumento de cuerda y, en particular, a un sistema de detección y a un método para detectar y transmitir datos que representan cuerdas tocadas en un diapasón de un instrumento de cuerda.

ANTECEDENTES

- 10 Se conocen varios instrumentos de cuerda provistos de un sistema de detección para detectar la nota tocada. El documento US4635518 da a conocer un instrumento musical de cuerda electrónico que tiene un diapasón aislado eléctricamente. El diapasón está provisto de un número de trastes segmentados unidos a través de su superficie superior en los puntos deseados a lo largo de su longitud. Cada uno de los trastes incluye un número de segmentos de traste conductores eléctricamente, cada uno de los cuales está aislado eléctricamente uno de otro. Cualquier número de cuerdas pueden estar provistas en el instrumento, cada una de las cuerdas está dispuesta adyacente a y asociada con un segmento de traste individual de cada uno de los trastes segmentados. Se utiliza un generador de octava alta y divisores de octava para proporcionar selectivamente un segmento de traste de uno de los trastes con una señal eléctrica de al menos una frecuencia de referencia conocida. Las cuerdas están unidas al instrumento en una relación espaciada con respecto a los segmentos de traste. El desplazamiento de una cuerda para contactar con uno de los segmentos de traste completa un circuito eléctrico que tiene al menos una frecuencia igual a una frecuencia de la señal proporcionada a ese segmento de traste. El desplazamiento de la misma cuerda para contactar con un segmento de traste diferente completa un circuito eléctrico diferente que tiene al menos una frecuencia diferente. Presionando simultáneamente una pluralidad de las cuerdas completa simultáneamente una serie de circuitos eléctricos cada uno de los cuales capaz de producir un número de frecuencias diferentes. La salida de amplitud del instrumento depende de la tensión aplicada a cada una de las cuerdas y es controlada por transductores operados a mano.
- 20 El documento US2012017748 da a conocer un instrumento musical digital que incluye un diapasón y una o más cuerdas extendidas sobre el diapasón. El instrumento incluye además un circuito eléctrico para generar señales digitales basadas en posiciones asociadas con los contactos de las cuerdas en el diapasón y un transceptor para transmitir las señales digitales a un dispositivo de procesamiento que genera la notación musical en base a las señales digitales.
- 30 Un enfoque similar se divulga en el documento US3902395, en donde una matriz de pulsadores de dedo conductores de electricidad está insertada en el diapasón de un instrumento de cuerda y sirve como un contacto eléctrico con cada una de las cuerdas. Una circuitería que comprende circuitería de sincronización, circuitería de multiplexación por división de tiempo y inversores, proporciona las señales eléctricas que representan las notas musicales.
- 35 El documento US8454418 da a conocer un controlador de juego que tiene una o más cuerdas, se describe para una aplicación de juegos de ordenador. Pueden estar dispuestos una pluralidad de trastes en un diapasón y subyacentes a las cuerdas. Los trastes pueden incluir zonas conductoras eléctricamente que pueden estar aisladas eléctricamente entre sí y cada una de las zonas corresponde con una cuerda diferente. Se puede incluir una recolección polifónica que tiene una pluralidad de bobinas de hilo enrollado acopladas a los correspondientes retornos magnéticos y se puede adaptar para detectar el golpeo de al menos una de las cuerdas por un usuario del controlador de juego. Las señales de salida pueden ser enviadas desde el controlador a la aplicación de juegos, indicativo de la digitación del controlador de juego y el momento en el cual se golpean las cuerdas del controlador de juego. También se describen aparatos multimodo. Un aparato de cuerda puede ser utilizado como un controlador de juego y un instrumento.
- 40 El documento WO2013109657 da a conocer un dispositivo de práctica de instrumento de cuerda electrónico, puede estar configurado para realizar una o más de las siguientes:
detectar cuando las posiciones de dedo y/o la cuerda al contacto con el traste en un dedo o diapasón forma una nota musical o acorde musical apropiado, indicar visualmente las posiciones adecuadas en un dedo o diapasón para formar una nota musical o un acorde musical y detectar cuando han sido seleccionadas las cuerdas (p. ej., acariciar). El dispositivo de práctica de instrumento de cuerda electrónico puede emitir sonido en forma de notas musicales y acordes. El dispositivo de práctica de instrumento de cuerda electrónico puede incluir módulos de comunicación para comunicarse con otros dispositivos informáticos, incluyendo teléfonos móviles y tabletas. El dispositivo de práctica de instrumento de cuerda electrónico puede interactuar con aplicaciones en otros dispositivos informáticos para seguir ayudando a los usuarios a aprender a tocar un instrumento musical de cuerda.
- 55 El documento US2013247744 da a conocer un instrumento de cuerda equipado con un conductor eléctrico conectado eléctricamente a los trastes montados en el diapasón de dicho instrumento de cuerda. Dicho instrumento de cuerda está también equipado con una fuente de alimentación, los miembros que emiten luz en contacto eléctrico con las cuerdas del instrumento (en una realización diodos emisores de luz) y conductores eléctricos que conectan

eléctricamente entre sí los componentes de la invención. Por medio de presionar hacia abajo cualquiera de las cuerdas capaz de transmitir corriente eléctrica contra cualquiera de los trastes capaz de transmitir corriente eléctrica conectado al circuito eléctrico que comprende dichos componentes eléctricos, dicho circuito se cierra y se ilumina(n) el(los) miembro(s) emisor(es) de luz asociado(s) con la cuerda que se presiona hacia abajo contra el traste.

- 5 El documento JP2009271484 da a conocer un medio de detección para la detección de contacto/no contacto constituido al hacer que una cuerda y un traste estén en un estado conductor de la electricidad, y la luz predeterminada es generada por un medio de rendimiento que se entrelaza con los medios de detección, en un dispositivo de rendimiento para el instrumento de cuerda.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

- 10 Se proporciona, de acuerdo con un aspecto de la invención, un diapasón de un instrumento de cuerda en combinación con un sistema de detección, el diapasón tiene una pluralidad de trastes conductores dispuestos en varias ubicaciones a lo largo de su longitud y al menos una cuerda conductora que se extiende sobre y separada de los trastes a lo largo de la longitud del diapasón. El sistema de detección incluye un conductor dispuesto a lo largo de la longitud del diapasón acoplado con cada uno de los trastes; un inversor que tiene un primer terminal acoplado al conductor y un segundo terminal acoplado a la al menos una cuerda conductora y que está configurado para invertir lógicamente una señal transmitida a través del mismo, de manera que cuando la al menos una cuerda conductora se presiona contra uno de los trastes permitiendo de ese modo que se transmita una señal a través del mismo, la señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre el inversor y el traste; un detector de frecuencia para medir la frecuencia; y un controlador para determinar la ubicación del traste a lo largo del diapasón de acuerdo con la frecuencia.
- 15
- 20

El diapasón puede incluir una pluralidad de cuerdas conductoras.

El conductor puede incluir dos conductores dispuestos con respecto a cada una de la pluralidad de cuerdas conductoras, de tal manera que el promedio de la distancia de los mismos desde cada una de la pluralidad de cuerdas conductoras es igual para toda la pluralidad de cuerdas conductoras.

- 25 La cuerda conductora puede estar configurada para vibrar produciendo así un sonido musical. La cuerda conductora puede incluir un material conductor embobinado sobre un núcleo no conductor. La cuerda conductora y la pluralidad de trastes conductores pueden estar configuradas para permitir la transmisión a través de los mismos de una corriente de baja tensión, de tal manera que no se ve afectada por el dedo de un usuario. Cada una de la pluralidad de cuerdas conductoras puede estar configurada para recibir una señal del inversor.

- 30 El inversor puede estar configurado para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de la pluralidad de cuerdas conductoras.

La combinación puede incluir un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada del inversor y una salida configurada para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de la pluralidad de cuerdas conductoras.

- 35 El inversor puede estar configurado para invertir una tensión de entrada que corresponde a un 1 lógico a una tensión de salida que corresponde a un 0 lógico.

La combinación puede incluir, además, un controlador configurado para detectar cuál de la pluralidad de cuerdas conductoras está siendo presionada contra uno de la pluralidad de trastes.

El controlador y el detector de frecuencia pueden estar integrados en un módulo de CPU.

- 40 La combinación puede incluir, además, un componente electrónico acoplado al inversor y configurado para retardar la señal aumentando de ese modo la longitud de onda de la misma.

El componente electrónico puede ser un capacitor.

- 45 Se proporciona, de acuerdo con otro aspecto de la invención, un sistema de detección para detectar una nota musical tocada en un instrumento de cuerda que tiene un diapasón provisto de una pluralidad de trastes conductores y al menos una cuerda conductora que se extiende a lo largo de los mismos. El sistema de detección incluye al menos un conductor acoplado a cada uno de los trastes; un inversor que tiene un primer terminal acoplado al conductor y un segundo terminal acoplado a la cuerda conductora, el inversor configurado para invertir lógicamente una señal transmitida a través del mismo, de tal manera que cuando se presiona la cuerda conductora contra uno de los trastes, permitiendo de ese modo que se transmita una señal a través del mismo, la señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre el inversor y el traste; un detector de frecuencia configurado para medir la frecuencia; y un controlador configurado para determinar la ubicación del traste a lo largo del diapasón de acuerdo con la frecuencia y para detectar de ese modo la nota musical.
- 50

El inversor puede estar configurado para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está configurada para ser acoplada a una cuerda conductora de un instrumento musical que tiene una pluralidad de cuerdas conductoras que se extienden a largo del diapasón del mismo.

- 5 La detección puede incluir, además, un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada del inversor y una salida configurada para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de la pluralidad de cuerdas conductoras.

El primer terminal del inversor puede ser un terminal de entrada y el segundo terminal es un terminal de salida. El inversor puede estar configurado para invertir una tensión de entrada que corresponde a un 1 lógico a una tensión de salida que corresponde a un 0 lógico.

- 10 El sistema de detección puede incluir, además, un controlador configurado para detectar cuál de la pluralidad de cuerdas conductoras está siendo presionada contra uno de la pluralidad de trastes.

El sistema de detección puede incluir, además, un capacitor acoplado al inversor y que está configurado para formar una resonancia de señal en la señal retardando de ese modo la señal, para retardar la señal aumentando de ese modo la longitud de onda de la misma.

- 15 El sistema de detección puede incluir, además, una fuente de alimentación para generar una señal a través de la cuerda conductora.

El sistema de detección puede incluir, además, un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada del inversor y una salida configurada para la selección de una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de la pluralidad de cuerdas conductoras.

- 20 El inversor puede estar configurado para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está configurada para ser acoplada a una cuerda conductora de un instrumento musical que tiene una pluralidad de cuerdas conductoras que se extienden a largo del diapasón del mismo. El sistema de detección puede incluir, además, un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada del inversor y una salida configurada para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de la pluralidad de cuerdas conductoras.

El sistema de detección puede incluir, además, un controlador configurado para detectar cuál de la pluralidad de cuerdas conductoras está siendo presionada contra uno de la pluralidad de trastes.

- 30 El sistema de detección puede incluir, además, un componente electrónico acoplado al inversor, configurado para retardar la señal aumentando de ese modo la longitud de onda de la misma. El componente electrónico es un capacitor configurado para formar una resonancia de señal en la señal retardando así la señal.

Se proporciona, de acuerdo con otro aspecto de la invención, un método para detectar una nota musical tocada en un instrumento de cuerda que tiene un diapasón provisto de una pluralidad de trastes conductores cada uno de los cuales está acoplado a un conductor y al menos una cuerda conductora se extiende a lo largo de la longitud del diapasón. El método incluye la emisión de una señal eléctrica a través de la cuerda conductora, que se puede transmitir a través de uno de los trastes cuando se presiona la cuerda conductora contra el traste; invirtiendo lógicamente la señal por un inversor que tiene un primer terminal acoplado al conductor y un segundo terminal acoplado a la cuerda conductora, de tal manera que cuando se presiona la cuerda conductora contra uno de los trastes, permitiendo de ese modo que se transmita la señal a través del conductor, la señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre el inversor y el traste; detectar la frecuencia por un detector de frecuencia; calcular la ubicación del traste a lo largo del diapasón de acuerdo con la frecuencia; y determinar la nota musical tocada en el instrumento de acuerdo con la ubicación.

- 45 Se proporciona, de acuerdo con otro aspecto de la invención, un sistema de detección para detectar una nota musical tocada en un instrumento de cuerda que tiene un diapasón provisto de una pluralidad de trastes conductores separados, cada uno de los cuales está acoplado a un conductor, y al menos una cuerda conductora que se extiende sobre los trastes. El sistema de detección incluye una fuente de alimentación para generar una señal a través de la cuerda conductora; un inversor que tiene un primer terminal acoplado al conductor y un segundo terminal acoplado a la cuerda conductora; un detector de frecuencia configurado para medir la frecuencia; y un controlador configurado para determinar la ubicación del traste a lo largo del diapasón de acuerdo con la frecuencia. El inversor, que está configurado para invertir lógicamente una señal transmitida a través del mismo, de tal manera que cuando se presiona la cuerda conductora contra uno de los trastes, permitiendo de ese modo a la señal ser transmitida a través de la misma, la señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia dependiente de la distancia entre el inversor y el traste.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 55 Con el fin de entender la divulgación y para ver cómo se puede llevar a cabo en la práctica, ahora se describirán las realizaciones, por medio solo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Fig. 1 es un diagrama de bloques de un diapasón y un sistema de detección construido y operativo de acuerdo con una realización de la invención;

Fig. 2 es una ilustración de un diagrama de bloques de un diapasón y un sistema de detección construido y operativo de acuerdo con otra realización de la invención;

5 Fig. 3 es una representación gráfica de una señal ejemplar generada por el sistema de detección de la Fig. 1; y

2. Fig. 4 es una representación gráfica de una señal ejemplar generada por el sistema de detección de la Fig. 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

10 La Fig. 1 muestra una ilustración esquemática de un diapasón 10 de un instrumento musical (no mostrado) que incluye una placa base 11 que tiene una pluralidad de trastes conductores 14a a 14f montados transversalmente sobre la misma y una pluralidad de cuerdas conductoras 12a -12f que se extienden a lo largo de la longitud del diapasón sobre los trastes sin tocarlos. Las cuerdas conductoras 12a - 12f y los trastes conductores 14a - 4f pueden ser configurados para permitir la transmisión a través de ellos de una corriente de baja tensión, por ejemplo una
15 corriente que no es detectada o afectada por un usuario.

Las cuerdas conductoras 14a - 14f pueden vibrar libremente, sin embargo, de manera controlable. Las cuerdas conductoras 14a - 14f pueden estar hechas de un único material, tal como acero, o pueden tener un núcleo de un material, sobre el cual se enrollan otros materiales, por ejemplo un núcleo de plástico embobinado con un alambre de metal. En este último caso uno o ambos materiales están hechos de un material conductor.

20 Se aprecia que el número de cuerdas y trastes puede variar de acuerdo con los requisitos del tipo particular de instrumento musical en el cual está montado el diapasón.

El diapasón 10 incluye, además, un sistema de detección 20 configurado para detectar el traste contra el cual se presiona una de las cuerdas 12a - 12f, de manera que puede ser detectado el acorde o la nota que se toca.

25 El sistema de detección 20 incluye al menos un conductor 22 que se extiende a lo largo de la longitud del diapasón 10 y estando acoplado a cada uno de los trastes 14a - 14f. El conductor 22 puede estar integrado en la placa base 11 o se puede montar sobre la misma.

El sistema de detección 20, incluye un conductor 22, o dos conductores 22, 22a, como se ilustra en las Figs. 1 y 2, montados en un lado del diapasón 10 de tal manera que cada uno de los trastes 14a - 14f está acoplado en un extremo a un primer conductor 22 y en el otro extremo al otro conductor 22a. La ventaja de tener más de un
30 conductor se explicará a continuación.

El sistema de detección 20 incluye, además, un inversor 23 (también conocido como NO lógico) que tiene un terminal de entrada 24a y un terminal de salida 24b y está configurado para emitir en el terminal de salida 24b una tensión que representa el nivel lógico opuesto de la tensión en el terminal de entrada 24a. Es decir, si la tensión de entrada corresponde a un 1 lógico, la tensión de salida del inversor corresponde a un 0 lógico y viceversa. El
35 inversor puede ser cualquier inversor conocido tal como el NC7SZ14 o similar, o un amplificador inversor.

El terminal de entrada 24a del inversor 23 se acopla a los conductores 22, 22a, de tal manera que una señal eléctrica de los mismos puede ser invertida lógicamente por el inversor 23. El terminal de salida 24b del inversor 23 puede estar acoplado a las cuerdas 12a - 12f, de tal manera que la señal invertida puede ser transmitida a las mismas. Puesto que se desea detectar el traste contra el cual se presiona la cuerda, así como detectar cuál de las
40 cuerdas 12a - 12f se presiona, cada una de las cuerdas 12a - 2f puede estar acoplada individual e independientemente al inversor 23. Esto se puede lograr, por ejemplo, acoplando las cuerdas 12a - 12f al terminal de salida 24b del inversor 23 por un demultiplexor 30 (también conocido como o demux). El demultiplexor 30 puede incluir una entrada 32a configurada para recibir una señal de entrada del terminal de salida 24b del inversor 23 y una salida 32b configurada para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos 34a - 34f, cada una de las
45 cuales está acoplada al extremo terminal de una de las cuerdas 12a - 12f.

El demultiplexor 30 puede estar configurado para proporcionar un ciclo de instancias, de tal manera que durante cada una de las instancias la salida 32b de la misma está acoplada solamente a una de las líneas de salida de datos 34a - 34f. La salida 32b puede estar configurada para seleccionar secuencialmente una de las líneas de salida de datos 34a - 34f, de tal manera que cada una de las mismas recibe secuencialmente una señal desde el inversor 23. Dado que cada una de la líneas de salida de datos 34a - 34f está acoplada a una de las cuerdas conductoras 12a - 12f, las cuerdas conductoras 12a - 12f están acopladas sucesivamente, una a la vez, al terminal de salida 24b del
50 inversor 23 debido a la operación del demultiplexor 30, y se puede transmitir una señal de salida a través del mismo.

Como alternativa, el terminal de salida 24b del inversor 23 puede estar acoplado a las cuerdas 12a - 12f a través de un conmutador analógico como el MAX459x y similares.

El sistema de detección 20 incluye, además, un detector de frecuencia, configurado para detectar la frecuencia de la señal en el terminal de salida 24b y un controlador, cuyo propósito se discute en detalle a continuación en este documento. El detector de frecuencia y el controlador pueden estar integrados en un módulo de CPU 35 acoplado al terminal de salida 24b del inversor 23. Se apreciará que dado que las cuerdas conductoras 12a - 12f, el conductor 22, y el inversor 23 forman juntos un circuito eléctrico, al cual se puede acoplar en cualquier ubicación del mismo el detector de frecuencia, es decir, al terminal de salida 24b, al terminal de entrada 24a o a los conductores 22, 22a.

El sistema de detección incluye, además, una fuente de alimentación (no mostrada) para generar una señal eléctrica. La fuente de alimentación transmite la señal eléctrica a través de las cuerdas conductoras 12a - 12f tras la activación del sistema de detección.

Como se ha mencionado anteriormente, los trastes 14a - 14f están hechos de un material conductor, por lo tanto, al presionar una de las cuerdas conductoras 12a - 12f contra uno de los trastes 14a - 14f, se facilita el cierre de un circuito formado por la respectiva cuerda conductora, los conductores 22 y el inversor 23. Por ejemplo, si la cuerda conductora 12f es presionada contra el traste 14e, se cierra el circuito y se transmite una señal de salida desde el terminal de salida 24b del inversor 23 a través del demultiplexor 30, la cuerda conductora 12f, el traste 14e y el conductor 22 de vuelta al terminal de entrada 24a. Si la tensión de la señal de salida corresponde a un 0 lógico, la tensión transmitida de vuelta a través de la cuerda conductora 12f y los conductores 22 al terminal de entrada 24a también corresponde a un 0 lógico. Como respuesta, el inversor 23 emite una señal de salida que tiene una tensión correspondiente a un 1 lógico.

Además, la transmisión de la señal de salida a través de la cuerda conductora 12f, el traste 14e y los conductores 22 proporciona en el terminal de entrada 24a una tensión correspondiente a un 1 lógico, la cual es luego invertida por el inversor 23 a una tensión en el terminal de salida correspondiente a un 1 lógico. La transmisión de la señal de salida entre el terminal de salida 24b y el terminal de entrada 24a, continúa tanto tiempo como se presiona la cuerda conductora 12f contra el traste 14e. Por consiguiente, la señal transmitida a través de la cuerda conductora 12f alterna entre 1 lógico y 1 lógico.

Como se muestra en el gráfico ilustrado en la Fig. 3 la señal de salida, se puede representar como una onda cuadrada, generalmente designada 50, alternando entre una primera fase 52a en la cual la tensión de la misma corresponde a un 0 lógico y una segunda fase 52b en la cual la tensión de la misma corresponde a un 1 lógico.

La alternancia entre la primera fase 52a y la segunda fase 52b se produce a una frecuencia en función del intervalo de tiempo entre una inversión del inversor 23 y la siguiente inversión del mismo. Dado que las inversiones se producen sucesivamente una vez que la corriente completa un ciclo completo entre el terminal de salida 24b y el terminal de entrada 24a, el intervalo de tiempo entre cada una de las inversiones se determina por el tiempo requerido para que la señal de salida 50 viaje desde el terminal de salida 24b de nuevo al terminal de entrada 24a del inversor 23.

En consecuencia, la frecuencia de la onda 50, es decir, la cantidad de veces que las fases 52a y 52b cambian dentro de una unidad de tiempo dada, varía en función de la distancia entre el terminal de salida 24b y el traste contra el cual se presiona la cuerda conductora. Es decir, si la cuerda conductora 12f se presiona contra el traste 14e, la distancia a través de la cual viaja la señal de salida es menor que la distancia de desplazamiento cuando la cuerda conductora 12f se presiona contra el traste 14f. Por lo tanto, la frecuencia de la señal formada cuando la cuerda conductora 12f se presiona contra el traste 14e es más alta que la que se forma cuando la cuerda conductora 12f se presiona contra el traste 14f.

Se aprecia que, dado que la señal de salida se transmite a través de la cuerda conductora 12f y de vuelta a través de los conductores 22, la distancia de desplazamiento real de la señal entre el terminal de salida 24b de vuelta al terminal de entrada 24a es aproximadamente el doble de la distancia entre el inversor 23 y el traste contra el cual se presiona la cuerda.

El módulo de CPU 35 contiene un detector de frecuencia que mide la frecuencia de la onda generada por la señal alterna y, además, puede detectar un cambio en la frecuencia resultante del cambio de la distancia de desplazamiento de la señal, el cual se produce al cambiar los trastes 14a - 14f sobre los cuales se presionan las cuerdas 12a - 12f. El módulo de CPU 35 está configurado así para determinar contra qué traste se presiona una cuerda conductora de acuerdo con la frecuencia detectada.

Si, por ejemplo, la señal viaja a la velocidad de la luz (c) y la distancia entre el inversor 23 y el traste contra el cual se presiona la cuerda es d , la frecuencia de la onda cuadrada generada por la señal de salida alterna se puede

representar como:
$$F = \frac{1}{t_i + t_o},$$
 donde t_i es el retardo de tiempo interno del inversor 23 y donde $t_o = \frac{2d}{c}$. En consecuencia, se puede detectar la presión de las cuerdas 12a - 12f contra uno de los trastes 14a - 14f, ya que cada uno de los trastes define una distancia específica desde el inversor 23 (d).

Se aprecia que la detección del traste contra el cual se presiona la cuerda conductora se puede llevar a cabo por cualquiera de las cuerdas 12a - 12f. Sin embargo, puesto que cada una de las cuerdas 12a - 12f está dispuesta a

una distancia diferente del conductor 22, las distancias variables pueden afectar a la frecuencia de la señal transmitida a través de las mismas. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, el diapason 10 puede incluir dos conductores 22 y 22a, dispuestos a lo largo de los bordes longitudinales exteriores del diapason 10 y unidos entre sí en el terminal de entrada 24a. Los dos conductores 22, 22a están dispuestos con respecto a cada una de las cuerdas conductoras 12a - 12f, de tal manera que el promedio de la distancia de los mismos de cada una de las cuerdas conductoras 12a - 12f, es igual para todas las cuerdas conductoras. Por lo tanto, los dos conductores 22, 22a proporcionan un promedio de señal, facilitando así una detección precisa de los cambios de frecuencia resultantes de las distancias que varían entre el inversor 23 y el traste contra el cual se presiona la cuerda.

De acuerdo con un ejemplo diferente, se puede utilizar un único conductor 22, la CPU sin embargo puede estar configurada para detectar la cuerda que está siendo presionada y para calcular de ese modo la frecuencia, teniendo en cuenta la distancia entre la cuerda y el conductor 22. La detección de la cuerda que está siendo presionada puede llevarse a cabo por ejemplo por un detector de presión, o mediante la recepción de retroalimentación del demultiplexor 30. Es decir, la señal se transmite de vuelta al terminal de entrada 24a solo cuando el demultiplexor 30 está acoplado a una cuerda conductora que está siendo presionada actualmente. Por lo tanto, el demultiplexor 30 puede proporcionar a la CPU con los datos relativos a la cuerda que está siendo presionada, de tal manera que puede ser detectado el traste contra el cual está siendo presionada de acuerdo con la frecuencia de la señal teniendo en cuenta la distancia entre la cuerda y el conductor 22.

Se aprecia que el inversor 23, el demultiplexor 30, la CPU o cualquier otro componente electrónico puede estar dispuesto en cualquier ubicación en un instrumento de cuerda. Por ejemplo, estos componentes electrónicos se pueden integrar en un módulo que puede ser acoplado a un instrumento de cuerda, por ejemplo a través de una interfaz dedicada en el instrumento. De esta manera, un módulo puede estar acoplado a un instrumento de cuerda cuando el usuario desea recibir indicación sobre las notas y los acordes que se están tocando.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de un diapason 60 y un sistema de detección 70 de acuerdo con otro ejemplo de la invención. El diapason 60 es sustancialmente el mismo que el diapason 10 de la Fig. 1 e incluye una pluralidad de cuerdas conductoras 62a - 62f y una pluralidad de trastes 64a - 64f acoplados a uno o más conductores 68, 68a. Del mismo modo, el sistema de detección 70 es sustancialmente el mismo que el sistema de detección 20 de la Fig. 1, e incluye un inversor 73 que tiene un terminal de entrada 74a, un terminal de salida 74b y un demultiplexor 80 configurado para seleccionar una de las muchas líneas de salida de datos 84a - 84f, cada una de las cuales está acoplada a una de las cuerdas conductoras 62a a 62f.

De acuerdo con el presente ejemplo, el sistema de detección 70 incluye, además, un capacitor 78 acoplado a un terminal de entrada 74a del inversor 73. El capacitor 78 está configurado de tal manera que una señal transmitida a través de los conductores 68, 68a, carga el capacitor el cual a cambio carga de nuevo los conductores formando así una resonancia entre ellos. La resonancia es en forma de una oscilación eléctrica creada por la interacción entre el capacitor 78, el conductor 68 y la cuerda conductora que está siendo presionada contra uno de los trastes 64a - 64f. Debido a la resistencia de los conductores 68, 68a y la cuerda conductora 62a - 62f, la oscilación eléctrica decae después de lo cual la señal llega al terminal de entrada 74a del inversor 73. Cuando la señal entra en el inversor 73 la señal se invierte. Por ejemplo, si la señal en el terminal de entrada 74a está en una tensión correspondiente a un 1 lógico, el inversor 73 invierte a la señal del nivel lógico opuesto de la misma, es decir 0, como se explicó anteriormente con respecto a las Figs. 1 y 3.

Una oscilación similar se produce cuando se transmite la tensión que corresponde a un 0 lógico a través de la cuerda conductora y de los conductores 68. La oscilación eléctrica decae tras lo cual la señal de 0 lógico llega al terminal de entrada 74a del inversor 73 donde esta se invierte de nuevo a 1 lógico.

Por lo tanto, como se muestra en el gráfico de la Fig. 4, se puede representar la señal como una onda cuadrada, generalmente designada 90, alternando entre una primera fase 92a en la cual la tensión de la misma corresponde a un 0 lógico y una segunda fase 92b en la cual la tensión de la misma corresponde a un 1 lógico. Cada una de las primeras y segundas fases 92a y 92b incluye un tiempo de decaimiento, el cual se puede representar como T , lo cual aumenta la longitud de onda de la señal en $2T$, debido al hecho de que la oscilación se produce dos veces en cada una de las longitudes de onda, es decir, una vez para la fase de 0 lógico y una segunda vez para la fase de 1 lógico. Esto da como resultado una señal que tiene una longitud de onda mayor, es decir que tiene una frecuencia inferior, de tal manera que se facilita la detección de los cambios de frecuencia menores.

Se aprecia que, de acuerdo con otros ejemplos, el sistema de detección puede incluir otros componentes electrónicos para retardar la señal, aumentando de ese modo la longitud de onda, por ejemplo, un inductor en serie o línea de retraso.

Los expertos en la técnica a la cual pertenece al objeto divulgado actualmente, apreciarán fácilmente que se pueden hacer numerosos cambios, variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, *mutatis mutandis*.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de detección para detectar una nota musical tocada en un instrumento de cuerda que tiene un diapasón provisto de una pluralidad de trastes conductores (14) y al menos una cuerda conductora (12) que se extiende a lo largo del mismo, donde el sistema de detección comprende:
5 al menos un conductor acoplado a cada uno de dichos trastes;
 dicho sistema de detección caracterizado por que
 un inversor (23, 73) que tiene un primer terminal acoplado a dicho conductor (22) y un segundo terminal acoplado a la cuerda conductora (12), estando configurado dicho inversor para invertir lógicamente una señal transmitida a través del mismo, de tal manera que cuando se presiona la cuerda conductora contra uno de dichos
10 trastes, permitiendo así que una señal sea transmitida a través del mismo, dicha señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre dicho inversor y dicho traste;
 un detector de frecuencia (35) configurado para medir dicha frecuencia; y
 un controlador (35) configurado para determinar la ubicación de dicho traste a lo largo del diapasón de acuerdo con dicha frecuencia y para así detectar la nota musical.
- 15 2. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho inversor está configurado para seleccionar una de muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está configurada para acoplarse a una cuerda conductora de un instrumento musical que tiene una pluralidad de cuerdas conductoras que se extienden a lo largo del diapasón del mismo.
- 20 3. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada desde dicho inversor y una salida configurada para seleccionar una de muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de dicha pluralidad de cuerdas conductoras.
- 25 4. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho primer terminal de dicho inversor es un terminal de entrada y dicho segundo terminal es un terminal de salida y en donde dicho inversor está configurado para invertir una tensión de entrada correspondiente a un 1 lógico a una tensión de salida correspondiente a un 0 lógico.
- 30 5. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un controlador que está configurado para detectar cuál de dicha pluralidad de cuerdas conductoras está siendo presionada contra uno de la pluralidad de trastes.
- 35 6. El sistema de detección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además un capacitor acoplado a dicho inversor y que está configurado para formar una resonancia de señal en dicha señal retardando de ese modo la señal, para retardar la señal aumentando de ese modo la longitud de onda de la misma.
- 40 7. Un sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada desde dicho inversor y una salida configurada para seleccionar una de muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de dicha pluralidad de cuerdas conductoras.
- 45 8. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho inversor está configurado para seleccionar una de muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está configurada para ser acoplada a una cuerda conductora de un instrumento musical que tiene una pluralidad de cuerdas conductoras que se
50 extienden a lo largo del diapasón del mismo.
9. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además un demultiplexor que tiene una entrada configurada para recibir una señal de entrada desde dicho inversor y una salida configurada para seleccionar una de muchas líneas de salida de datos, cada una de las cuales está acoplada a una de dicha pluralidad de cuerdas conductoras.
10. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un controlador configurado para detectar cuál de dicha pluralidad de cuerdas conductoras está siendo presionada contra uno de la pluralidad de trastes.
11. El sistema de detección de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un capacitor configurado para formar una resonancia de señal en dicha señal, retardando de ese modo la señal y aumentando la longitud de
50 onda de la misma.
12. El sistema de detección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde dicho al menos un conductor incluye dos conductores dispuestos con respecto a cada una de dicha pluralidad de cuerdas conductoras, de tal manera que el promedio de la distancia de los mismos desde cada una de dicha pluralidad de cuerdas conductoras es igual para toda dicha pluralidad de cuerdas conductoras.

13. Un método para detectar una nota musical tocada en un instrumento de cuerda que tiene un diapasón provisto de una pluralidad de trastes conductores, cada uno de los cuales está acoplado a un conductor, y al menos una cuerda conductora que se extiende a lo largo del diapasón, comprendiendo el método:

- 5 generar una señal eléctrica a través de la cuerda conductora, que puede ser transmitida a través de uno de los trastes cuando la cuerda conductora es presionada contra el traste; el método caracterizado por invertir lógicamente la señal por un inversor que tiene un primer terminal acoplado al conductor y un segundo terminal acoplado a la cuerda conductora, de tal manera que cuando la cuerda conductora es presionada contra uno de dichos trastes, permitiendo de ese modo que dicha señal sea transmitida a través del conductor, dicha señal se invierte secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre dicho inversor y
 - 10 dicho traste;
 - detectar dicha frecuencia mediante un detector de frecuencia;
 - calcular la ubicación del traste a lo largo del diapasón de acuerdo con dicha frecuencia; y
 - determinar la nota musical tocada en el instrumento de acuerdo con dicha ubicación.

14. Un diapasón de un instrumento de cuerda en combinación con un sistema de detección, teniendo dicho diapasón una pluralidad de trastes conductores dispuestos en varias ubicaciones a lo largo de su longitud y al menos una cuerda conductora que se extiende sobre y separada de los trastes a lo largo de la longitud del diapasón; caracterizado por que dicho sistema de detección comprende:

- un conductor dispuesto a lo largo de la longitud del diapasón acoplado a cada uno de dichos trastes;
- un inversor que tiene un primer terminal acoplado a dicho conductor y un segundo terminal acoplado a
 - 20 dicha al menos una cuerda conductora y que está configurado para invertir lógicamente una señal transmitida a través del mismo, de tal manera que cuando dicha al menos una cuerda conductora es presionada contra uno de dichos trastes, permitiendo de ese modo que una señal sea transmitida a través de la misma, dicha señal es invertida secuencialmente entre dos estados lógicos a una frecuencia en función de la distancia entre dicho inversor y dicho traste;
 - un detector de frecuencia para medir dicha frecuencia; y
 - un controlador para determinar la ubicación de dicho traste a lo largo del diapasón de acuerdo con dicha frecuencia.

15. La combinación según la reivindicación 14, en donde dicha cuerda conductora está configurada para recibir una señal desde dicho inversor y está configurada para permitir transmitir a través de la misma una corriente de baja tensión tal que no se vea afectada por el dedo de un usuario.

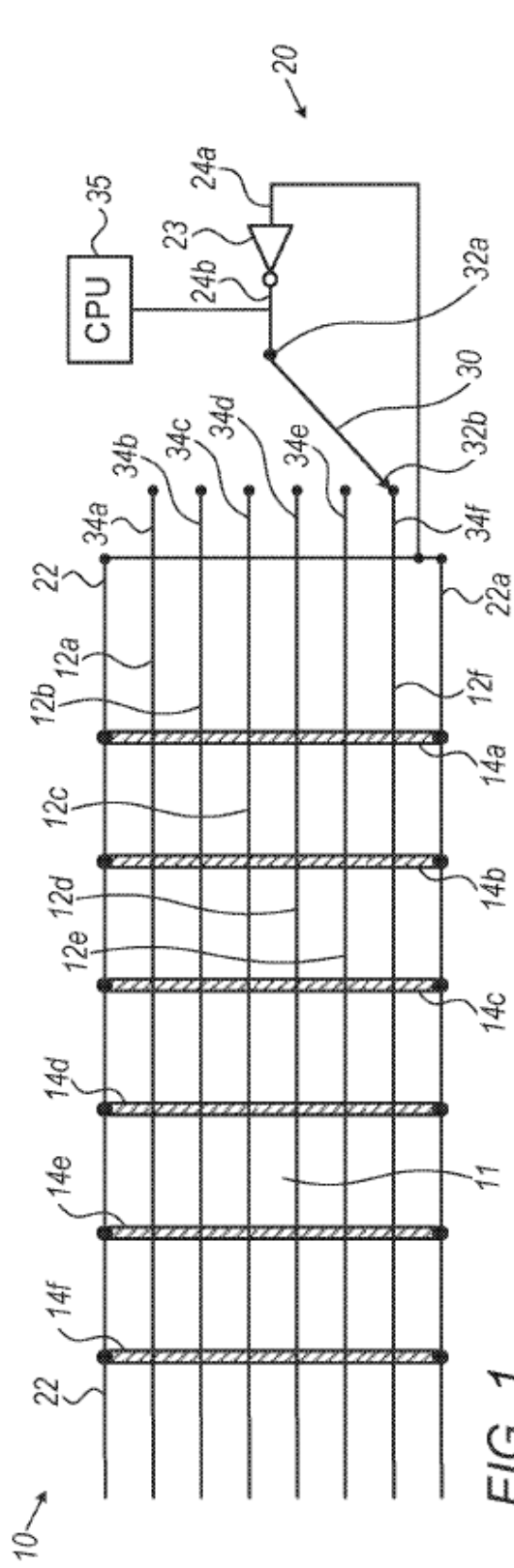
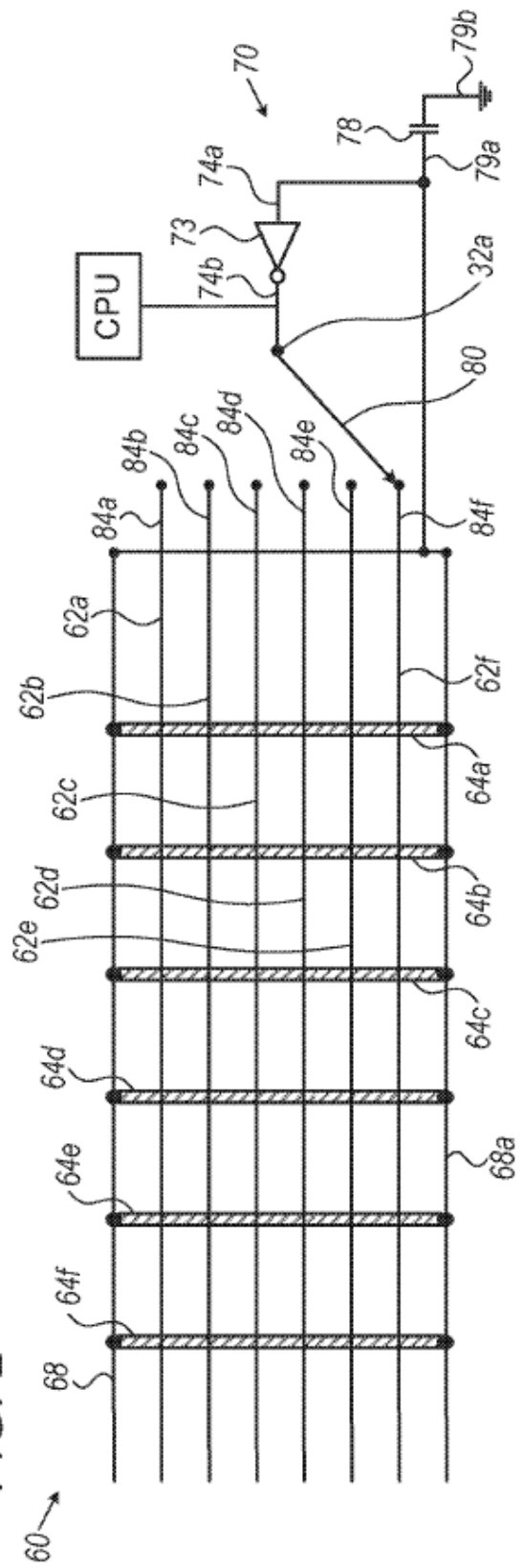


FIG. 2



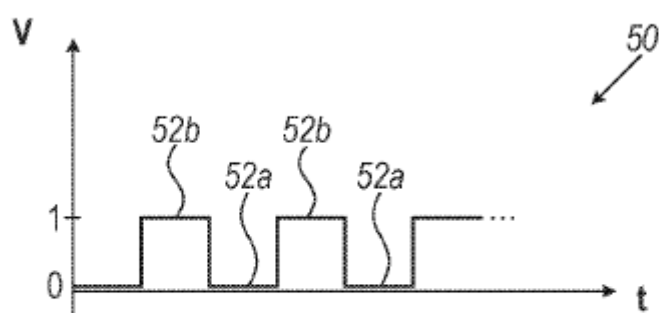


FIG. 3

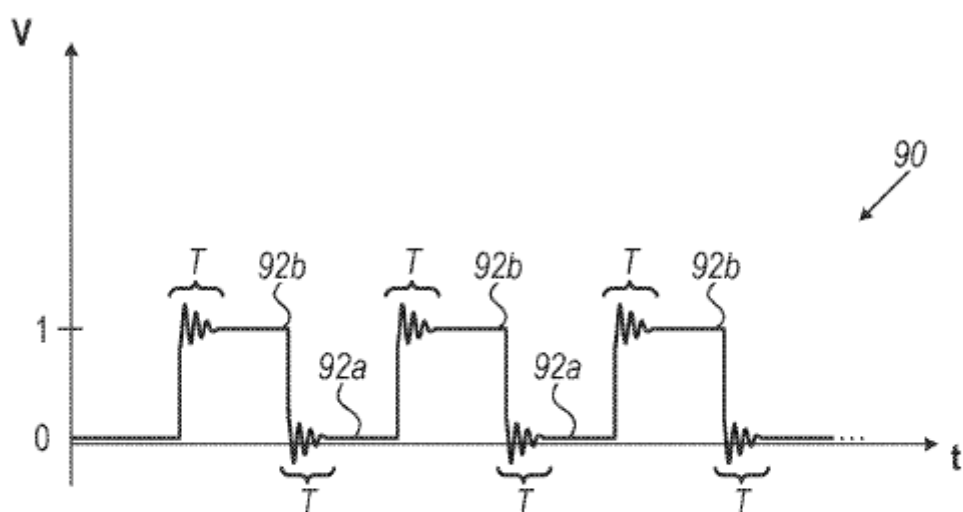


FIG. 4