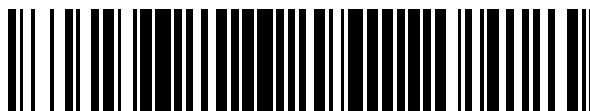


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 227**

51 Int. Cl.:
B07B 1/42 (2006.01)
B65G 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07801595 .5**
96 Fecha de presentación: **10.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2049274**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.04.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la excitación por ultrasonidos de estructuras con cualquier geometría para la reducción de la fricción**

30 Prioridad:
10.08.2006 DE 102006037638
05.10.2006 DE 102006047591
23.03.2007 DE 102007014635

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2012

73 Titular/es:
ARTECH SYSTEMS AG (100.0%)
INDUSTRIESTRASSE 4
8590 ROMANSHORN 1, CH

72 Inventor/es:
KISING, JÜRGEN

74 Agente/Representante:
TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 391 227 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

Procedimiento y dispositivo para la excitación por ultrasonidos de estructuras con cualquier geometría para la reducción de la fricción.

5

La invención se refiere a un procedimiento para la excitación por ultrasonidos según algunas características de la reivindicación 1 y a un dispositivo para la excitación por ultrasonidos según el preámbulo de la reivindicación 13.

10

En la industria existen una pluralidad de aplicaciones en las que se desea reducir la fricción entre las partículas y/o las partículas y un sistema en contacto con las mismas. Algunos ejemplos de tales aplicaciones son:

15

- El filtrado por ultrasonidos, en el que mediante excitación por ultrasonidos del tejido filtrante puede aumentarse considerablemente el rendimiento. El rendimiento en el filtrado por ultrasonidos depende de la tendencia a la obstrucción de los tejidos filtrantes. Mediante la utilización de ultrasonidos las aberturas del tejido se mantienen libres, porque la fricción de adhesión se convierte por el movimiento de ultrasonidos en una fricción de deslizamiento inferior y se rompen los puentes de polvo.

20

- El transporte de productos a granel y pinturas en polvo en tubos o sobre plataformas. Se reduce la fricción reducida mediante la oscilación de ultrasonidos entre el producto a granel y la plataforma o el tubo de conducción. De este modo puede dosificarse mejor el caudal y aumentarse el rendimiento.

25

- La excitación de superficies límite entre partículas en movimiento o entre superficies fijas y en movimiento. En general el paso debido a la utilización de ultrasonidos de la fricción de adhesión a la fricción de deslizamiento lleva a una reducción de la resistencia mecánica y así puede reducir el desgaste o el consumo de energía en los procesos de movimiento mecánicos.

30

Según el estado de la técnica hasta ahora era habitual para la excitación por ultrasonidos adaptar la frecuencia de oscilación natural del cuerpo mecánico que debe hacerse oscilar a la frecuencia del convertidor. Un sistema de filtrado de este tipo se deduce por ejemplo por el documento DE 4418175.

35

Sin embargo, cuando se usa este enfoque es problemático que el ajuste del cuerpo mecánico que debe hacerse oscilar a la frecuencia del convertidor es complejo y está asociado a un gran esfuerzo. Las tolerancias según la técnica de fabricación ya habituales, en particular en puntos de soldadura u otros puntos de unión, o las fluctuaciones de los parámetros acústicos como el módulo de Young, velocidad del sonido y densidad llevan a cuerpos mecánicos con frecuencias naturales ligeramente diferentes, que ya son tan diferentes entre sí, que por ejemplo no es posible el funcionamiento de varios filtros con un convertidor de ultrasonidos según el estado de la técnica.

40

En el caso de cuerpos mecánicos más complejos, sus resonancias individuales en la mayoría de los casos ya no están marcadas de manera clara o se produce una acumulación de resonancias, tal como se muestra a continuación. Este comportamiento de oscilación no interfiere en principio con una excitación por ultrasonidos que debe favorecer el rendimiento. Por ejemplo por el documento EP 0 567 551 B1 se conoce excitar los marcos de sistemas de filtrado a una oscilación provocada fuera de la frecuencia de resonancia.

45

Cuando a pesar de ello aparecen con frecuencia problemas durante el funcionamiento de sistemas excitados por ultrasonidos, que no están ajustados a la frecuencia del convertidor de ultrasonidos, esto es una consecuencia de la tecnología del generador de ultrasonidos usada hasta ahora, en la que se recurre al ángulo de fase para la regulación del generador.

50

Este principio de regulación funciona mejor cuanto mayor sea la claridad con la que puede determinarse el paso por cero en el cambio de signo de la fase, es decir, en particular en sistemas de resonancia con una calidad alta, que a su vez sólo puede conseguirse con resonadores ajustados de manera exacta sin un efecto de amortiguación intenso.

55

A la inversa, las resonancias que no muestran un paso por cero claro de la fase no se reconocen y la regulación falla. En caso de producirse un empeoramiento de la calidad o de la información de fase durante el funcionamiento, también puede producirse una supresión completa de la regulación de fase y el generador se sobrecarga.

60

Aunque una aplicación de la regulación de fase por tanto en sistemas con una calidad muy alta, tal como tienen que usarse por ejemplo en la soldadura por ultrasonidos, es muy ventajosa, este modo de proceder es muy propenso a los fallos e inestable, cuando la calidad del sistema oscilante no es suficiente. De manera correspondiente mediante la adaptación compleja, individual del sistema oscilante a la frecuencia de resonancia pretendida debe garantizarse que éste no sea el caso.

65

Un problema adicional en el caso de una excitación de resonancia consiste en que en particular en el caso de sistemas de resonancia complejos la amplitud de resonancia resultante no se determina de manera controlable. Esto es problemático porque esta magnitud determina la potencia perdida, que a su vez lleva al calentamiento del sistema. Un

calentamiento no controlado como tal ya es desventajoso en muchos casos, porque se fomenta que se cueza el polvo o el producto a granel. Este problema se intensifica en el caso de materiales que ya a temperaturas bajas se ablandan o empiezan a fundirse.

5 Además, la calidad del sistema excitado depende de la temperatura. Por tanto, en el caso de la excitación de resonancia es posible que el calentamiento del sistema mejore la calidad, lo que a su vez lleva a una amplitud de resonancia superior y así a un calentamiento adicional, que mejora adicionalmente la calidad.

10 Por el documento US 2002/0060230 A1 se conoce un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 13 y un procedimiento para la excitación por ultrasonidos de estructuras. Este documento da a conocer un sistema de filtrado con un generador, un convertidor de ultrasonidos activado por el generador y una estructura mecánica, en el que un transductor está dispuesto en el sistema de filtrado, cuya señal se usa como medida para las oscilaciones mecánicas del sistema para la adaptación de la tensión de control emitida por el generador, para controlar la tasa de flujo del material a través del sistema de filtrado.

15 Partiendo de este estado de la técnica surge el problema de proporcionar un procedimiento y un dispositivo para la excitación por ultrasonidos, con los que con un calentamiento mínimo del sistema se posibilite la excitación de estructuras de cualquier complejidad y en particular también de varios filtros.

20 Este problema se soluciona mediante un procedimiento para la excitación por ultrasonidos con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo para la excitación por ultrasonidos con las características de la reivindicación 13.

25 Configuraciones ventajosas de la invención deben deducirse en cada caso en relación con las reivindicaciones dependientes.

La invención se basa en el conocimiento de que es ventajoso adaptar la frecuencia y amplitud de oscilación del convertidor de ultrasonidos con ayuda de la regulación de generador al comportamiento de oscilación del sistema general en lugar de intentar adaptar el comportamiento de oscilación de conductores de sonido resonantes a una frecuencia natural del convertidor de ultrasonidos.

30 Según el procedimiento según la invención según la reivindicación 1, de manera correspondiente tras una primera etapa del establecimiento de la unión entre el generador, el convertidor de ultrasonidos y los sistemas que deben excitarse con ultrasonidos en una segunda etapa se busca y se fija el punto de trabajo del sistema mediante la variación del parámetro (del generador) de frecuencia del generador por un intervalo específico y mediante la medición de la corriente y/o de la tensión, que se determina mediante la potencia absorbida en el valor de frecuencia actual. La excitación por ultrasonidos se produce entonces en una tercera etapa de procedimiento en el punto de trabajo o en su entorno, no controlándose posteriormente el punto de trabajo una vez fijado o el entorno fijado, pero pudiéndose variar la frecuencia dentro del entorno fijado del punto de trabajo.

40 Incluso en el caso en el que se trata de una excitación fija en un punto de trabajo, en este caso, por regla general, no se tratará de una excitación de resonancia de un conductor de sonido perteneciente al sistema de filtrado, sino de una excitación de la amplitud de dispersión. La oscilación generada mediante el convertidor de ultrasonidos se transmite en este caso desde el conductor de sonido o marco filtrante excitado por medio de elementos de unión al conductor de sonido o marco filtrante no excitado directamente por el convertidor de ultrasonidos. En este caso ni el marco filtrante ni el conductor de sonido están ajustados, no siendo tampoco ya necesario prever resonadores de alimentación ajustados al convertidor de ultrasonidos, sino que se sustituyen por piezas de alimentación o conductores de sonido de alimentación sencillos. La forma de excitación corresponde en este caso a la oscilación provocada de un oscilador armónico con una amplitud de fuerza F_0 . La solución general de la ecuación diferencial correspondiente para un sistema de masa M , frecuencia natural ω_0 y constante de amortiguación Γ tiene la forma

50
$$X(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

pudiendo representarse la amplitud de dispersión B como:

$$B = \frac{F_0}{M} \frac{(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \Gamma^2 \omega^2}$$

55 y siendo aplicable para la relación entre la amplitud de dispersión B y la amplitud de absorción A :

$$\frac{B}{A} = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\Gamma \omega}$$

Para grandes diferencias de frecuencia entre la frecuencia natural del sistema y la frecuencia de excitación puede despreciarse la amplitud de absorción A, y es aplicable con una buena aproximación:

$$B = \frac{F_0}{M(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

5 De este modo resulta evidente que con una excitación de una oscilación de dispersión de los parámetros altamente relevantes para la eficacia del proceso de filtrado la amplitud de excitación es proporcional a la amplitud de fuerza F_0 y por tanto puede controlarse de manera muy controlada. Sin embargo, éste no es el caso sólo por una región especial del filtro, porque como se excita una oscilación de dispersión del sistema, los componentes correspondientes ya no tienen que cumplir con ninguna condición de resonancia, lo que permite una optimización de la geometría de los componentes en vista de la distribución de la amplitud del sonido por el tejido filtrante.

10 Como parámetros para la definición del intervalo de búsqueda han resultado ser especialmente adecuados un intervalo de frecuencias de desde 33 hasta 37 kHz con corrientes de entre 0 y 0,5 A y tensiones de entre 0 y 600 V, ascendiendo el incremento preferido a 500 μ s.

15 De manera ventajosa como criterio para la selección del punto de trabajo se usa la potencia correlacionada con la amplitud de oscilación del sistema excitado emitida al sistema general (potencia perdida), que depende del cuadrado de la amplitud de oscilación y la superficie de contacto. Esta relación muestra que no sólo es importante maximizar la amplitud de un único conductor de sonido, por ejemplo mediante el funcionamiento en su resonancia, sino que además es esencial excitar una superficie de contacto grande. La potencia emitida al sistema general puede ser relevante en una única frecuencia fija, aunque a menudo también resulta ser ventajoso considerar la potencia emitida al sistema con una variación de la frecuencia de excitación por el entorno seleccionado del punto de trabajo. Como por regla general se produce una excitación por medio de una amplitud de dispersión, tampoco se producen problemas con el calentamiento local ni, a diferencia de la situación en el funcionamiento de resonancia de un conductor de sonido, el control sobre los efectos térmicos sobre el material que debe moverse o filtrarse.

20 Una forma de realización preferida prevé usar el punto de trabajo con la potencia máxima emitida al sistema general en una frecuencia fija o por un intervalo de frecuencias. En este caso al pasar por los parámetros de generador del intervalo de búsqueda se determina en cada caso el valor actual de la potencia emitida al sistema general, se compara con el valor hasta el momento máximo almacenado y a continuación se almacena junto con los parámetros de generador que permiten alcanzarlo, cuando el valor es mayor que el valor hasta el momento máximo.

25 Sin embargo también es posible la especificación definida por el usuario de otro valor teórico, al que deberá aproximarse en la mayor medida posible la potencia emitida al sistema general, lo que puede ser ventajoso en particular cuando el sistema debe trabajar con materiales sensibles a la temperatura.

30 En este caso, de manera ventajosa, al pasar por el intervalo de frecuencias antes de la comparación con el valor hasta el momento mejor se resta el valor teórico de la potencia emitida al sistema general y a continuación se almacena el valor junto con los parámetros de generador, con los que se alcanza, como nuevo mejor valor, cuando la diferencia entre el valor teórico y el valor determinado para el conjunto de parámetros de generador dado es menor que el valor hasta el momento mejor.

35 En una forma de realización del procedimiento que se preferirá especialmente debido a su gran eficacia se excitan varias estructuras que deben excitarse simultáneamente por medio de un único generador y un único o varios convertidores de ultrasonidos. Según el estado de la técnica esto no es posible por regla general, porque las variaciones según la técnica de fabricación y la variación de los parámetros acústicos de los cuerpos mecánicos que deben excitarse son suficientes para desplazar sus frecuencias de resonancia entre sí, lo que a su vez lleva a un comportamiento de fase del sistema general, que lleva a un fallo de los generadores con regulación de fase.

40 En un perfeccionamiento ventajoso adicional de este modo de proceder, que puede ser de especial interés, cuando en la excitación conjunta de varias estructuras que deben excitarse se producen diferencias graves con respecto a la eficacia de la excitación, la frecuencia de funcionamiento durante el funcionamiento se varía en un determinado intervalo alrededor del punto de trabajo. Este modo de proceder puede llevar a una compensación de las eficacias.

45 En la fijación del intervalo de la variación de frecuencia son posibles diferentes modos de proceder. En la forma de realización más simple del procedimiento simplemente se fija un intervalo de frecuencias, por ejemplo de +/- 1000 Hz por el usuario, que entonces se dispone alrededor del punto de trabajo hallado.

50 Más compleja es la fijación del intervalo de la variación de frecuencia usando valores umbral, que se refieren a una determinada salida de potencia o una determinada corriente y/o una determinada tensión en relación con la potencia absorbida máxima o una determinada corriente y/o una determinada tensión, por ejemplo el 50% de los valores máximos de estas magnitudes. En este caso se fijan los valores de frecuencia como límites del intervalo de variación, en

los que no se llega a los valores umbral. En esta configuración, de manera ventajosa se optimiza la potencia emitida mediante la referencia al espectro de potencias; en el caso de sistemas de filtrado con resonancias claramente definidas se ajustará un intervalo de variación más pequeño alrededor del punto de trabajo que en el caso de sistemas de filtrado con resonancias muy planas. Otra posibilidad para la fijación automática de los límites de la variación de frecuencia consiste en hallar automáticamente la posición de frecuencia mínima y la máxima, en la que se alcanza un valor predeterminado de la potencia emitida o de la tensión o de la corriente y a continuación usar estas posiciones como límite para la variación de intervalo. Esto es especialmente ventajoso cuando en varios intervalos en el espectro de oscilación aparece una potencia recibida intensa.

En otra configuración del procedimiento, que para su realización requiere que estén previstos medios para la representación gráfica de la dependencia determinada mediante el generador entre la potencia recibida del sistema o corriente y/o valores de tensión y frecuencia de excitación, esta dependencia se representa de manera gráfica y los límites del intervalo de variación se definen manualmente por el usuario. En este modo de proceder los filtros pueden activarse de manera óptima con grupos de frecuencias separados. También es concebible un procedimiento automatizado relacionado, con un intervalo de frecuencias seleccionado una vez, por ejemplo mediante la comparación de la integral por la magnitud determinada mediante el generador por todo el intervalo de frecuencias analizado y el intervalo de frecuencias con los límites recién seleccionados. En caso de que este último no llegue a una determinada fracción del primero, esto indica que el intervalo significativo para el aumento del rendimiento todavía no lo cubre la variación de frecuencia.

Para una estabilidad elevada de la realización del procedimiento es ventajoso hacer funcionar el generador por debajo de su potencia nominal.

Ha resultado ser útil reducir la potencia emitida del generador durante la búsqueda del punto de trabajo, de modo que el generador durante la búsqueda del punto de trabajo proporcione menos potencia que en el caso del funcionamiento posterior en este punto de trabajo. De este modo se evita un daño del sistema, cuando en la variación de frecuencia se llega a una resonancia con una alta calidad.

El dispositivo según la invención según la reivindicación 13 presenta, como sistema convencional para la excitación por medio de ultrasonidos, un generador, un convertidor de ultrasonidos y al menos una estructura mecánica que debe excitarse. El generador presenta medios para la variación de la frecuencia de excitación por un intervalo de frecuencias de entre 33 y 37 kHz así como el suministro de corrientes de entre 0 y 0,5 A y tensiones de entre 0 y 600 V. Además según la invención está previsto al menos un sensor para la medición de los valores de corriente y tensión que se producen, emitidos en una frecuencia de excitación dada mediante el generador, datos de medición a partir de los cuales se determina la potencia emitida al sistema general.

Además el sistema según la invención comprende una memoria en la que por un lado pueden almacenarse los valores buscados por y que puede introducir un usuario para la potencia perdida y por otro lado pueden almacenarse los valores de parámetro para los que se alcanzan los valores buscados o se alcanzan de la mejor manera posible. En particular la memoria también puede dimensionarse de tal manera, que se almacenen los valores de medición determinados al pasar por todo su intervalo de frecuencias en función de la frecuencia en el punto de medición respectivo. Sin embargo, también es posible transferir estos datos a un PC y almacenarlos en el mismo.

En este caso es necesario el uso de un convertidor de ultrasonidos, que esté diseñado para grandes amplitudes, para compensar la pérdida de la crecida por resonancia de la amplitud de resonancia, típica para el funcionamiento en la frecuencia de resonancia del convertidor de ultrasonidos. Para muchas aplicaciones ha resultado ser suficiente en este caso una amplitud típica de 6 μm de punta a punta.

En una forma de realización especialmente ventajosa, a este respecto, el convertidor de ultrasonidos se dispone fuera del flujo de polvo.

También es útil prever un conductor de sonido de alimentación que esté dispuesto entre el convertidor de ultrasonidos y el marco filtrante o conductor de sonido directamente excitado. Este conductor de sonido de alimentación puede estar realizado como varilla de conducción lineal o curvada y opcionalmente diseñarse para la excitación de oscilaciones de flexión o longitudinales.

En particular en una configuración correspondiente del conductor de sonido de alimentación es posible optimizar la amplitud de excitación en vista de la geometría de filtro y de conducto de sonido usada así como los tipos de polvos que van a usarse.

Además precisamente en el caso de conductores de sonido dilatados puede ser útil excitar el conductor de sonido en más de un punto y así usar varios conductores de sonido de alimentación, para compensar una posible amortiguación demasiado grande. Una disposición de este tipo puede hacerse funcionar en el caso de usar sólo un generador de ultrasonidos o bien de manera paralela, es decir con excitación simultánea por ambos conductores de sonido, o bien de manera secuencial es decir, alternante. La solución mencionada en último lugar es especialmente eficaz en cuanto al

5 coste, aunque reduce el rendimiento. Si, por el contrario, se usa un segundo generador de ultrasonidos para la excitación del segundo conductor de sonido de alimentación, entonces además de una amplitud de oscilación más homogénea se produce también la ventaja de que por regla general las frecuencias no se ajustan de manera exacta y que ninguna es idéntica, sino que normalmente difieren entre sí algunos 100 Hz. Esto lleva a un batido de baja frecuencia, que para determinados tipos de polvos actúa de manera ventajosa sobre el comportamiento de flujo.

10 En una configuración ventajosa se conforma el conductor de sonido en forma de L o como tubo cuadrado, porque esta forma presenta una alta rigidez con respecto a las fuerzas que actúan en perpendicular y el lado corto de la L o del tubo cuadrado puede servir como superficie de contacto o de adhesión para el tejido filtrante.

Otra disposición prevé que sobre el tejido filtrante estén dispuestos varios conductores de sonido, que están unidos por medio de puentes de sonido con un primer conductor de sonido, que se excita. De esta manera pueden conseguirse de manera especialmente favorable distribuciones muy homogéneas del sonido en filtros muy grandes.

15 Otras geometrías de conductor de sonido todavía ventajosas son conductores de sonido anulares, conductores de sonido angulosos y conductores de sonido en forma de segmento circular.

20 Una realización ventajosa adicional para la distribución optimizada de la energía sonora por la superficie filtrante consiste en soldar placas de resonancia al conductor de sonido, a través de las que se establece entonces el contacto con la superficie filtrante. Una forma de realización preferida son resonadores en forma de plato con un diámetro de 40-60 mm y un grosor de aproximadamente 1,5 mm, pero también pueden usarse resonadores rectangulares o cuadrados.

25 Una forma de realización especialmente preferida prevé prever al menos parcialmente como puentes de sonido entre diferentes conductores de sonido y/o como piezas de unión con el marco filtrante, moduladores de amplitud individuales o conectados sucesivamente en serie. Como moduladores de amplitud pueden usarse por ejemplo varillas redondas, que presentan secciones con diferente radio, pudiendo ajustarse la longitud a frecuencias que pueden seleccionarse, con lo que se consigue de manera selectiva en conductores de sonido individuales del sistema una modificación local de la amplitud de oscilación en determinados intervalos de frecuencias. También es posible prever secciones con secciones transversales rectangulares, que presenten una rigidez mejorada. Se utilizan preferiblemente en filtros que necesitan una rigidez elevada para soportar el peso del polvo apoyado encima. Con estos moduladores de amplitud pueden colocarse también riostras transversales dentro del conductor de sonido, para contrarrestar la presión del producto de filtrado. Con ello el fabricante puede prescindir, por ejemplo, de una cruz portante mecánica adicional dentro de la superficie filtrante.

35 Mediante las siguientes figuras se pretende comentar en detalle ejemplos de realización de la invención. Muestran:

La figura 1: una disposición de filtro con estructura de conductor de sonido circular y conductor de sonido de alimentación curvado.

40 La figura 2: una disposición de filtro con una estructura de conductor de sonido compleja.

La figura 3: una disposición de filtro, en la que entre el conductor de sonido y la superficie filtrante están dispuestos adicionalmente resonadores en forma de plato.

45 La figura 4: un dispositivo de filtrado con dos conductores de sonido anulares, que están unidos entre sí y con el marco en cada caso a través de diferentes yuxtaposiciones de moduladores de amplitud.

La figura 5: un resultado de un análisis de frecuencia de un sistema acoplado.

50 Mediante la figura 1 se explica en primer lugar el modo de proceder durante el filtrado por ultrasonidos mediante una dispositivo a modo de ejemplo. El conductor 2 de sonido se encuentra en contacto estrecho con el tejido 1 filtrante, que está sujeto al marco 3 filtrante. Por medio de un convertidor 4 de ultrasonidos que se hace funcionar en una frecuencia de oscilación dada por el generador no representado se hace oscilar un conductor 6 de sonido de alimentación, que en el ejemplo de realización representado está realizado de manera curvada, pero que por ejemplo también puede estar realizado de manera lineal. El conductor 6 de sonido de alimentación excita el conductor 2 de sonido, que está unido por medio de los elementos 5 de unión con el marco 3 filtrante. En esta disposición no sólo es posible disponer el convertidor fuera del flujo de polvo, sino que a través de los elementos 5 de unión se transmiten también las oscilaciones excitadas en el conductor 2 de sonido al marco filtrante. Alternativamente también es posible la excitación del marco 3 filtrante a través del conductor 6 de sonido de alimentación y la transmisión de las oscilaciones por medio de los elementos 5 de unión al conductor 2 de sonido.

60 En ambos casos de este modo se consigue una distribución más uniforme del sonido sobre el tejido filtrante. Ésta puede optimizarse adicionalmente, puesto que el sistema excitado, a diferencia de la situación en los sistemas de filtrado conocidos con conductores de sonido ajustados a una resonancia del convertidor de ultrasonidos, no se hace funcionar de manera ajustada a una frecuencia de resonancia, sino que el punto de trabajo de frecuencia se adapta mediante el

generador a las circunstancias del sistema, con lo que se aumenta considerablemente la flexibilidad con respecto a la forma y al tamaño en la configuración de los diferentes marcos/conductores de sonido. La figura 2 muestra un ejemplo de una disposición mejorada de este tipo, cuyo análogo para el funcionamiento resonante no sería posible o sólo con un esfuerzo considerable incluyendo cuatro resonadores ajustados a una frecuencia idéntica. En este caso, cuatro conductores 2 de sonido anulares, que están unidos entre sí mediante puentes 7 de sonido, están unidos a través de elementos 5 de unión con el marco 3 filtrante o una cruz 8 portante. Uno de los conductores 2 de sonido se excita mediante un convertidor 4 de ultrasonidos. La oscilación se transmite a través de los puentes 7 de sonido a los otros conductores 4 de sonido y a través de los elementos 5 de unión al marco filtrante y la cruz portante. En particular se hace posible también el funcionamiento de estructuras de conductor de sonido angulosas.

En la figura 3 se presenta una forma de realización, en la que entre el conductor 2 de sonido y el tejido 1 filtrante están colocados varios platos 9 de resonancia. Su número típico se encuentra entre 6 y 10, pero según la geometría de filtro y de conductor de sonido también puede ser ventajoso otro número de platos 9 de resonancia. Mediante esta medida se consigue una homogeneización adicional de la transmisión de la energía sonora al tejido filtrante.

La disposición representada en la figura 4 ilustra ventajas, que van acompañadas con la configuración de puentes 5 de sonido y/o elementos 7 de unión en forma de moduladores 10 de amplitud. En la figura 4 se reconoce un dispositivo de filtrado, en el que se utilizan diferentes conexiones sucesivas de moduladores 10 de amplitud. En este caso se excita en primer lugar a través de un conductor 6 de sonido de alimentación un conductor 2 de sonido circular externo, que está unido a través de dos moduladores 10 de amplitud con un conductor 2 de sonido circular interno y a través de tres moduladores 10 de amplitud dispuestos en sentido inverso con el marco.

La curva 100 de ángulo de fase mostrada en la figura 5 muestra una medición de un ángulo de fase como función de una frecuencia de excitación para un sistema mecánico acoplado excitado. Según el procedimiento para la excitación de oscilaciones conocido por el estado de la técnica debería identificarse un paso por cero estable del ángulo de fase en esta curva, para poder realizar la excitación deseada en una frecuencia natural. Un vistazo a la curva 100 muestra al experto, que no es posible una excitación del sistema basada en este principio de regulación.

El procedimiento según la invención evita esta problemática mediante el uso de otro criterio de regulación. Para la selección del punto de trabajo, en el que se deberá trabajar, se varía la frecuencia paso a paso entre 33 kHz y 37 kHz. Para cada frecuencia seleccionada de esta manera resulta una corriente y/o una tensión del generador de la potencia total recibida por el sistema. El valor de esta corriente y/o de esta tensión medido con un sensor se usa para determinar la potencia emitida a esta frecuencia al sistema que debe excitarse como potencia perdida.

Un modo de proceder para ello puede consistir en que en primer lugar en todas las frecuencias se mantiene constante la tensión, mientras que la corriente aumenta o disminuye con la potencia recibida del sistema. Pero también puede modificarse la tensión manteniendo la corriente constante.

De esta manera puede determinarse la curva 200 de impedancia mostrada en la figura 1, que está correlacionada con la potencia perdida emitida al sistema general como función de la frecuencia de excitación. Como criterio para la selección del punto de trabajo, en el que entonces se hace funcionar el generador, se usa a modo de ejemplo en la forma de realización de la invención descrita en este caso, que el punto de trabajo preferido sea aquél en el que se produce la potencia perdida emitida máxima. Este punto 300 también puede determinarse fácilmente en el sistema complejo excitado. Pero también son posibles otros criterios de selección, que pueden depender por ejemplo de la potencia integral que puede conseguirse por un cierto intervalo de frecuencias.

En el punto de trabajo así determinado se produce entonces el funcionamiento del sistema excitado por ultrasonidos. En el caso de la excitación de varias estructuras se pasa (se barre) la frecuencia ventajosamente de manera continua alrededor del punto de trabajo fijado.

Lista de números de referencia

1 tejido filtrante

2 conductor de sonido

3 marco filtrante

4 convertidor de ultrasonidos

5 elemento de unión

6 conductor de sonido de alimentación

7 puente de sonido

ES 2 391 227 T3

- 8 cruz portante
- 9 plato de resonancia
- 5 10 modulador de amplitud
- 100 curva de ángulo de fase
- 200 curva de impedancia
- 10 300 punto de trabajo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la excitación por ultrasonidos de estructuras con cualquier geometría, que comprende las etapas de:
- 10 a) establecer una unión entre un generador, un convertidor (4) de ultrasonidos y al menos un sistema mecánico que debe excitarse
- 15 b) pasar por un intervalo de frecuencias para determinar un punto de trabajo, en el que con cada frecuencia alcanzada la potencia absorbida del sistema que debe excitarse determina una corriente o una tensión, que emite el generador, que se mide con un sensor, de modo que un valor de medición del sensor representa la potencia emitida al sistema que debe excitarse
- 20 c) realizar una excitación por ultrasonidos en el punto de trabajo determinado o en un entorno alrededor del punto de trabajo determinado, no modificándose más el punto de trabajo una vez fijado o el entorno alrededor del punto de trabajo una vez seleccionado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como criterio para la selección del punto de trabajo en la etapa b) de procedimiento se usa la potencia emitida al sistema que debe excitarse.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el punto de trabajo determinado en la etapa b) de procedimiento es aquél en el que se alcanza la potencia máxima emitida al sistema que debe excitarse.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque en la etapa b) al pasar por el intervalo de frecuencias se determina en cada caso un valor actual de la potencia emitida al sistema que debe excitarse, se compara con un valor hasta el momento máximo almacenado y a continuación se almacena junto con sus valores de tensión o corriente y frecuencia que permiten alcanzarlo.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el punto de trabajo determinado en la etapa b) de procedimiento es aquél en el que se alcanza un valor de la potencia emitida al sistema que debe excitarse, que más se aproxima a un valor teórico predeterminado.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque al pasar por el intervalo de frecuencias se resta el valor teórico de la potencia emitida al sistema que debe excitarse y a continuación se almacena el valor obtenido de este modo junto con el valor de tensión o corriente y frecuencia, en el que se alcanza, como nuevo mejor valor, cuando el valor obtenido mediante la resta es menor que el mejor valor almacenado hasta el momento.
- 45 7. Procedimiento según una reivindicación anterior, caracterizado porque en la etapa c) de procedimiento se excitan simultáneamente varios sistemas mecánicos.
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque durante la etapa c) de procedimiento se varía la frecuencia del generador en un intervalo predeterminado alrededor del punto de trabajo fijado.
- 55 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la fijación del intervalo de la variación de frecuencia se produce usando valores umbral, referidos a una determinada salida de potencia o una determinada corriente o una determinada tensión en relación con la potencia absorbida máxima o una determinada corriente o una determinada tensión, fijándose los valores de frecuencia más próximos al punto de trabajo como límites del intervalo de variación, en los que no se llega a los valores umbral, o la posición de frecuencia mínima y la máxima, en la que se alcanza un valor predeterminado de la potencia emitida o de la tensión o de la corriente, en los que no se llega a los valores umbral.
- 60 10. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la dependencia determinada mediante el generador entre la potencia recibida del sistema o la corriente o los valores de tensión y la frecuencia de excitación se representa gráficamente y los límites del intervalo de variación se definen manualmente por el usuario.
- 65 11. Procedimiento según una reivindicación anterior, caracterizado porque el generador durante la etapa c) de procedimiento se hace funcionar por debajo de su potencia nominal.
12. Procedimiento según una reivindicación anterior, caracterizado porque el generador durante la etapa b) de procedimiento en cada punto, en particular también en el punto de trabajo, se hace funcionar con una potencia emitida menor que durante la etapa c) de procedimiento.
13. Dispositivo para la excitación por ultrasonidos de estructuras con cualquier geometría por medio de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12 con un generador, al menos un convertidor (4) de ultrasonidos y al menos una estructura mecánica, caracterizado porque el generador presenta medios de control para tensión, corriente y frecuencia, por medio de los que pueden variarse estas magnitudes por un determinado intervalo para

- 5 determinar un punto de trabajo y al menos un sensor para la determinación de una corriente o una tensión, que emite el generador, de modo que un valor de medición del sensor representa la potencia emitida al sistema que va a excitarse con cada frecuencia alcanzada y dispone de una memoria para almacenar por un lado los valores teóricos introducidos por un usuario para la potencia emitida al sistema general y por otro lado valores de parámetro para tensión, corriente y frecuencia, en los que se alcanzan o en el mejor de los casos se produce una aproximación a los valores teóricos buscados.
- 10 14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque al menos un conductor (6) de sonido de alimentación está dispuesto entre el convertidor (4) de ultrasonidos y un conductor (2) de sonido o marco (3) filtrante.
- 15 15. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque la disposición del conductor (6) de sonido de alimentación es adecuado para la excitación de oscilaciones de flexión o para la excitación de oscilaciones longitudinales.
- 20 16. Dispositivo según la reivindicación 15, caracterizado porque está previsto un conductor (6) de sonido de alimentación, que es adecuado para el ajuste a escala de la amplitud de excitación.
- 25 17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque están previstos varios conductores (6) de sonido de alimentación.
- 30 18. Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 a 17, caracterizado porque están previstos varios conductores (2) de sonido unidos con conducción de sonido entre sí, de los que sólo uno está previsto para la excitación.
19. Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 a 18, caracterizado porque en un marco (3) filtrante circular, dividido mediante una cruz (8) portante en cuatro segmentos parciales, en cada segmento parcial está previsto un conductor (2) de sonido circular, de los que uno se excita directamente, estando unido cada conductor (2) de sonido mediante puentes (7) de sonido con los conductores (2) de sonido dispuestos en segmentos parciales adyacentes, estando unido cada conductor (2) de sonido por medio de elementos de unión con la cruz (8) portante y el marco (3) filtrante.
20. Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 a 19, caracterizado porque entre la superficie (1) filtrante y el conductor (2) de sonido en el conductor (2) de sonido están colocadas de manera fija varias placas de resonancia.

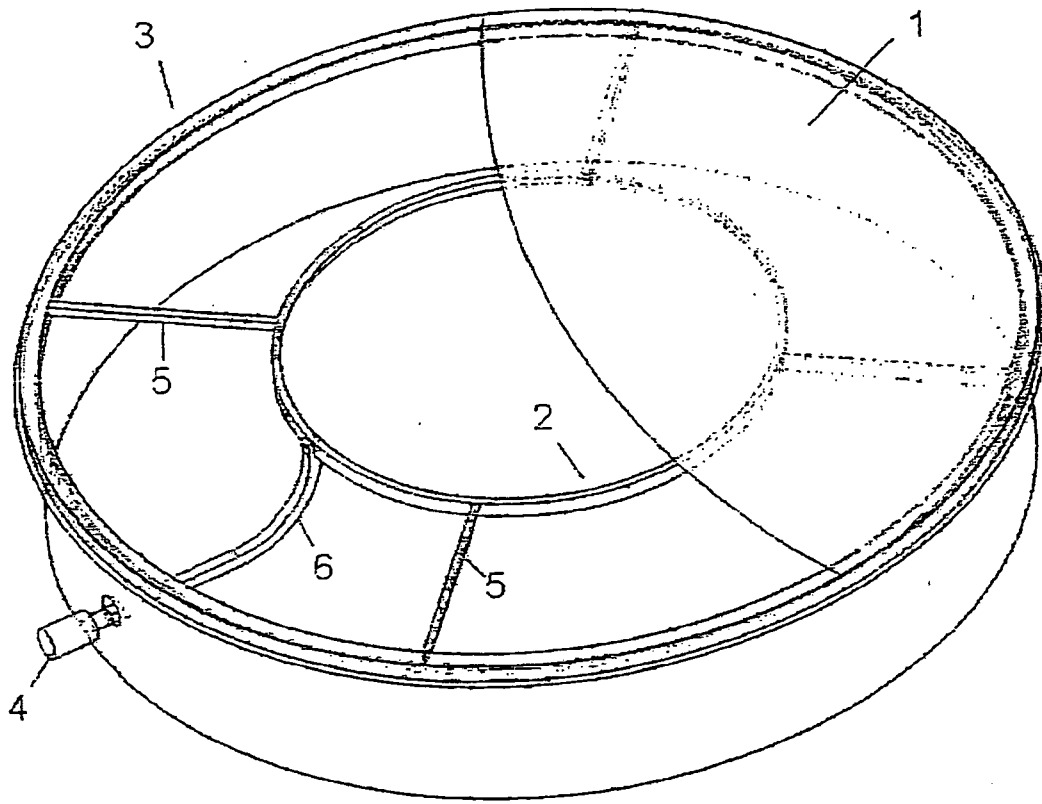


Fig. 1

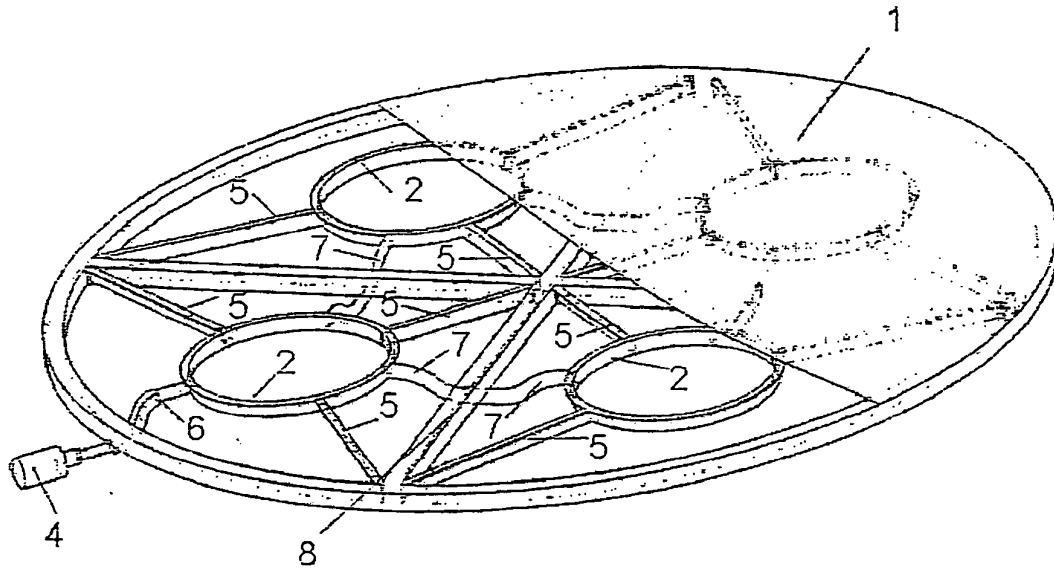


FIG..2

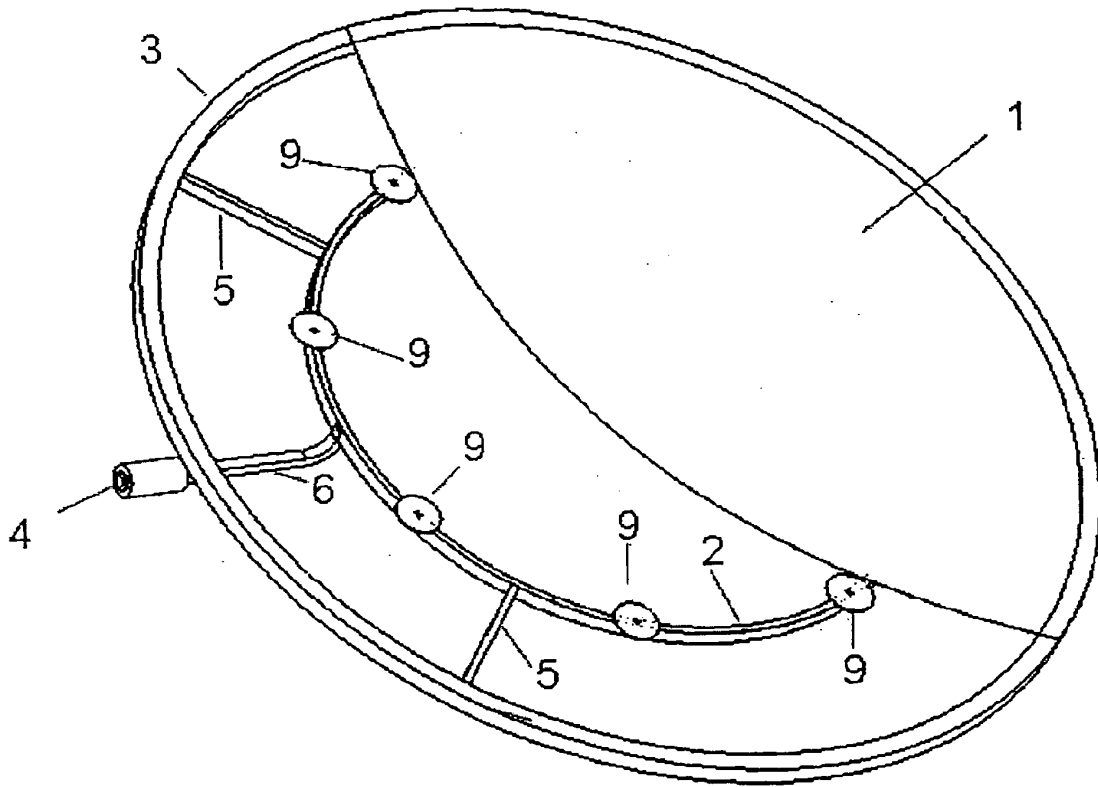


FIG..3

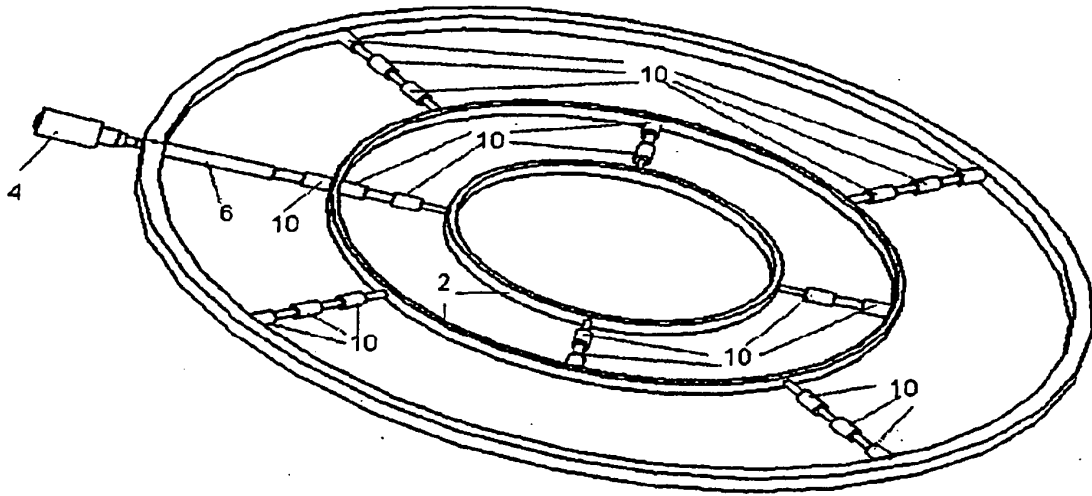


FIG..4

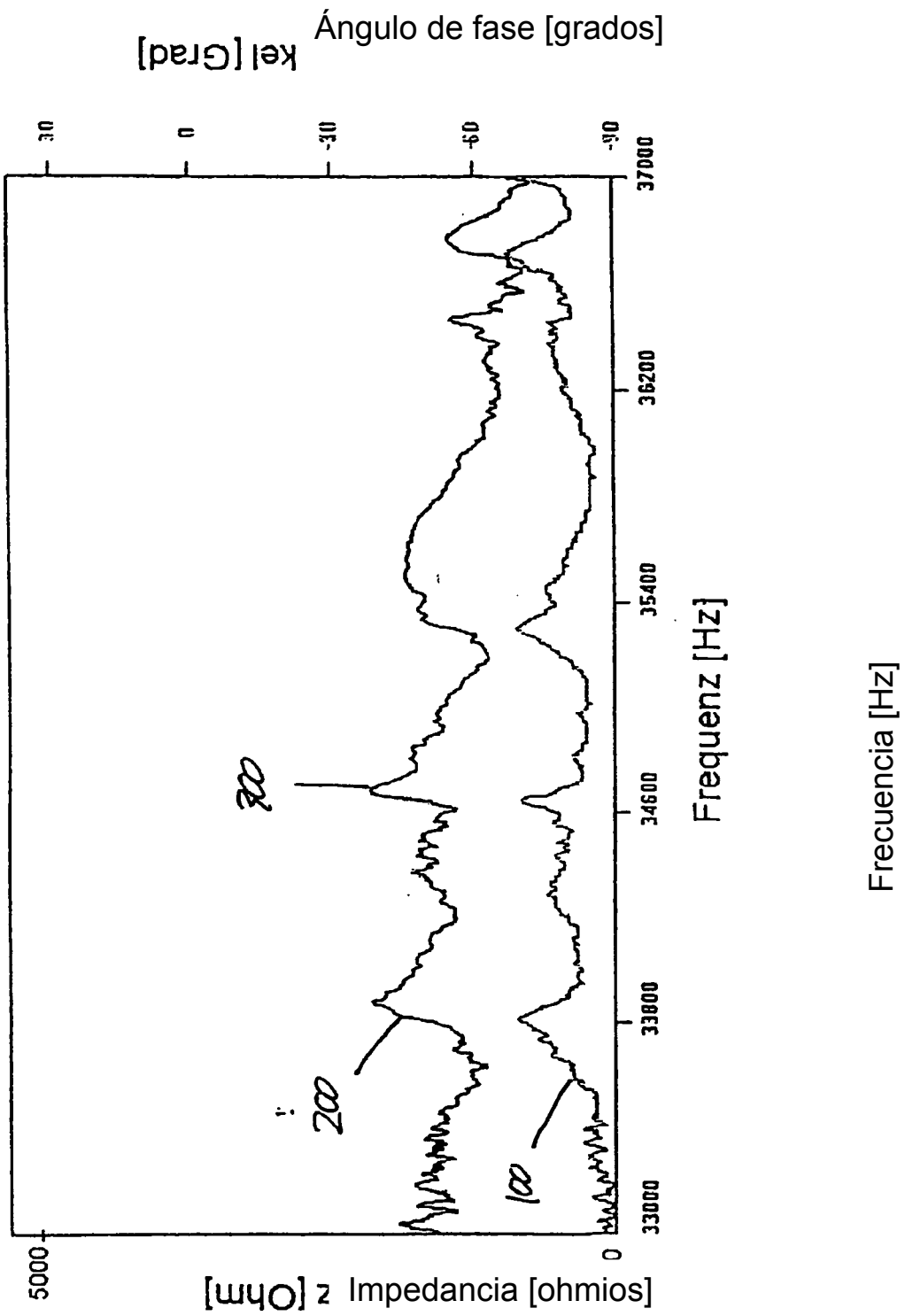


FIG..5