

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 481 640**

51 Int. Cl.:

G10H 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2001 E 01928584 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 1277199**

54 Título: **Guitarra con fonocaptor polifónico para detectar vibraciones de cuerdas en dos planos mutuamente perpendiculares**

30 Prioridad:

27.04.2000 US 559569

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

31.07.2014

73 Titular/es:

**GIBSON BRANDS, INC. (100.0%)
309 Plus Park Boulevard
Nashville, TN 37217 , US**

72 Inventor/es:

ISVAN, OSMAN

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 481 640 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

Guitarra con fonocaptor polifónico para detectar vibraciones de cuerdas en dos planos mutuamente perpendiculares.

Campo técnico

5 La presente invención va dirigida a una guitarra con transductores. Se usan estos transductores para convertir la energía física de una cuerda ferromagnética que vibra en una señal eléctrica. El fonocaptor de una guitarra eléctrica es un transductor que convierte la energía cinética de una cuerda de guitarra que vibra en una señal eléctrica en forma de una tensión oscilante. Generalmente, los transductores fonocaptadores de guitarra utilizan imanes permanentes y bobinas eléctricas que se forman devanando hilo aislado de cobre en torno a piezas polares. El sistema del imán del transductor y los devanados de la bobina se monta en el cuerpo de una guitarra de modo que las cuerdas de la guitarra atraviesen el campo de flujo del imán y alteren la forma del campo magnético cuando la cuerda vibra. El flujo cambiante induce una señal eléctrica en los devanados del fonocaptor. El amplificador de la guitarra convierte esta tensión en sonido.

Técnica antecedente

15 La guitarra tradicional tiene varias cuerdas de guitarra que están fijadas por cada extremo y mantenidas bajo tensión para vibrar a la frecuencia apropiada. Las cuerdas de guitarra están soportadas en un puente sobre un transductor. En las guitarras eléctricas con fonocaptadores magnéticos, las cuerdas de la guitarra normalmente no tocan el fonocaptor/transductor, sino que, en vez de ello, se encuentran en estrecha proximidad al mismo. Esto sucede también con los fonocaptadores con hueco tonal usados en las guitarras acústicas. El transductor incluye un imán, que emite un campo magnético, y una bobina eléctrica, que se sitúa dentro de los efectos del campo magnético. Las cuerdas están construidas de material magnéticamente permeable y se colocan para que atraviesen el campo magnético del transductor. Cuando es punteado o rasgueado, el material magnéticamente permeable de las cuerdas de guitarra que vibran producen un correspondiente flujo magnético oscilante en los devanados de la bobina. Así, por medio de la inducción magnética, la vibración de las cuerdas de la guitarra que se mueven dentro de las líneas de flujo magnético que emanan del fonocaptor hace que se genere una señal eléctrica dentro de la bobina del fonocaptor.

25 A menudo, durante la interpretación o la grabación musicales, se procesa la señal del fonocaptor para crear un efecto deseado. Entre los efectos más comunes añadidos figuran la distorsión armónica, el polifónico y la reverberación. Para algunos de los efectos más sofisticados, como la distorsión polifónica, se prefiere, y a veces se requiere, obtener una señal separada de cada cuerda. Se usan con este fin fonocaptadores polifónicos. Un fonocaptor polifónico contiene múltiples sensores, siendo cada uno particularmente sensible a las vibraciones de una cuerda y relativamente insensible a las vibraciones de otras cuerdas. Un fonocaptor para una guitarra de seis cuerdas tiene seis sensores, y a veces recibe la denominación de fonocaptor hexafónico o fonocaptor hex. También se usan los fonocaptadores polifónicos o hexafónicos de guitarra en sistemas en los que la guitarra está conectada a un procesador digital de señales o a un sintetizador en los que se crea el sonido final.

35 En un fonocaptor hexafónico, cada sensor está dedicado a una cuerda diferente de una guitarra de seis cuerdas. Los dos tipos comunes de fonocaptadores usados con este fin son los fonocaptadores piezoeléctricos y los magnéticos. El fonocaptor magnético generalmente consiste en sensores de campo magnético de tipo de reluctancia variable con imanes permanentes y bobinas sensoras situadas debajo de las cuerdas. Este tipo de fonocaptor produce tensiones de salida en sus bobinas en respuesta a la velocidad de la vibración de las partes de las cuerdas que están en su campo magnético.

40 Los transductores de tipo de reluctancia variable se usan a menudo para medir o detectar la velocidad de un blanco ferromagnético móvil. Cuando el blanco puede moverse únicamente por un recorrido predeterminado, la dirección de la velocidad puede determinarse a partir de la polaridad de la tensión inducida en la bobina sensora del transductor. Sin embargo, si el blanco puede moverse por un recorrido arbitrario, como ocurre en una sección de una cuerda de guitarra que vibra, la dirección del movimiento no puede ser determinada a partir de la polaridad de la tensión inducida, ni la magnitud de la tensión inducida representa con precisión a la magnitud de la velocidad del blanco.

45 Según se ha hecho notar previamente, los fonocaptadores polifónicos de guitarra se usan a menudo en combinación con procesadores de señales que están diseñados para crear diferentes sonidos, dependiendo de ciertas características de las vibraciones de las cuerdas. Esto da al guitarrista un grado de expresión imposible con señales obtenidas de fonocaptadores monofónicos. A veces el sonido puede ser sintetizado o modificado digitalmente usando información obtenida de la señal del fonocaptor. En tales sistemas, la conversión inadecuada o imprecisa de las vibraciones de las cuerdas en señales de fonocaptor dan como resultado una estimación deficiente del tono digital y sonidos no deseados. Por lo tanto, es deseable que un fonocaptor polifónico produzca señales que sean una representación de todos los aspectos de la cuerda que vibra tan precisa como sea posible. Han de evitarse tanto como sea posible las componentes de la señal provocadas por otras fuentes, tales como vibraciones de cuerdas adyacentes, vibraciones de otras partes de la guitarra, ruidos creados por impactos involuntarios en el cuerpo de la guitarra, ruido del traste, etc. Generalmente, los fonocaptadores piezoeléctricos son más sensibles a tales efectos superfluos no deseados que los fonocaptadores magnéticos. Por otro lado, los fonocaptadores polifónicos magnéticos

pueden adolecer de diafonía magnética entre las cuerdas. La diafonía puede ocurrir cuando cada transductor detecta la vibración de cuerdas adyacentes además de la de la situada inmediatamente encima del transductor en cuestión. Esto puede estar causado porque la vibración de la segunda cuerda afecte al campo magnético en la bobina del primer transductor, y también puede estar causado porque el flujo magnético parásito del segundo transductor afecte a las lecturas de la bobina del primer transductor.

5 Cuando se puntea y se suelta una cuerda de guitarra, un punto dado de la cuerda vibra en múltiples direcciones en el plano transversal. El plano transversal es el plano perpendicular al eje de la cuerda. El recorrido de la vibración de la cuerda puede ser, por ejemplo, una elipse en precesión en el plano transversal. Los fonocaptadores polifónicos magnéticos convencionales de guitarra responden fundamentalmente a las vibraciones de las cuerdas que se producen a lo largo del eje vertical; es decir, acercándose y alejándose del fonocaptor. También responden, pero con menor sensibilidad, a las vibraciones de las cuerdas que se producen a lo largo del eje horizontal; es decir, en el plano definido por las cuerdas. Como consecuencia de esta sensibilidad de ejes transversales, las vibraciones de las cuerdas en diferentes direcciones inducen tensiones de escala diferente en la bobina sensora que están inseparablemente mezcladas en la señal de salida. Este inconveniente de los fonocaptadores magnéticos convencionales limita la velocidad de rastreo, la precisión tonal y otras características interpretativas de los sistemas electrónicos que interpretan la señal. Como ejemplo demostrativo, las vibraciones de cuerdas con gran amplitud en una dirección casi horizontal pueden ser indistinguibles de las que tienen una amplitud pequeña en una dirección casi vertical. Por el contrario, el fonocaptor puede responder con sensibilidades diferentes a las vibraciones de cuerdas de amplitudes iguales en direcciones diferentes.

20 La insuficiencia de los fonocaptadores convencionales de guitarra para determinar la vibración transversal de las cuerdas en todos los planos ha sido reconocida por otros inventores en la técnica anterior. Se muestra un ejemplo de fonocaptor multipolar para una sola cuerda en la patente estadounidense nº 4.348.930, expedida a Chobanian y otros, el 14 de septiembre de 1982, titulada TRANSDUCER FOR SENSING STRING VIBRATIONAL MOVEMENT IN TWO MUTUALLY PERPENDICULAR PLANES. Esta patente enseña piezas polares dedicadas y bobinas separadas que son sensibles a la vibración en dos planos separados y perpendiculares entre sí. Esta patente se dirige al uso de una primera pieza polar magnéticamente permeable con una primera bobina para suministrar una primera señal eléctrica y de una segunda pieza polar magnéticamente permeable con una segunda bobina para suministrar una segunda señal eléctrica. El diseño usa una primera pieza polar en la que el movimiento vibratorio de la cuerda en un primer plano induce cambios mínimos o insignificantes de flujo en la segunda bobina, y viceversa. Así, el movimiento vibratorio de la cuerda en un plano es captado con independencia y con influencia mínima sobre la detección del movimiento vibratorio de la cuerda en el otro plano mutuamente perpendicular. Así, Chobanian describe un fonocaptor magnético polifónico de guitarra con dos bobinas sensoras por cuerda que tienen sus ejes sensibles perpendiculares entre sí. Se reivindica que cuando la cuerda vibra en el plano sensible de uno de los sensores, se producen cambios significativamente mayores en el flujo magnético en una pieza polar que en la otra pieza polar. Sin embargo, ese dispositivo no permite resolver la dirección de la vibración de la cuerda en ejes ortogonales, porque los campos magnéticos de ambos sensores interfieren entre sí en la cuerda y en ambas piezas polares. Así, la vibración de la cuerda en cualquier dirección da como resultado que se induzca una tensión no insignificante simultáneamente en ambas bobinas.

40 Con la patente estadounidense nº 4.534.258, titulada TRANSDUCER ASSEMBLY RESPONSIVE TO STRING MOVEMENT IN INTERSECTING PLANES, Norman J. Anderson describe un fonocaptor magnético diseñado para determinar todo el movimiento transversal de la cuerda. Además, en este diseño, cada bobina es máximamente sensible a la vibración de la cuerda en un primer plano y mínimamente sensible a la vibración de la cuerda en un segundo plano que cruza el primer plano. Anderson explica que estos planos principales son preferentemente perpendiculares y con ángulos de -45 grados y +45 grados con respecto a la superficie superior de cuerpo de la guitarra. Las señales inducidas por las vibraciones de todas las cuerdas en un conjunto de bobinas se combinan en un canal de audio, y las señales inducidas por la vibración de todas las cuerdas en el otro conjunto de bobinas se combinan en el segundo canal de audio.

50 Así, aunque los planos de vibración se distinguen en parte, las señales de la cuerda están mezcladas. Además, con el dispositivo descrito, los planos de vibración no están completamente separados porque, cuando la cuerda vibra en uno de los planos principales, el flujo magnético es modulado en el emplazamiento de la cuerda en el que se cruzan los planos y, en consecuencia, se inducen corrientes en ambas bobinas. Debido a la interacción mutua entre los campos magnéticos que rodean a las dos piezas polares, la densidad del flujo no puede cambiar en una pieza polar sin cambiar también en la otra pieza polar.

55 El documento GB588178 da a conocer un dispositivo fonocaptor eléctrico para su uso con un instrumento musical dotado de cuerdas de acero o con núcleo de acero que comprende un imán permanente a cuyas caras polares se fijan un puente y un bloque, ambos de acero u otro material magnético. En un agujero del bloque, frente a cada cuerda, se coloca un tornillo polar roscado ajustable y se lo fija mediante un tornillo de apriete de material no magnético como el latón. Cada tornillo polar está dotado de un carrete que porta una bobina de hilo fino y los devanados se conectan en serie a la entrada de un amplificador y reproductor de sonido.

El documento EP0480432 da a conocer un dispositivo que modifica las características operativas de la señal de salida de un fonocaptor electromagnético para un instrumento musical de cuerda, tal como una guitarra con cuerdas de acero.

5 El documento US4348930 da a conocer dos piezas polares magnéticamente permeables que tienen formadas sobre las mismas caras polares con una configuración predeterminada, y las piezas polares conducen un flujo magnético que interactúa con un anillo magnéticamente permeable de un instrumento de cuerda. La colocación de las caras polares, la configuración geométrica de las caras polares con respecto a la cuerda y el patrón predeterminado del flujo magnético que emana de las caras polares están dispuestos de modo que el movimiento vibratorio de la cuerda en un plano cree cambios significativos del flujo magnético en una primera pieza polar y cambios mínimos de flujo o
10 ninguno en la segunda pieza polar.

El documento US4534258 da a conocer un conjunto transductor para un instrumento musical sensible al movimiento de una cuerda en planos que se cruzan, preferentemente perpendiculares, para producir dos señales eléctricas que pueden ser procesadas y/o combinadas y luego reproducidas por varios altavoces.

15 El documento US5792973 da a conocer un fonocaptor para un instrumento musical que tiene un cuerpo al que se conectan cuerdas que incluye un devanado para conducir una señal eléctrica generada en respuesta al movimiento de al menos una de las cuerdas del instrumento musical cuando el fonocaptor está conectado al cuerpo del instrumento musical.

20 Con la patente estadounidense nº 5.206.449, titulada OMNIPLANAR PICKUP FOR MUSICAL INSTRUMENTS, Richard E. D. McClish describe una disposición similar de sensores magnéticos para lograr una sensibilidad omniplanaria a la vibración de las cuerdas. Según esa invención, se combinan las señales de dos bobinas después de que se aplica un desfase a una de las señales con respecto a la otra. Para la sensibilidad omniplanaria se sugiere un desfase de 90 grados y se menciona la posibilidad de otros ángulos de fase. Debería hacerse notar que una combinación de desfases de 180 grados de las señales sería equivalente a una resta, y que una combinación de
25 desfases de cero grados sería equivalente a una suma. Sin embargo, con los transductores magnéticos de la técnica anterior las bobinas sensoras están en campos magnéticos que ni están directamente acoplados ni son plenamente independientes. Los campos de flujo se acoplan por proximidad y se cruzan en la cuerda, de modo que ambas bobinas sensoras responden a la vibración de la cuerda en cualquier dirección, y responden con niveles diferentes de sensibilidad. No obstante, los ejes de sensibilidad máxima de las dos bobinas sensoras no son paralelos.

30 Esto quiere decir que cuando la cuerda vibra en o cerca de uno de estos planos principales de sensibilidad máxima, la señal de diferencia no puede dar como resultado la cancelación. De aquí que, aunque una combinación desfasada de señales pueda proporcionar un patrón de sensibilidad más casi omniplanario que cada sensor por sí solo, ninguna de las dos señales individuales de las bobinas, ni sus señales de suma y diferencia, ni ninguna combinación desfasada de estas señales puede representar componentes de vibración en los planos que se cruzan. En vez de ello, si se obtuvieran las componentes de la vibración en planos ortogonales, como ocurre en la presente
35 invención, entonces, opcionalmente, podría crearse una salida omniplanaria a partir de estas señales.

Se precisa, entonces, una guitarra con un transductor para cada cuerda vibratoria que este dirigido en particular a reducir la diafonía entre cuerdas a la vez que se proporcionan dos señales para cada cuerda que representan la vibración transversal de la cuerda en dos ejes ortogonales.

40 La presente invención versa sobre sensores de campo magnético de tipo de reluctancia variable y tiene particular aplicación a los fonocaptos polifónicos de guitarra. Más específicamente, la presente invención versa sobre un fonocaptor polifónico de guitarra que, en comparación con los encontrados en la técnica anterior, genera una salida con sustancialmente más información sobre el estado de la cuerda que vibra.

45 La presente invención va dirigida hacia una guitarra con un transductor para cada cuerda que detecta la vibración de cada cuerda respectiva y la resuelve en dos componentes ortogonales sumando y restando las señales de dos bobinas separadas. Esta invención detecta la vibración de las cuerdas de manera ortogonal. La presente invención va dirigida hacia el uso de dos bobinas de fonocaptor, cada una con una pieza polar de polaridad similar, polarizada horizontalmente en direcciones opuestas entre sí, y una tercera pieza polar de polaridad opuesta. Ambas bobinas son sensibles a las vibraciones transversales de las cuerdas en dos ejes ortogonales en el plano transversal.

Divulgación de la invención

50 El presente sistema resta la señal de la primera bobina de la señal de la segunda bobina para crear una señal combinada que representa las vibraciones transversales de la cuerda en un primer plano, y suma las señales de las bobinas primera y segunda para crear una señal combinada que representa las vibraciones transversales de la cuerda en un segundo plano que es perpendicular al primer plano. También se proporciona una señal que representa la posición media de la cuerda en el primer plano.

La invención es una guitarra con un transductor para cada cuerda que es sensible a las vibraciones de la cuerda que está sobre él, y sustancialmente menos sensible a las vibraciones de las cuerdas adyacentes, según se define en la reivindicación 1, y un correspondiente procedimiento, según se define en la reivindicación 12.

5 En una realización preferente de la presente invención, cada uno de los transductores está dotado de tres piezas polares sensoras y de dos bobinas eléctricas asociadas con una cuerda. Hay dos piezas polares asimétricas con bobinas sensoras alrededor de ellas situadas debajo de la cuerda y están separadas entre sí a lo largo del eje de la cuerda, y hay una pieza polar simétrica colocada entre ellas. Las piezas polares asimétricas están diseñadas para concentrar el flujo magnético hacia lados horizontalmente opuestos de la cuerda. Cuando la cuerda vibra por encima de las tres piezas polares sensoras, el movimiento de la vibración de la cuerda a lo largo del eje horizontal crea corrientes de polaridad opuesta en las dos bobinas. A medida que aumenta el flujo en la primera bobina creando una señal positiva, el flujo disminuye en la segunda bobina creando una señal negativa. A diferencia de esto, el movimiento de la vibración de la cuerda a lo largo del eje vertical crea corrientes de la misma polaridad en las dos bobinas. Cuando la cuerda vibra a lo largo del eje vertical, a medida que el flujo aumenta en la primera bobina, el flujo también aumenta en la segunda bobina, y viceversa para el flujo decreciente. Por lo tanto, cuando se suman las señales procedentes de las dos bobinas, la señal resultante representa la componente vertical de la velocidad de la cuerda, y las señales asociadas con las vibraciones a lo largo del eje horizontal se anularán entre sí. Invertiendo una de las señales, las dos señales pueden combinarse formando una resta de las señales. Restando las señales de las dos bobinas, las señales inducidas por las vibraciones de la cuerda en el plano vertical se anularán entre sí y la señal restante representará las vibraciones en el eje horizontal. Así, se proporcionarán dos canales separados de audio en los que el primer canal de audio corresponde a las componentes horizontales de la vibración de la cuerda y el segundo canal de audio corresponde a las componentes verticales de la vibración de la cuerda.

Una segunda realización para la presente solicitud es el uso de un puente magnético de selleta para soportar la cuerda de la guitarra. Construyendo el puente de selleta de un material magnéticamente permeable y utilizando este como pieza polar magnética, las cuerdas de la guitarra pasarán dentro de la zona del flujo magnético y se acoplarán con la selleta fonocaptora magnética haciendo que las líneas del flujo magnético sean llevadas en gran parte por la cuerda de la guitarra. Esto requiere menos energía magnética procedente del imán permanente, lo que, a su vez, reduce la diafonía entre el fonocaptor magnético para una primera cuerda y los elementos del fonocaptor magnético adyacente para cuerdas adyacentes.

Otra realización adicional de la presente invención combinará las múltiples piezas polares sensoras y la selleta magnética para crear dos señales para cada cuerda de un instrumento. Así, un fonocaptor hexafónico de guitarra puede utilizar seis elementos separados de doble bobina para una guitarra de seis cuerdas y generar doce señales separadas de las cuerdas de la guitarra en dos conjuntos. El primer conjunto de señales representa la vibración vertical de cada una de las seis cuerdas y el segundo conjunto de señales representa las vibraciones horizontales de cada una de las seis cuerdas.

Una mejora adicional al fonocaptor de la presente invención utiliza cubrepolos sensores para aumentar la sensibilidad del fonocaptor poniendo los devanados polares del sensor tan perpendiculares a las líneas de flujo como sea posible. Esto permite que la bobina se sitúe en una zona de densidad de flujo elevada, con un gran impacto de la posición de la cuerda en el flujo total que atraviesa la bobina.

La invención utiliza un fonocaptor magnético tripolar para detectar las vibraciones de la cuerda. Esta realización incluye una primera pieza polar magnética de forma simétrica con una primera polaridad y piezas polares magnéticas primera y segunda de forma asimétrica, teniendo las piezas polares asimétricas segunda y tercera una polaridad magnética opuesta a la de la primera pieza polar simétrica. Las piezas polares primera y segunda forman una primera zona de flujo magnético y entre la primera pieza polar y la tercera pieza polar se extiende una segunda zona de flujo magnético. Cuando la cuerda vibra, se monitoriza la velocidad de cambio en estas zonas de flujo magnético mediante el uso de bobinas eléctricas que están situadas operativamente con las piezas polares segunda y tercera. El objeto o la cuerda se sitúa de modo que el movimiento del objeto dé como resultado un correspondiente cambio en el flujo magnético que es interceptado por las bobinas, y, por ello, induce una corriente en las bobinas.

Estas realizaciones serán descritas adicionalmente en la siguiente descripción detallada.

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de la vista lateral del fonocaptor transductor magnético de selleta utilizado para la presente invención.

La Fig. 2 es una vista frontal esquemática del extremo polar de sensores múltiples del fonocaptor transductor eléctrico de la Fig. 1, utilizado en la presente invención, a lo largo de la línea 2-2.

La Fig. 3 es una vista esquemática desde arriba de un fonocaptor de múltiples canales utilizado en la presente invención.

La Fig. 4 es una vista frontal del traductor magnético de selleta de la Fig. 1, utilizado para la presente invención, a lo largo de la línea 4-4.

La Fig. 5 es una vista isométrica del transductor eléctrico utilizado para la presente invención.

La Figura 6 es una vista frontal esquemática de los cubrepolos colocados en el extremo de múltiples puntos del fonocaptor transductor eléctrico.

5 La Figura 7 es una vista recortada del conjunto de cubrepolos, bobina y polo sensor de la presente invención.

La Figura 8 es una vista desde arriba de un fonocaptor tripolar.

10 La Figura 9 es una vista desde abajo del fonocaptor tripolar de la Figura 8.

La Figura 10 es una vista recortada del fonocaptor tripolar de la Figura 8 a lo largo de la línea 10-10.

15 La Figura 11 es una vista lateral izquierda del fonocaptor tripolar de la Figura 8.

La Figura 12 es una vista esquemática de un mezclador de señales.

La Figura 13 es una vista esquemática de un escalímetro ecualizador combinado con un mezclador de señales.

Mejor modo de ejecución de la invención

20 La Figura 1 muestra una vista esquemática lateral de un transductor eléctrico 10. El transductor 10 detecta el movimiento de un objeto 12. Con fines ilustrativos, se muestra el transductor eléctrico 10 en la realización preferente, en la que el transductor eléctrico 10 se denomina fonocaptor 10 de guitarra, y el fonocaptor 10 es utilizado para detectar las vibraciones del objeto 12, que también es denominado cuerda 12 de guitarra. Se utiliza la realización preferente en un fonocaptor hexafónico con transductores magnéticos separados 10 para cada una de las seis cuerdas 12 de una guitarra. Esto permite que se detecten doce señales separadas, con dos señales para cada una de las seis cuerdas. Estas señales pueden ser combinadas, amplificadas por separado o utilizadas de otra manera. También se contempla que cualquier instrumento de cuerda con un fonocaptor transductor pueda utilizar la presente invención para cualquier número de cuerdas.

30 Para esta divulgación, los ejes ortogonales serán denominados ejes horizontal y vertical. Estos ejes están definidos por la intersección del plano transversal y el plano de las cuerdas. El plano transversal es el plano que es perpendicular a las cuerdas. La intersección entre el plano transversal y el plano de las cuerdas será denominada eje horizontal, y el eje perpendicular al plano de las cuerdas se denominará eje vertical. En una guitarra eléctrica u otro instrumento musical en el que las cuerdas no sean ni paralelas ni coplanarias, se define el plano transversal en cada cuerda como el plano que es perpendicular a la cuerda; se define el eje horizontal como la línea del plano transversal que es tangente a la superficie formada por las cuerdas; y se define el eje vertical como el eje del plano transversal que es perpendicular al eje horizontal.

40 La Figura 1 muestra cómo el fonocaptor 10 sirve de selleta para un puente, y tiene una porción 20 de selleta de puente fonocaptor que se extiende hacia arriba y que soporta la cuerda 12 de la guitarra en el punto 22 de apoyo. La porción 20 de puente fonocaptor, también denominada selleta 20, está fabricada de un material magnéticamente permeable y forma una porción del primer polo magnético 23 del imán 24 del fonocaptor 10. En la realización preferente, el primer polo magnético 23 es el polo norte del imán 24; sin embargo, también se hace notar que puede invertirse la orientación norte-sur de los polos.

45 La selleta 20 mostrada en la Figura 1 es mostrada como una porción 20 de puente de posición fija; sin embargo, también se contempla que cada una de las selletas 20 de las cuerdas individuales pueda ser ajustada individualmente en altura y en posición horizontal. Además, puede construirse un puente completo a partir de múltiples selletas 20 y también puede ajustar el puente entero para su debida colocación.

50 El segundo polo 125 del imán 24 está fijado a una pieza polar sensora 26 que se extiende hacia arriba que está envuelta con bobinas eléctricas 29 y 30 sobre las piezas polares 25 y 27. El segundo polo 125 es el polo sur del imán 24 en la realización preferente. La bobina eléctrica 28 puede utilizar diferentes diseños para múltiples bobinas en una única pieza polar y otras monturas y cambios al diseño de la bobina, según se conoce bien en la técnica anterior. En este diseño están previstos estos cambios para su implementación.

Las cuerdas 12 de la guitarra no tocan la pieza polar sensora 26, sino que están separados una pequeña distancia de la misma. Las distancias de separación debidas son bien conocidas en la técnica anterior.

55 Según apreciarán los expertos en la técnica, el campo magnético del fonocaptor 10 se extiende desde el primer polo 23 hasta el segundo polo 125. El primer polo 23 y el segundo polo 125 definen un campo magnético y este campo magnético está orientado para ser sustancialmente paralelo a la cuerda 12 de guitarra para esta realización. Así, todas las líneas de flujo magnético procedentes del imán 24 siguen una de tres trayectorias desde el polo norte 23 del imán 24 hasta el polo sur 125 del imán 24. La primera trayectoria del flujo es: polo norte 23 del imán 24, pieza polar 122, selleta 20, cuerda 12, espacio 31 de aire, punta 25 de la pieza polar 26 y polo sur 125 del imán 24. La

segunda trayectoria del flujo es: polo norte 23 del imán 24, pieza polar 122, selleta 20, cuerda 12, espacio 32 de aire, punta 27 de la pieza polar 26 y polo sur 125 del imán 24. La tercera trayectoria del flujo es: polo norte 23 del imán 24, pieza polar 122, aire fuera de los espacios 31 o 32 de aire, pieza polar 26 y polo sur 125 del imán 24.

5 La porción del flujo que sigue la tercera trayectoria puede denominarse flujo parásito. El flujo parásito se extiende más allá de los límites físicos del fonocaptor. Uno de los objetivos de este diseño es minimizar el porcentaje de las líneas de flujo que siguen la trayectoria del flujo parásito, de modo que los campos magnéticos procedentes de fonocaptadores para dos cuerdas adyacentes tengan la menor interferencia mutua posible.

10 Una porción de las cuerdas 12 de la guitarra está situada dentro del campo que atraviesan estas líneas de flujo magnético. Generalmente, la cuerda 12 de guitarra está construida de metal y puede estar construida de cualquier material magnéticamente permeable que afecte al flujo magnético. La cuerda 12 se acopla con la selleta fonocaptora 20 en el punto 22 y esto hace que las líneas de flujo magnético sean llevadas en gran parte por la cuerda 12 de la guitarra entre el punto 22 y la pieza polar sensora 26. Esto permite un requisito de potencia menor para los fonocaptadores magnéticos o transductor 10. El menor requisito de potencia reduce la diafonía entre este fonocaptor magnético 10 y los elementos 10 del fonocaptor magnético adyacente para cuerdas adyacentes 12.

15 El segundo aspecto de esta invención puede apreciarse con respecto a la FIG. 2. La FIG. 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la FIG 1. Según se ve en la FIG. 2, el polo sur 26 está formado de una primera pieza polar sensora 25 y una segunda pieza polar sensora 27. El dispositivo sensor consiste en dos bobinas separadas para este diseño, con una primera bobina 29, enrollada alrededor de la primera pieza polar sensora 25, y una segunda bobina 30, enrollada alrededor de la segunda pieza polar sensora 27. Aunque se muestra a las bobinas 29 y 30 como sistemas de bobina única, también se contempla que en cada emplazamiento
20 puedan utilizarse múltiples piezas de bobina. La característica importante de las bobinas 29 y 30 es detectar los cambios en el campo magnético inducidos por las vibraciones o el movimiento en la cuerda 12 y, así, pueden efectuarse cambios en la colocación, el estilo, el número de devanados y otras características de las bobinas, como es bien conocido en la técnica anterior.

25 En la FIG. 2 se ilustra que la cuerda 12 de la guitarra, en su posición no alterada, está situada equidistante entre las piezas polares sensoras 25 y 27, y situada ligeramente por encima de las mismas. La posición de la cuerda puede ser alterada de esta disposición para variar las señales producidas por el transductor 10, aunque en la realización preferente se utiliza la posición centralizada. Cuando se puntea la cuerda 12 de la guitarra, las dos piezas polares sensoras 25 y 27 son capaces de detectar las vibraciones verticales de la cuerda 12 de la guitarra y las vibraciones
30 horizontales de la cuerda 12 de la guitarra.

Se apreciará que una vibración vertical de la cuerda 12 de la guitarra afecta a las bobinas 29 y 30 de las piezas polares sensoras 25 y 27 por igual. Por otra parte, las vibraciones horizontales de la cuerda 12 de guitarra la moverán más cerca de una pieza polar sensora y más lejos de la otra, creando así señales de polaridad opuesta en las bobinas 29 y 30. Combinando la primera señal de la primera bobina sensora 29 y la segunda señal de la
35 segunda bobina sensora 30, las componentes horizontales de las señales se anularán entre sí. Además, las componentes verticales de la señal se reforzarán entre sí, proporcionando una señal que representa sustancialmente la componente vertical de la vibración de la cuerda. En cambio, la señal puede restarse si se invierte una de las señales de los sensores y luego la señal invertida se combina con la otra señal. Al restar, las componentes verticales se anularán entre sí, y las componentes horizontales se reforzarán entre sí, proporcionando una señal que representa sustancialmente la componente horizontal de la vibración de la cuerda. Esto permite que se detecten señales diferentes para las vibraciones verticales, en contraposición con las horizontales. Así, el diseño del transductor 10 utiliza un único imán, tres piezas polares y dos bobinas, y puede ser usado para generar dos
40 señales, representando una la vibración vertical de la cuerda 12 y representando la otra la vibración horizontal de la cuerda 12.

45 El sensor de la presente invención está diseñado de tal modo que, cuando vibra una cuerda en cualquier dirección en el plano transversal, en torno a una posición horizontal media nominal, se inducen tensiones en dos sensores, teniendo cada sensor "casi la misma" sensibilidad de tensión que el otro. Debido al gradiente horizontal y a la simetría bilateral del campo magnético, se obtiene la proyección de la velocidad transversal de la cuerda en los ejes vertical y horizontal como la suma y la diferencia, respectivamente, de las tensiones inducidas en las dos bobinas sensoras. La característica de que la sensibilidad sea "casi la misma" es una distinción clave entre este dispositivo y los dispositivos de la técnica anterior. Las patentes de la técnica anterior describen fonocaptadores en los que una bobina es "sustancialmente más sensible" que la otra, dependiendo del plano de vibración. Sin embargo, sus campos magnéticos se interfieren cerca de la cuerda. En cambio, con el presente diseño, aunque los campos estén acoplados, cuando la cuerda vibra en el plano vertical la señal de diferencia se anula totalmente porque las señales
50 de las dos bobinas son idénticas; en el plano horizontal la señal de suma se anula porque las señales de las bobinas son perfectamente simétricas.

Sin embargo, la sensibilidad a la tensión de una bobina con respecto a la de la otra bobina sí que cambia cuando la posición horizontal media de la cuerda se ve alterada de su posición nominal en el eje de simetría del campo magnético, tal como cuando el instrumentista desliza la cuerda lateralmente por el diapasón, por ejemplo para

ajustar la altura tonal de una nota. Este diseño también permite determinar las componentes de la velocidad transversal de la cuerda a lo largo de dos ejes ortogonales, así como la posición horizontal media, de cada cuerda a partir de las tensiones inducidas en las dos bobinas sensoras por cada cuerda. Según se muestra en la Figura 13, esto se realiza con un circuito electrónico 80 de escalímetro ecualizador que monitoriza los valores cuadráticos medios (RMS) de las señales inducidas en ambas bobinas 29 y 30. El circuito 80 del escalímetro está calibrado de forma que, cuando la cuerda 12 vibre en torno a su posición nominal, las salidas 82 y 84 de la señal de ambas bobinas serán debidamente sometidas a un cambio de escala como señales 182 y 184 de bobina a escala para permitir la separación de las componentes horizontal 81 y vertical 83. Cuando la cuerda 12 que vibra se mueve lateralmente en el plano de las cuerdas, la relación entre el valor RMS de la salida 82 de la primera bobina y el valor RMS de la salida 84 de la segunda bobina cambia en proporción al desplazamiento de la posición horizontal media de la cuerda 12. Esta relación variable es una señal de bajo ancho de banda que representa la posición horizontal media de la cuerda 12. El circuito 80 de cambio de escala cambia de escala o multiplica la salida 84 de la segunda bobina con esta señal de bajo ancho de banda, creando una salida 184 a escala de la segunda bobina. La salida 82 de la señal de la primera bobina también puede ser debidamente sometida a un cambio de escala para crear la salida 182 a escala de la primera bobina, de modo que la salida 184 de la señal de la segunda bobina se corresponda con la salida 182 a escala de la primera bobina. En consecuencia, la salida 184 a escala de la segunda bobina tiene el mismo valor RMS que la salida 182 a escala de la primera bobina con independencia de la posición horizontal media de la cuerda y, por ende, las operaciones de suma y resta de las salidas 182 y 184 a escala producen las componentes vertical y horizontal de la vibración, respectivamente, con independencia de la posición horizontal media de la cuerda 12. El cálculo valores RMS y la multiplicación o el aumento de escala de dos señales pueden lograrse mediante medios de procesamiento de señales analógicas o digitales bien conocidos en la técnica anterior. La inclusión de tal circuito 80 de cambio de escala en el sistema fonocaptor proporciona dos funciones: el sistema sigue siendo ortogonal, la componente horizontal se anula en la suma y la componente vertical se anula en la diferencia de las señales a escala, incluso cuando la cuerda se desplace horizontalmente con respecto al sensor.

Además de señales de la velocidad vertical y horizontal de la cuerda, se genera una tercera señal de bajo ancho de banda que representa el desplazamiento horizontal medio 86 de la cuerda que vibra. El ancho de banda de la señal 86 del desplazamiento horizontal depende de la longitud de la ventana temporal móvil dentro de la que se determinan los valores RMS de las señales de las dos bobinas. Este periodo de tiempo debe ser debidamente escogido para que sea lo suficientemente corto como para responder a las indicaciones de control dinámico del instrumentista pero suficientemente largo como para incluir múltiples periodos de las componentes de frecuencia más baja de la señal de audio. Para una guitarra, se recomienda una ventana de 100 - 150 ms.

La Figura 6 de los dibujos muestra una vista frontal esquemática de los cubrepolos sensores 40 colocados en las piezas polares sensoras 26 del fonocaptor transductor eléctrico 10 y la Figura 7 muestra una vista recortada del conjunto de cubrepolos 40, la bobina 28 y el polo sensor 27 de la presente invención. El objetivo del cubrepolos 40 es poner los devanados de la bobina 28 tan perpendiculares a las líneas de flujo como sea posible y diseñar el circuito magnético de modo que un cambio pequeño en la posición de la cuerda 12 cree un gran cambio en el flujo que es interceptado por la bobina 28. Lo mejor es colocar la bobina 28 en una zona de alta densidad de flujo y poner el espacio 41 entre bobinas en el lugar en el que la cuerda tenga el mayor impacto posible en el flujo total que atraviesa el espacio 41. Así, la bobina 28 debería ser sustancialmente perpendicular a las líneas de flujo.

Según se muestra en las Figuras 6 y 7, el cubrepolos 40 no está realmente conectado ni al polo 23, ni al polo 125 del imán 24. Esto permite el control de las líneas de flujo sobre las bobinas. Empezando en el primer polo, la cuerda pasará sobre la selleta 22 de puente, o hará contacto con ella, que lleva el campo magnético desde el primer polo 23 del imán 24. En la realización preferente, la cuerda 12 hace contacto magnéticamente con el polo norte 23 del imán 24 por medio de la selleta magnética 20. Cuando la cuerda 12 se aproxima al cubrepolos 40 desde la pieza 20 de la selleta, la cuerda 12 transfiere la polarización desde la selleta 20 de puente al cubrepolos 40. Así, el cubrepolos 40 tiene entonces la misma polarización del primer polo 23. La cantidad de polarización del cubrepolos 40 depende de la distancia desde la cuerda 12 hasta el cubrepolos 40 y de la intensidad del campo magnético que lleva la cuerda 12. Así, a medida que aumenta la distancia entre el cubrepolos 40 y la cuerda 12, disminuye la transferencia de campo magnético desde la cuerda 12 al cubrepolos 40, y se induce en la bobina 28 una señal correspondiente. Una mejora adicional puede utilizar un ferrofluido en el espacio 41 entre bobinas para reducir la reluctancia del recorrido de la bobina, y otra mejora adicional puede utilizar un revestimiento o un blindaje adicional en el exterior del cubrepolos 40 para evitar corrientes parásitas alrededor del cubrepolos 40. Este revestimiento puede ser cualquier material de elevada conductividad eléctrica, incluyendo el cobre de la realización preferente.

Las Figuras 8-11 muestran otra realización de la presente invención que también se denomina transductor o fonocaptor eléctrico tripolar 48. La realización que se muestra utiliza tres piezas polares magnéticas. Según se muestra por la situación de los polos en la Figura 8, esta realización particular utiliza dos campos magnéticos para generar señales eléctricas. El primer campo magnético se forma entre el primer polo magnético 50 y el segundo polo magnético 52, y el segundo campo magnético se extiende entre el primer polo magnético 50 y el tercer polo magnético 54. Cada uno de los polos magnéticos segundo 52 y tercero 54 tiene una polaridad igual, y el primer polo magnético 50 tiene la polaridad opuesta. Así, los polos primero 50 y segundo 52 forman una primera zona de flujo magnético, y entre el primer polo 50 y el tercer polo 54 se extiende una segunda zona de flujo magnético.

5 Se coloca un conjunto de bobina en cada zona de flujo magnético para transformar la energía mecánica de la cuerda que vibra en energía eléctrica. Así, se colocan operativamente una primera bobina eléctrica 56 y una segunda bobina eléctrica 58 de modo que los cambios de flujo dentro de las zonas de flujo magnético generen corrientes eléctricas en las bobinas eléctricas 56 y 58. Se muestra a la cuerda u objeto 12 situada en las zonas de flujo magnético primera y segunda para que el movimiento del objeto 12 cause cambios correspondientes en las zonas de flujo primera y segunda. Estos cambios inducen una primera corriente en la primera bobina 56 y una segunda corriente en la segunda bobina 58.

Estas corrientes pueden ser utilizadas según se ha descrito más arriba para obtener información de la vibración horizontal y vertical en torno al objeto 12.

10 Según se muestra en las Figuras 10 y 11, el objeto 12 puede estar situado sobre el primer polo 50, el segundo polo 52 y el tercer polo 54. En la realización preferente, el objeto también estará situado para cruzar perpendicularmente los ejes de los devanados de las bobinas 56 y 58. Las Figuras 8-11 también muestran cómo pueden devanarse las bobinas 56 y 58 en los carretes 60, que pueden colocarse sobre los polos segundo 52 y tercero 54. Esto simplifica la fabricación de los transductores 10, como es bien conocido en la técnica anterior.

15 Las salidas individuales de la señal de cada bobina son procesadas mediante un mezclador. El transductor eléctrico 10 produce unas señales primera y segunda que se combinan en el mezclador para proporcionar señales mezcladas correspondientes a las componentes vertical y horizontal de la vibración de la cuerda 12. Cuando las señales inducidas en las bobinas 56 y 58 son usadas como entradas al mezclador, la operación de mezcla anula las señales inducidas por el movimiento horizontal de la cuerda 12 y refuerza las señales inducidas por el movimiento vertical de la cuerda 12, proporcionando una señal de vibración vertical. El mezclador también puede restar la primera señal de la segunda señal para anular las señales inducidas por las componentes verticales de la vibración de la cuerda y reforzar las señales inducidas por las componentes horizontales de la vibración de la cuerda, proporcionando una señal de vibración horizontal. El mezclador puede crear la señal de diferencia invirtiendo una de dichas señales para formar una señal invertida y combinando la señal invertida con la señal restante.

25 Según se muestra en la Figura 12 de los dibujos, la primera bobina 70 y la segunda bobina 72 pueden ser cableadas a la entrada de un mezclador 74. El mezclador 74 puede ser cualquier unidad diseñada para seleccionar entre las combinaciones variables de posibles señales procedentes del transductor 10. El mezclador 74 mostrado en la Figura 12 es un mezclador simple de tipo conmutador analógico; sin embargo, pueden utilizarse mezcladores de señales digitales y diseños de circuitos integrados para implementar o seleccionar entre combinaciones potenciales de las señales. Además del diseño del mezclador para combinar las señales procedentes de las bobinas primera y segunda, también se contempla que pudieran utilizarse mejoras adicionales para bobinas adicionales colocadas en una posición operativa con el primer polo del transductor, o bobinas adicionales colocadas con los polos segundo o tercero.

35 Según se muestra en la Figura 12, el mezclador 74 selecciona las combinaciones de señales para crear las señales M1, S1, S2 de salida del mezclador. Los terminales S1 permiten una conexión directa a la salida de la primera bobina 70, y los terminales S2 permiten una conexión directa a la salida de la segunda bobina 72. También se muestra a la primera bobina 70 y a la segunda bobina 72 conectadas a un de mezclador 74 de tipo conmutador selector 76 de combinaciones. El conmutador selector 76 es un conmutador en miniatura de tipo rotativo de seis obleas con una salida procedente de cada oblea. Estas obleas están cableadas para proporcionar las siguientes combinaciones para las señales de salida en los terminales M1:

Posición 0: sin señal;

Posición 1: la salida de la primera bobina;

45 Posición 2: la salida de la segunda bobina;

Posición 3: conexión en serie de la primera bobina y la segunda bobina;

Posición 4: conexión en paralelo de la primera bobina y la segunda bobina;

50 Posición 5: la primera bobina invertida;

Posición 6: conexión en serie de la primera bobina invertida y la segunda bobina;

55 Posición 7: conexión en paralelo de la primera bobina invertida y la segunda bobina;

Posición 8: la segunda bobina invertida;

Posición 9: conexión en serie de la primera bobina y la segunda bobina invertida;

60

Posición 10: conexión en paralelo de la primera bobina y la segunda bobina invertida;

Posición 11: conexión en serie de la primera bobina invertida y la segunda bobina invertida;

5 Posición 12: conexión en paralelo de la primera bobina invertida y la segunda bobina invertida.

Las señales procedentes de la primera bobina 70 y la segunda bobina 72 pueden ser sumadas, restadas o combinadas en una multitud de combinaciones, incluyendo las combinaciones mostradas en la presente memoria, como es bien conocido en la técnica anterior. Se contempla que todas estas combinaciones o varias combinaciones seleccionadas puedan ser implementadas por un mezclador para variar las señales de salida.

10 Además del transductor y el mezclador singulares descritos en el presente documento, pueden utilizarse múltiples transductores en combinación para producir un fonocaptor hexafónico que incluya seis elementos fonocaptorese separados como los ilustrados en las FIGURAS 1 y 2. De esta manera, una guitarra de seis cuerdas que utilice la presente invención generará realmente doce señales separadas. Cada cuerda tendrá una señal que represente la vibración vertical de la cuerda y una señal que represente la vibración horizontal de la cuerda. Así pueden formarse
15 un conjunto de señales verticales y un conjunto separado de señales horizontales. Estas señales separadas pueden ser utilizadas entonces individualmente o combinadas de diferentes maneras para producir diferentes combinaciones de salida. Así, una señal de salida podría representar las vibraciones verticales del conjunto de cuerdas. Una combinación de salida diferente podría ser utilizada para las salidas horizontales de las cuerdas. Un tercer grupo adicional podría usar de manera selectiva salidas verticales de algunas cuerdas y salidas horizontales de otras.
20 Además, la señal vertical y la señal horizontal procedentes de un transductor individual pueden ser combinadas para formar otra señal.

Así, aunque se han descrito realizaciones particulares de la presente invención de un nuevo y útil fonocaptor de guitarra eléctrica con puente magnético y múltiples piezas fonocaptoras, no se pretende que tales referencias sean interpretadas como limitaciones al alcance de esta invención, salvo en lo definido en las reivindicaciones siguientes.

25

REIVINDICACIONES

1. Una guitarra con cuerdas y aparatos transductores eléctricos para detectar el movimiento de las cuerdas, en la que para cada cuerda se proporciona un aparato transductor eléctrico separado, donde cada aparato transductor eléctrico comprende: un campo magnético con varias piezas polares (20, 27, 25, 52, 54), donde las varias piezas polares incluyen al menos una primera pieza polar (20), una segunda pieza polar (25) y una tercera pieza polar (27), donde una primera zona de flujo magnético se extiende entre dicha primera pieza polar (20) y dicha segunda pieza polar (25), y una segunda zona de flujo magnético se extiende entre dicha primera pieza polar (20) y dicha tercera pieza polar (27); bobinas eléctricas (29, 30, 56, 58) situadas operativamente con dichas piezas polares segunda y tercera (25, 27); y estando situada dicha cuerda de tal modo que el movimiento de dicha cuerda induzca un cambio correspondiente en dichas zonas de flujo magnético e induzca por ello corrientes en dichas bobinas, donde dichas bobinas eléctricas (29, 30) incluyen una primera bobina (29) situada operativamente con dicha segunda pieza polar (25) para producir una primera señal y una segunda bobina (30) situada operativamente con dicha tercera pieza polar (27) para producir una segunda señal, y donde cada aparato transductor eléctrico comprende además un mezclador, donde el mezclador (74) combina la primera señal y la segunda señal, de modo que las componentes de la señal que son inducidas en respuesta a componentes horizontales de la vibración de la cuerda se anulen y las componentes de la señal que son inducidas en respuesta a componentes verticales de la vibración de la cuerda para proporcionar una señal de vibración vertical se refuercen, y restando el mezclador (74) la primera señal de la segunda señal, de modo que las componentes de la señal que son inducidas en respuesta a componentes verticales de la vibración de la cuerda se anulen y que las componentes de la señal que son inducidas en respuesta a componentes horizontales de la vibración de la cuerda se refuercen para proporcionar una señal de vibración horizontal.
2. La guitarra de la reivindicación 1 en la que, para cada uno de los aparatos transductores eléctricos, dicha cuerda respectiva hace contacto con la primera pieza polar (20) del respectivo aparato transductor eléctrico.
3. La guitarra de las reivindicaciones 1 o 2 en la que, para cada uno de los aparatos transductores eléctricos, la altura y la posición horizontal de dicha primera pieza polar (20) es regulable junto con o independientemente de dichas segunda y tercera piezas polares y del imán del respectivo aparato transductor eléctrico.
4. La guitarra de la reivindicación 1 en la que, para cada uno de los aparatos transductores eléctricos, la cuerda respectiva está situada entre dichas varias piezas polares (20, 25, 27) del respectivo aparato transductor eléctrico.
5. La guitarra de la reivindicación 4 en la que, para cada uno de los aparatos transductores eléctricos, dicha cuerda respectiva está situada equidistante entre dicha segunda pieza polar y dicha tercera pieza polar del respectivo aparato transductor eléctrico.
6. La guitarra de la reivindicación 1 en la que la primera bobina (29) está enrollada en torno a la segunda pieza polar (25) y dicha segunda bobina (30) está enrollada en torno a la tercera pieza polar (27).
7. La guitarra de la reivindicación 1 en la que, para cada uno de los aparatos transductores eléctricos, dicho mezclador (74) lleva a cabo la referida operación de resta invirtiendo una de dichas señales primera o segunda para formar una señal invertida y combinando la señal invertida con la señal restante primera o segunda.
8. La guitarra según la reivindicación 1 en la que cada aparato transductor eléctrico comprende, además, un cubrepolos entre dicha cuerda respectiva y al menos una pieza polar, dirigiendo dicho cubrepolos dicha zona de flujo para que sea sustancialmente perpendicular a los devanados de dicha bobina.
9. La guitarra de la reivindicación 8 en la que cada aparato transductor eléctrico comprende, además: un revestimiento eléctricamente conductor sobre dicho cubrepolos para reducir las pérdidas por corrientes parásitas.
10. La guitarra según la reivindicación 1 en la que cada aparato transductor eléctrico es un aparato fonocaptor de guitarra para detectar vibraciones en la respectiva cuerda de guitarra magnéticamente permeable, en la que la primera pieza polar del campo magnético incluye un puente magnéticamente conductor del fonocaptor que soporta dicha cuerda de guitarra.
11. La guitarra de la reivindicación 10 en la que cada aparato transductor eléctrico comprende, además, cubrepolos concentradores de campo situados operativamente entre dicha cuerda y dicha bobina para concentrar las líneas de flujo magnético que atraviesan dicha bobina.
12. Un procedimiento para aumentar la sensibilidad del movimiento de detección de objetos magnéticamente permeables por medio de aparatos transductores eléctricos según una de las reivindicaciones 1 - 6, situando cada uno de los objetos magnéticamente permeables dentro de un campo magnético de cada uno de los aparatos transductores eléctricos de modo que las vibraciones del objeto magnéticamente permeable induzcan cambios correspondientes en dicho campo magnético; colocando cada bobina del aparato transductor eléctrico de una de las reivindicaciones 1 - 6 en una posición operativa tal que los cambios en dicho campo magnético induzcan una corriente en cada una de las respectivas bobinas; y colocando cada bobina entre un cubrepolos y dicho segundo

polo del aparato transductor de una de las reivindicaciones 1 - 6 para controlar el campo magnético que atraviesa la respectiva bobina, poniendo el cubrepolos los devanados de la bobina sustancialmente perpendiculares a las líneas de flujo.

- 5 13. El procedimiento de la reivindicación 12 que, además, comprende: acoplar dicho objeto magnéticamente permeable con dicho primer polo.

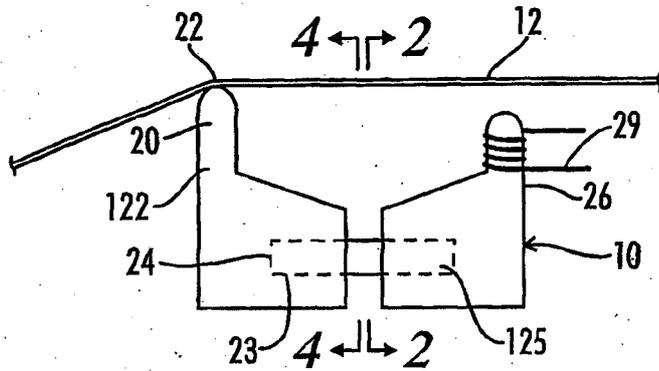


FIG. 1

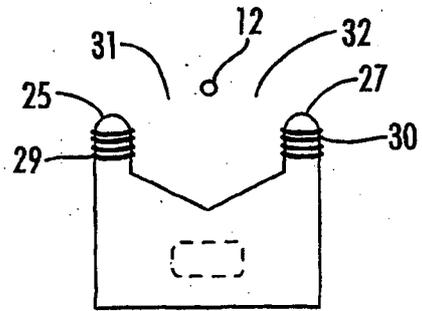


FIG. 2

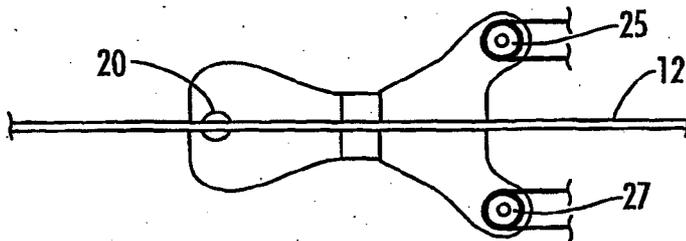


FIG. 3

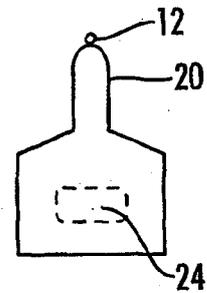


FIG. 4

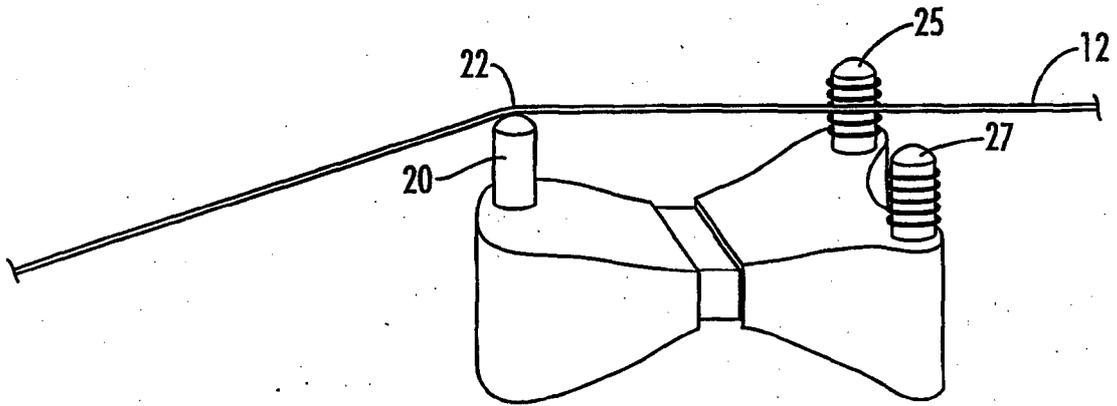


FIG. 5

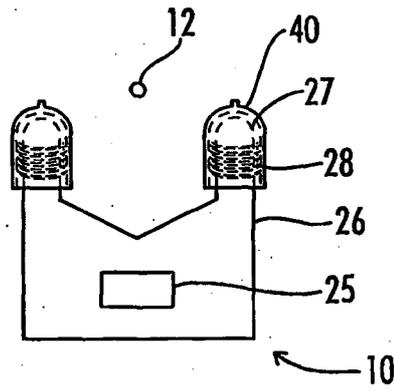


FIG. 6

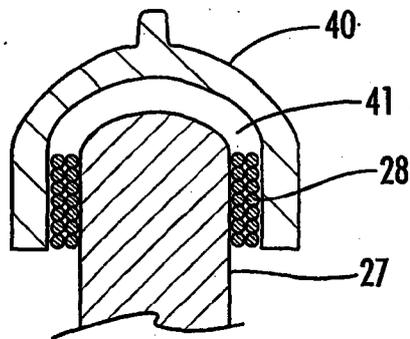


FIG. 7

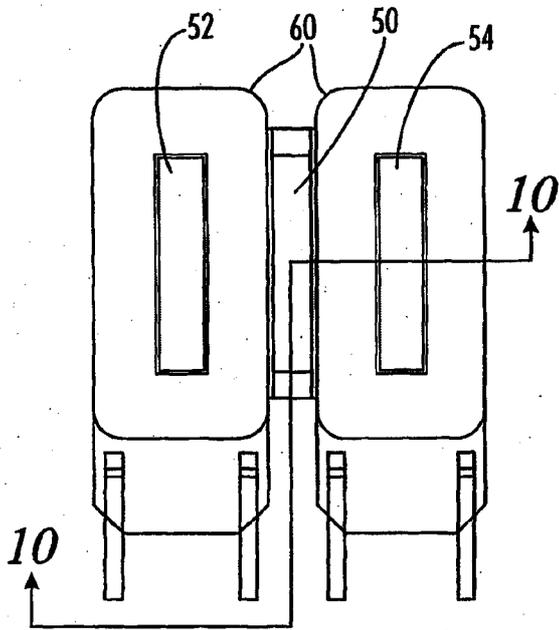


FIG. 8

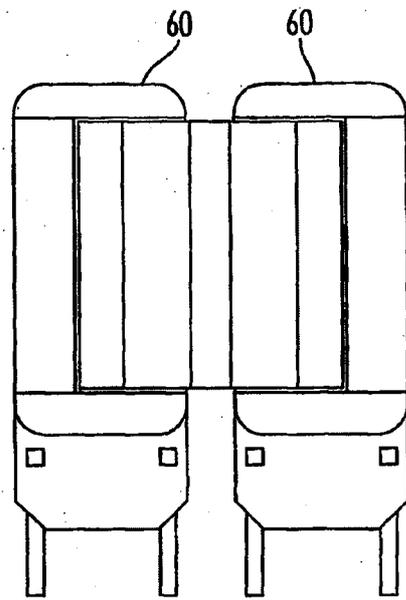


FIG. 9

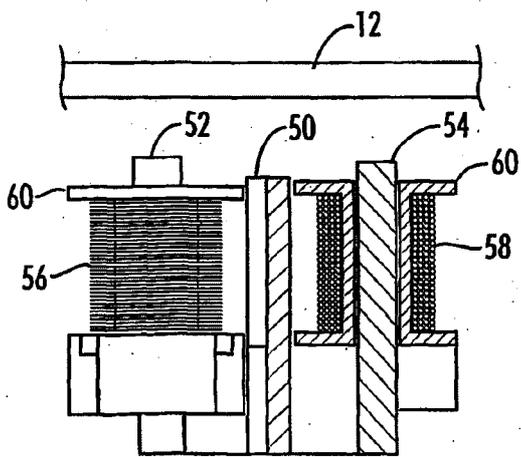


FIG. 10

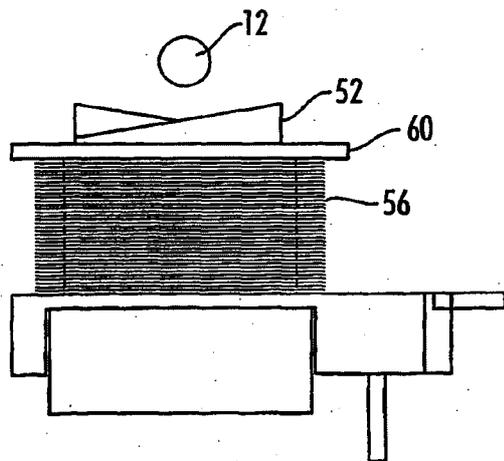


FIG. 11

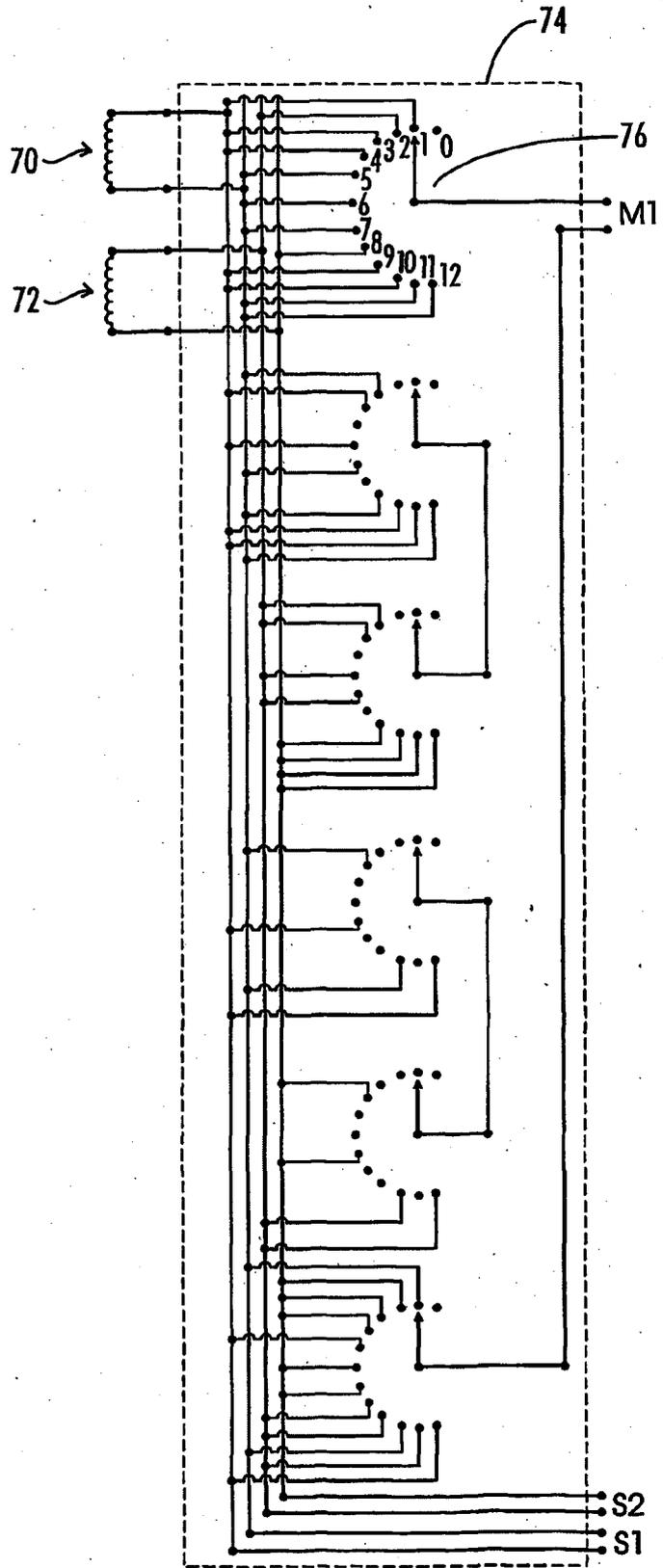


FIG. 12

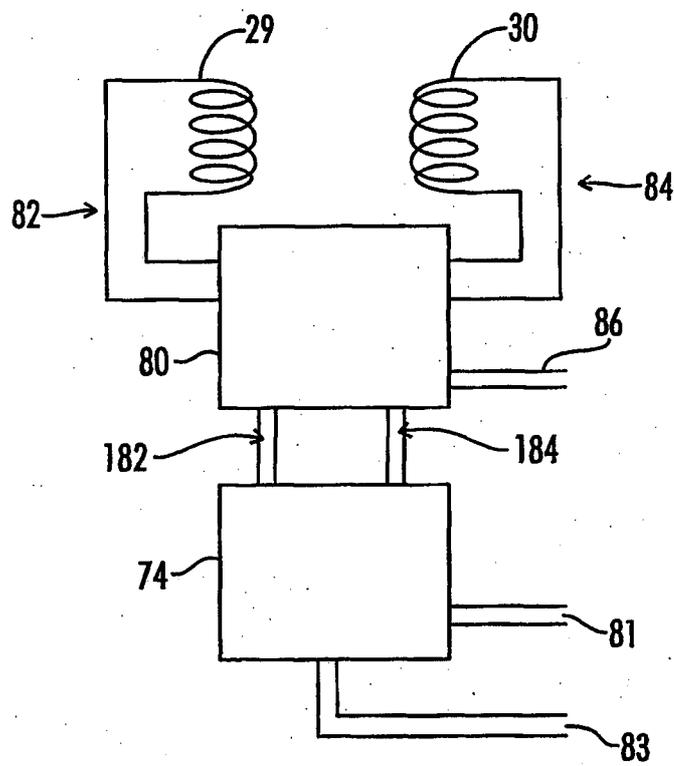


FIG. 13