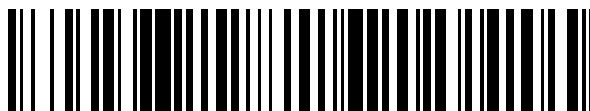


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 292**

51 Int. Cl.:

**G01M 7/08** (2006.01)

**G01M 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2009 PCT/EP2009/002733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2009 WO09124781**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2009 E 09729967 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2263068**

54 Título: **Método y dispositivo para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación hidroelástica**

30 Prioridad:

**11.04.2008 FR 0852465**

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

**15.03.2019**

73 Titular/es:

**ANVIS SD FRANCE SAS (100.0%)  
Usine des Caillots Boite Postale 101  
58302 Decize Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**VERGER, SERGE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 704 292 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**

Método y dispositivo para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación hidroelástica

5 La invención se relaciona con un método y un dispositivo para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación hidroelástica o no. El ámbito de empleo más frecuente de estas piezas es el de las conexiones al suelo de automóviles o vehículos utilitarios, en particular como separadores entre cuna y chasis o como soporte del motor, o como amortiguador de vibraciones de torsión en las conexiones al suelo o las transmisiones.

10 En lo que sigue, utilizaremos para estos cojinetes, palieres o articulaciones el término genérico "articulación" salvo en el caso de descripciones o particularidades específicas a uno u otro de estos productos.

15 Estas articulaciones están situadas en la superficie de contacto de dos piezas a ensamblar y están destinadas a filtrar y desfasar las vibraciones transmitidas entre la una y la otra de las piezas a ensamblar. Estas articulaciones están constituidas habitualmente por dos armaduras metálicas, con una primera armadura exterior de forma cilíndrica con un perfil cualquiera y una segunda armadura igualmente de forma cilíndrica situada en gran parte en el interior del volumen definido por la primera. Estas dos armaduras están unidas entre sí por piezas de caucho o elastómero con, en caso necesario, otras piezas de plástico o de metal. La forma y la disposición de las piezas en las dos armaduras es, algunas veces, tal que se encuentra dispuesta entre las dos armaduras como mínimo una o varias cámaras hidroelásticas herméticas que comunican entre sí por orificios calibrados, estando rellena(s) esta o estas cámaras de un líquido tipo agua o glicol o de un gas. El conjunto de los componentes situado entre las dos armaduras forma con estas últimas un todo, en general, no desmontable. Éste es el conjunto que es denominado "articulación". La articulación posee un eje teórico principal de trabajo que resulta ser, en ciertos tipos de articulaciones, igualmente el eje de simetría de las dos armaduras. Este eje teórico de trabajo es el eje de traslación axial o radial de una armadura con respecto a la otra en funcionamiento en el vehículo, o el eje de rotación de una armadura con respecto a la otra en funcionamiento en el vehículo, esto suponiendo que la articulación no está sometida a esfuerzos excéntricos o a esfuerzos parásitos que tienden a deformarla. Estas articulaciones así constituidas son el objeto del método y del dispositivo según la presente invención.

20 Las dos armaduras, respectivamente interior y exterior, de estas articulaciones están fijadas, respectivamente, a las dos piezas a ensamblar. Las vibraciones en dinámica que una pieza comunica a la otra son, así, obligadas a pasar por el sistema mixto "caucho, plástico y eventuales cámaras hidroelásticas" situado entre las dos armaduras y que une estas últimas. La consecuencia es un desfase entre señales de entrada y de salida, siendo este desfase variable con la frecuencia de excitación. Se comprende así toda la importancia que reviste la calidad de la filtración de este sistema a las diferentes frecuencias posibles de excitación; pudiendo ser juzgada una articulación que presenta un defecto de fabricación buena en desfase a una frecuencia dada y mala para otra frecuencia de excitación. Ahora bien, la calidad de filtración de una articulación es capital para el confort del vehículo en todo el intervalo de frecuencias considerado.

25 En el estado de actual de la técnica, se utiliza para controlar la calidad de las articulaciones en producción una máquina servo-hidráulica que aplica, a una frecuencia dada, un desplazamiento sinusoidal de amplitud constante a una de las armaduras y se miden, sobre la otra armadura, el esfuerzo, la rigidez y la fase de la señal de salida. Estos valores de señal de salida dependen de la frecuencia de la señal de entrada y cambian fuertemente con la frecuencia de forma no proporcional. Una figura anexa A muestra el principio de funcionamiento esquemático de la técnica anterior para controlar la calidad de una articulación. La articulación a comprende una primera armadura b y una segunda armadura c. La primera armadura está conectada a la segunda armadura por un muelle d y, en paralelo, un amortiguador e. La primera armadura b está fijada y la segunda armadura c es excitada por un generador de frecuencias con una amplitud constante, una frecuencia creciente y una fuerza f predeterminada. Las características de la articulación a están determinadas por un barrido de frecuencias. Un barrido de frecuencias dura mucho tiempo, por ejemplo mucho más de 30 segundos. Además, los aparatos para hacer un barrido de frecuencias tal son extremadamente caros. Para evitar pasar demasiado tiempo para controlar estos valores, uno se conforma con controlarlos para algunas frecuencias precisas de señal sinusoidal de entrada, a veces para una sola frecuencia. Se pasan por alto, entonces, posibles desviaciones de calidad de la articulación para otras frecuencias. Se denomina a estos controles a frecuencias diferentes "puntos de control". Incluso limitándose a algunos puntos de control, se llega a tiempos de ciclo de más de 10 segundos para el control de una articulación, lo que es demasiado grande para integrar tales máquinas de ensayo en la línea de producción. Hace falta, pues, hacer estos controles con extracción, en otro taller fuera de la línea, sin posibilidad de reacción inmediata sobre la calidad de las operaciones aguas arriba para corregir una eventual desviación. La noción de control en continuo con influencia inmediata sobre el proceso de producción de las armaduras aguas arriba es económicamente imposible.

30 Por otra parte, los constructores de automóviles que compran estas articulaciones demandan simplemente el respeto de sus pliegos de condiciones sobre todo un intervalo de frecuencias; si ellos imponen, por ejemplo, una rigidez mínima que no sobrepase tal valor en tal intervalo de frecuencias, se puede llegar a que, controlando las articulaciones a una sola frecuencia precisa con el método actual, se declare erróneamente la pieza mala porque no

se ha ensayado la articulación en las frecuencias vecinas. A la inversa, se puede suponer erróneamente que la articulación es buena a partir de un solo punto de control positivo mientras que la respuesta frecuencial muestra desviaciones en otros intervalos de frecuencias. Haría falta, pues, multiplicar el número de punto de medida lo que no es concebible industrialmente.

5 Por fin, en el estado actual de la técnica, se aplica a la entrada el desplazamiento sinusoidal sobre una armadura en un punto dado de esta última y según una dirección dada. Ahora bien, estas articulaciones tienen varios grados de libertad y son conducidos a trabajar a veces de forma ligeramente desalineada sobre el vehículo. Las máquinas actuales de ensayo no permiten tales controles en posiciones desalineadas de forma industrial y económica.

10 El documento de patente de EE.UU. US 2003/0172714 A1 se relaciona con un aparato de evaluación de rendimientos de amortiguación para los dispositivos de amortiguación.

15 La publicación "Impulse Technique for Structural Frequency Response Testing" (William G. Halvorsen, David L. Brown; 30 de noviembre de 1.977) trata de ensayos de respuesta en frecuencia estructural.

La publicación "The Fundamentals of Modal Testing" (Agilent Technologies, 31 de mayo de 2.000) se refiere a técnicas de análisis modal experimental.

20 El documento de patente japonesa JP 2006 292481 A se relaciona con un método para ensayar plásticos reforzados con fibras.

25 El documento de patente alemana DE 103 40 138 A1 se relaciona con un dispositivo para la realización de un análisis experimental del modelo de un componente.

30 En la solicitud de patente de EE.UU. US 2003/0172714 A1 se divulgan un aparato y un método para la evaluación de un amortiguador. El aparato utiliza un brazo al cual está fijado un martillo que cae por la fuerza de la gravedad a partir de una posición de reposo predeterminada sobre el amortiguador de vibraciones para producir un impacto. Un análisis de frecuencias se utiliza para determinar la frecuencia de resonancia. Además, a partir de un valor máximo de un análisis espectral, un producto bueno puede ser distinguido de un producto malo. Por el método divulgado en esta solicitud de patente, las características del miembro hidráulico de una articulación hidroelástica no pueden ser controlados. Además, la cadencia de controles está limitada por el tiempo de movimiento del brazo desde una posición de impacto hasta la posición de reposo predeterminada y el tiempo de caída.

35 El objeto de la invención es poner a disposición un método para controlar la calidad, particularmente las características de la amortiguación del miembro hidráulico, de una articulación hidroelástica en un tiempo de cadencia extremadamente corto.

40 Este método es la utilización en la línea de producción, sin ralentización de la cadena de producción de articulaciones, de un instrumento de choque, perfeccionado con respecto al estado de la técnica existente, que viene a impactar en una duración inferior a 15 milisegundos una primer armadura, combinado con el análisis de la respuesta de rigidez y fase sobre la gama de frecuencias total entre 0 y 2.000 Hz, lo más generalmente entre 0 y 1.000 Hz, de esta misma armadura y la discriminación simultánea de piezas buenas o malas con indicación de la naturaleza del eventual defecto, mientras que la segunda armadura es mantenida fija durante todo este ensayo por un dispositivo de sujeción exterior, incluidas la colocación de la articulación y su evacuación después del impacto y la medida en menos de 10 segundos. Permitiendo, ventajosamente, el análisis frecuencial de la señal de salida de una de las armaduras, cuando se le aplica un impacto, una comparación en todo o en parte con una banda pasante autorizada para detectar automáticamente los puntos que salen de la tolerancia y a la frecuencia que se produce esto. La técnica de impactos, denominada del "martillo instrumentado" o "ensayo de impulso", se conoce desde hace mucho tiempo. La teoría descansa sobre la utilización de un impacto muy breve, próximo a una impulsión de Dirac, destinado a excitar una estructura y sobre la transformación en análisis de Fourier de la respuesta de esta estructura sobre todo un intervalo de frecuencias. Ésta se aplica, por ejemplo, a piezas para verificar su funcionamiento o su integridad, como en el documento de patente de EE.UU. US 4,342,229 del 3 de agosto de 1.982, el documento de patente internacional WO/2006/074506 publicada el 20/7/06 o el documento de patente japonesa 2006292481 publicada el 26/10/06. En cambio, esta técnica no ha sido utilizada jamás, hasta donde conocemos, para controlar una producción en grandes series de articulaciones con o sin cámaras hidroelásticas, analizando simultáneamente el impacto y sus consecuencias en desplazamiento, esfuerzo y desfase sobre una misma armadura, a la vez que se seleccionan las piezas buenas de las malas sin ralentizar la cadencia de la línea de producción. Se trata, pues, de la aplicación nueva a la familia de las articulaciones de un método existente a fin de poder integrar este control en la línea de producción respetando una cadencia inferior a 10 segundos de tiempo de ciclo y a fin de poder apartar las articulaciones malas sin correr el riesgo de equivocarse ni de apartar piezas buenas y de poder conocer el origen de la no conformidad por el análisis de resultados.

65 Según la reivindicación 1, la invención se relaciona con un método para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación destinada a conectar otras dos piezas filtrando la transmisión de vibraciones

entre estas otras dos piezas. Dicha articulación está llamada a trabajar en axial, radial o en torsión, que posee o no una o varias cámaras hidroelásticas particularmente rellenas por un fluido hidráulico, como un líquido o un gas hidráulico, y que está compuesta por dos armaduras cilíndricas concéntricas, estando la armadura interior situada en gran parte en el volumen definido por la armadura exterior, estando conectadas estas dos armaduras por un conjunto de componentes de caucho o elastómero y, en caso necesario, de plástico y piezas metálicas, estando dichas armaduras ellas a su vez fijadas respectivamente a las otras dos piezas que conecta la articulación. Se aplica en el método una técnica del control por impacto a la cadencia de la línea de producción de las articulaciones, o sea menos de 10 segundos de tiempo de ciclo, para identificar durante un análisis frecuencial de la oscilación de la zona de la articulación impactada, las piezas buenas de las malas. Los valores de desfase del análisis frecuencial son comparados con una banda pasante de desfase autorizada. Por ejemplo, la banda pasante de desfase autorizada puede estar definida por una envolvente.

Típicamente, los valores de desfase que resultan del análisis frecuencial son comparados en al menos un intervalo de frecuencias limitado dado, situándose la banda de frecuencia dada, en particular, en el intervalo de frecuencias total de 0 a 2.000 Hz. Los valores de desfase que resultan del análisis frecuencial son comparados en al menos dos intervalos de frecuencias dado(s), situándose el intervalo de frecuencias dado en el intervalo de frecuencias total de 0 a 2.000 Hz, estando los intervalos de frecuencias limitados dados, en particular, separados el uno del otro, en particular en al menos 10 Hz.

Por ejemplo, un intervalo de frecuencias limitado está definido alrededor de un valor de frecuencias de un máximo relativo y/o de un mínimo relativo del desfase, en particular de una curva de referencia de desfase.

En un modo de realización, un intervalo de frecuencias se extiende desde alrededor de 100 Hz hasta alrededor de 200 Hz, en particular, entre alrededor de 120 Hz y alrededor de 180 Hz, desde alrededor de 200 Hz hasta alrededor de 300 Hz, en particular, entre alrededor de 220 Hz y alrededor de 290 Hz y/o desde alrededor de 350 Hz hasta alrededor de 450 Hz, en particular, entre alrededor de 370 Hz y alrededor de 430 Hz. En otro modo de realización los valores de desfase o del módulo de varios intervalos de frecuencias limitados son comparados con valores de referencia, por ejemplo una banda pasante autorizada.

En otro ejemplo, un intervalo de frecuencias está definido alrededor de un valor de frecuencias de paso de 90 o 180 grados de desfase de una curva de referencia.

Según la reivindicación 4, la invención se relaciona con un método para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación destinada a conectar otras dos piezas filtrando la transmisión de vibraciones entre estas otras dos piezas, dicha articulación está llamada a trabajar en axial, radial o en torsión, que posee o no una o varias cámaras hidroelásticas particularmente rellenas por un fluido hidráulico, como un líquido o un gas hidráulico, y que está compuesta por dos armaduras cilíndricas concéntricas, estando la armadura interior situada en gran parte en el volumen definido por la armadura exterior, estando conectadas estas dos armaduras por un conjunto de componentes de caucho o elastómero y, en caso necesario, de plástico y piezas metálicas, estando dichas armaduras a su vez fijadas respectivamente a las otras dos piezas que conecta la articulación, aplicando una técnica del control por impacto a la cadencia de la línea de producción de las articulaciones, o sea menos de 10 segundos de tiempo de ciclo, para identificar, durante un análisis frecuencial de la oscilación de la zona de la articulación impactada, las piezas buenas de las malas en un intervalo de frecuencia total, en particular de 0 a 2.000 Hz, caracterizado por que los valores de módulo del análisis frecuencial son comparados con una banda pasante de módulo autorizada que envuelve una curva de módulo de referencia en un intervalo de frecuencias limitado, en particular entre alrededor de 50 y alrededor de 250 Hz, comprendido en el intervalo de frecuencias total, y por que el intervalo de frecuencias limitado está definido alrededor de una frecuencia de un primer pico de resonancia de la curva de referencia, teniendo la frecuencia del primer pico de resonancia una frecuencia inferior a un valor de frecuencia de un segundo pico de resonancia de la curva de referencia.

Según la invención, se comparan los valores de módulo que resultan del análisis frecuencial de la oscilación de la armadura impactada en dos intervalos de frecuencias limitados, estando definido el primer intervalo de frecuencias limitado alrededor de la frecuencia del primer pico de resonancia de la curva de referencia y el segundo intervalo de frecuencias limitado está separado del primer intervalo de frecuencias limitado, en particular en al menos 100 Hz.

En un modo de realización, un intervalo de frecuencias limitado se extiende desde alrededor de 50 Hz hasta alrededor de 250 Hz, en particular, entre alrededor de 100 Hz y alrededor de 200 Hz.

En un ejemplo de un modo de realización, los valores de módulo que resultan del análisis frecuencial de la articulación controlada, en particular en el intervalo de frecuencias limitado, forman una curva, presentando la curva un máximo relativo y después un mínimo relativo, siendo comparada la frecuencia del mínimo con una banda de frecuencias predeterminada, en particular la banda de frecuencias que está comprendida entre alrededor de 140 y alrededor de 150 Hz, estando la frecuencia, preferentemente, en la banda de frecuencias predeterminada para las piezas buenas, y/o presentando la segunda curva un máximo relativo y después un mínimo relativo, siendo comparado el valor del mínimo relativos con un valor predeterminado, en particular el valor del mínimo relativo que

es inferior o igual al valor predeterminado para las piezas buenas.

5 Según la invención, en un modo de realización, el segundo intervalo de frecuencias limitado está definido alrededor de la frecuencia del segundo pico de resonancia de la curva de referencia que es, en particular, el máximo absoluto de la curva de módulo de referencia, preferentemente entre alrededor de 350 y alrededor de 450 Hz, y/o el segundo intervalo de frecuencias limitado se extiende desde alrededor de 500 Hz hasta alrededor de 800 Hz, en particular entre alrededor de 550 Hz y alrededor de 700 Hz. En un modo de realización, el valor de módulo del primer pico es inferior al valor de módulo del segundo pico.

10 En otro modo de realización, la curva de referencia de módulo o de desfase en el espacio de frecuencias es generada por un análisis por impacto de una articulación de referencia buena o una simulación numérica de una articulación de referencia buena.

15 En un modo de realización, la banda pasante autorizada que envuelve la curva de módulo o de desfase de referencia está formada por una curva de valores de módulo o de desfase máximos y una curva de valores de módulo o de desfase mínimos, teniendo la curva de valores de módulo o de desfase máximos y mínimos, en particular, una distancia entre ellas de menos de alrededor del 15 por ciento del valor máximo de la curva de módulo o de desfase de referencia, en particular de menos de alrededor del 10 por ciento, preferentemente de menos de alrededor del 5 por ciento.

20 Además, se prevé un dispositivo para controlar la rigidez o la fase de una articulación hidroelástica, estando destinada la articulación a conectar otras dos piezas filtrando la transmisión de vibraciones entre estas otras dos piezas, dicha articulación está llamada a trabajar en axial, radial o en torsión, que posee o no una o varias cámaras hidroelásticas, particularmente, rellenas por un fluido hidráulico, como un líquido o un gas hidráulico, y que está compuesta por dos armaduras cilíndricas concéntricas, estando la armadura interior situada en gran parte en el volumen definido por la armadura exterior, estando conectadas estas dos armaduras por un conjunto de componentes de caucho o elastómero y, en caso necesario, de plástico y piezas metálicas, estando dichas armaduras a su vez fijadas, respectivamente, a las otras dos piezas que conecta la articulación, comprendiendo el dispositivo una cabeza de impacto para ejercer un impacto sobre una de estas armaduras, y un soporte para mantener la articulación sujeta sin deformación irreversible al nivel de la otra de sus armaduras que se encuentra, así, fijada sin desplazamiento posible, caracterizado por que el dispositivo comprende, además, un accionador magnetoeléctrico para acelerar la cabeza de impacto sobre la armadura.

25 En un modo de realización, el dispositivo está adaptado para ejercer un esfuerzo de impacto sobre la articulación entre 180 N y 300 N, preferentemente entre 200 N y 270 N, en particular alrededor de 210 N.

30 El dispositivo asociado al método reivindicado permite controlar, en tiempo real, que el impacto creado sobre la armadura es hecho siempre sin rebote y en un lapso de tiempo sensiblemente igual a la consigna elegida, a su vez inferior a los 15 milisegundos indicados más arriba, y que el espectro de esfuerzo de impacto y su nivel son conformes a la consigna elegida. Se habla, así, de método y de dispositivo de impacto perfeccionado con respecto al estado de la técnica existente porque el dispositivo permite autocontrolarse, es decir, controlar su propio proceso de impacto además del control del producto "articulación".

35 Este método se distingue también del estado de la técnica existente en materia de control por impacto en que la posición del punto de impacto sobre la una de las dos armaduras escogida, estando la otra fija, puede ser a su vez escogido fuera del eje teórico de trabajo o de simetría, mientras que existen sobre esta armadura escogida varios captadores de desplazamiento situados en lugares tales que se simule el trabajo de una articulación ligeramente deformada en presencia de esfuerzos centrados o excéntricos o de pares torsores; esto para tener en cuenta las deformaciones de la articulación en funcionamiento real sobre un vehículo y el hecho de que el desplazamiento de la armadura sobre la cual se mide la señal de salida no es siempre colineal con la dirección del impacto de entrada. Por supuesto, la respuesta de los diferentes captadores de salida se analiza de forma simultánea para que la cadencia de la línea de producción permanezca inalterada.

40 Este método y su dispositivo asociado se distinguen, igualmente, de la técnica existente en materia de control por impacto por que se puede utilizar los captadores de salida para venir a aplicar un esfuerzo centrado o excéntrico sobre la armadura en la cual se quiere medir el desplazamiento en análisis frecuencial, de forma que se reproduzca durante el control una geometría próxima a las condiciones en servicio; por ejemplo, cuando los ejes de las armaduras exteriores e interiores ya no coinciden más a causa de los esfuerzos transmitidos por las dos piezas a ensamblar. O, por ejemplo, cuando los ejes de las dos armaduras permanecen colineales pero que una de las armaduras ha sufrido una rotación alrededor de este eje con respecto a la otra armadura, o que una armadura ha sufrido una traslación según su eje con respecto a la otra armadura. Los esfuerzos ejercidos permanecen, por supuesto, pequeños y no es cuestión de deformar de forma irreversible la articulación. Una primera variante para controlar una articulación ligeramente deformada consiste en montar el captador de salida sobre un dispositivo elástico calibrado y comprimir este dispositivo elástico hasta que el captador de salida, apoyado sobre la armadura a la que se analiza, indique la fuerza con la cual se quiere empujar sobre dicha armadura. Este captador de salida

- debe, entonces, ser del tipo activo para que pueda convertir las variaciones de carga en variaciones de tensión. La fuerza de impacto debe, a su vez, ser superior a la fuerza ejercida por el captador sobre la armadura sobre la cual se aplica. Otra variante, si se quiere evitar el empujar directamente con el(los) captador(es), consiste en ejercer este esfuerzo, sobre la armadura destinada a ser impactada, por un dispositivo independiente de los captadores de salida; por ejemplo, un muelle calibrado o cualquier otro dispositivo elástico del cual se conoce con precisión la curva característica carrera-esfuerzo. El (los) captador(es) de salida son, entonces, durante la medida, fijados por un dispositivo imantado sobre la armadura de la cual se analiza la respuesta a un impacto. Puede tratarse, también, de captadores láser que no necesitan un contacto directo con la armadura.
- Por supuesto, la fuerza del impacto, en todos los casos, se escoge de tal manera que no se corra el riesgo de dañar o deformar de forma irreversible la articulación.
- El dispositivo puede estar concebido, también, de forma que el o los captador(es) de salida se pongan en contacto automáticamente con la armadura de la cual se quiere medir el desplazamiento en análisis frecuencial; esta condición se cumplirá, ventajosamente, por la utilización de un soporte imantado fijado al captador, cuyo soporte imantado viene a fijarse sobre una zona definida de la armadura en cuestión y, preferentemente, a cooperar geoméricamente con una parte de esta armadura para situar bien siempre el captador. Esta disposición es útil para los captadores de tipo piezoeléctrico. Otra solución consiste en venir a apoyar el captador con una fuerza precisa en un lugar determinado de la armadura de la cual se quiere medir el desplazamiento en análisis frecuencial, de forma que dicha fuerza provoque una deformación reversible de la articulación y, así, se aproxime a ciertas condiciones de utilización en servicio. Por supuesto, se puede, también, medir la señal de salida por captadores sin contacto de tipo láser o hacer una mezcla entre tipos de captadores de salida, siendo unos con simple contacto imantado, pudiendo otros ejercer un esfuerzo y otros sin contacto.
- La descripción que sigue permite aportar un cierto número de precisiones o variantes a las principales características explicadas arriba y mostrar algunos ejemplos de dispositivos que responden a la presente invención.
- La figura 1 es una vista esquemática en corte de un dispositivo conforme a la presente invención para controlar una articulación tipo cojinetes soporte hidroelástico de funcionamiento axial.
- La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva del modo de sujeción de la articulación de la figura 1 en su montaje de control.
- La figura 3 es una vista esquemática en corte de un dispositivo de acuerdo con la presente invención para controlar una articulación de tipo palier hidroelástica de funcionamiento radial.
- La figura 4 es una vista esquemática en corte de un dispositivo conforme a la presente invención para controlar un palier destinado a trabajar en torsión.
- La figura 5 detalla un modo de concepción particular del sistema de impacto.
- La figura 6 muestra esquemáticamente otro modo de concepción del sistema de impacto.
- La figura 7a muestra, en forma de curva, las señales suministradas por un captador de esfuerzo situado en un sistema de impacto.
- La figura 7b muestra, en forma de curva, las señales suministradas por un captador de desplazamiento.
- La figura 8 muestra un principio de funcionamiento esquemático de un control de una articulación hidroelástica.
- La figura 9 muestra, en forma de curva, el análisis frecuencial de una señal suministrada por un captador de esfuerzo.
- La figura 10a muestra, en forma de curva de módulo, el análisis frecuencial de señales suministradas por un captador de desplazamiento y de esfuerzo cuando la armadura sobre la cual está aplicado es excitada por un impacto.
- La figura 10b muestra, en forma de curva de desfase, el análisis frecuencial de señales suministradas por un captador de esfuerzo y un captador de desplazamiento cuando la armadura sobre la cual están aplicados es excitada por un impacto.
- La figura 11 y la figura 12 esquematizan la aplicación del presente método a articulaciones deformadas voluntariamente por traslación o rotación de una armadura con respecto a la otra.
- En la figura 1, la articulación hidroelástica 1 está constituida por una armadura cilíndrica exterior metálica 10 que presenta una collarín rebajado 11, una armadura interior 12 coaxial en origen con la armadura exterior 10, un separador de plástico 13 encajado sobre la armadura interior 12, varias partes de elastómero 14, 15 y 16 adheridas, pegadas o encajadas sobre una u otra de las armaduras y, por fin, dos cámaras hidroelásticas 17. La articulación 1 posee en el caso presente un eje de trabajo teórico 18 que es al mismo tiempo el eje de simetría de la articulación. Esta articulación es colocada durante el ciclo de producción entre dos semicoquillas 20 y 21 que sujetan la articulación al nivel de su armadura exterior 10 con una fuerza suficiente para evitar cualquier deslizamiento durante el impacto, a la vez que evitan cualquier deformación irreversible de la articulación. En el caso presente, el collarín circular 11 de la armadura exterior 10 viene a apoyarse sobre las semicoquillas 20 y 21; pero ciertas articulaciones similares no tienen collarín y es, pues, importante controlar bien la fuerza de mantenimiento de las dos semicoquillas 20 y 21 sobre la armadura que aquellas mantienen. Estas semicoquillas 20 y 21 pueden tomar varios formas y medios de cierre y sujeción. Deben, no obstante, tener una masa y una rigidez suficiente para no perturbar el

análisis de las señales de salida.

5 El sistema de impacto está representado por el conjunto 3 que comprende un émbolo especial 31, un captador de esfuerzo 32 situado sobre el vástago de salida del émbolo y una punta de impacto 33. Cuando el impacto es provocado, el sistema 3 propulsa la punta 33 contra la armadura interior 12 según la dirección 35 a su vez colineal, en el caso presente, con el eje de trabajo teórico 18 de la articulación. Durante el impacto, la punta 33 está representada en 34 en esta figura y el contacto con la armadura interior 12 se hace uniformemente sobre el borde de la superficie interior 121 de esta armadura. Tan pronto como se realiza el impacto, el sistema 3 vuelve a subir instantáneamente para evitar el mantener el contacto de la punta 33 sobre la articulación. No se sale del marco de la presente invención disponiendo el sistema de impacto un poco más a derecha o a izquierda del eje de trabajo teórico 18. El impacto creado por el choque entre la punta 33 y la armadura interior 12 es, entonces, hecho de forma excéntrica con respecto al eje 18. No se sale tampoco del marco de la presente invención embridando la armadura interior 12 de la articulación y haciendo el impacto y las medidas de desplazamiento sobre la armadura exterior 10 si la forma de la articulación se presta mejor, así, a este método de impacto. Es, entonces, la armadura interior 12 la que debe ser fijada rígidamente, por ejemplo gracias a un mandril expansible que vendría a alojarse en la superficie interior 121 de la armadura interior 12 y viene después a bloquear esta armadura durante el ensayo de impacto sobre la armadura exterior 10.

20 En esta figura 1, el sistema de medida de las consecuencias del impacto sobre la armadura 12 está representado en 4; incluye un captador de salida 40 que mide la aceleración de la armadura interior 12. Aquél está fijado a un pequeño imán 41, una parte cilíndrica 42 del cual viene a alojarse en la superficie interior 121 de la armadura interior 12 para que, una vez en posición, el captador 40 se encuentre siempre en el mismo lugar. Cuando la medida se termina, un pequeño sistema, no representado aquí, extrae la punta 42 de la superficie interior 121 para liberar el captador 40 de la articulación 1.

25 En un modo de realización, el captador de salida 40 puede ser un captador de velocidad para registrar las oscilaciones de la armadura impactada.

30 El captador de esfuerzo de impacto 32 y el captador de aceleración 40 están conectados los dos, respectivamente, a una central de adquisición y un ordenador 5 por las conexiones 321 y 401. El ordenador 5 permite hacer el análisis frecuencial utilizando la transformada de Fourier de la señal de salida con respecto a la señal de entrada. Se detectan, así, las aceleraciones, rigideces, picos de amplificación o de amortiguación y los desfases correspondientes, y esto para todas las frecuencias de un intervalo que va habitualmente de 0 a 2.000 Hz, de la armadura 12 cuando ésta es excitada por un impacto. El límite de 2.000 Hz está dado aquí a título indicativo y depende del tipo de articulación y del pliego de condiciones del cliente; en ciertas aplicaciones se limitará a 800 Hz, en otras a 1.000 Hz o 1.500 Hz.

40 El conjunto de este dispositivo está fijado sobre un pórtico 6. La implementación del presente dispositivo según la invención consiste en venir manual o automáticamente a colocar la articulación 1 entre las semicoquillas 20 y 21, a apretar estas últimas sobre la armadura exterior de esta articulación, provocar el impacto sobre la armadura interior 12 y medir los desplazamientos o aceleraciones de esta armadura 12 cuando es excitada por el impacto. Cuando la medida se termina, las dos semicoquillas se separan para se pueda librar la articulación que, según que sea buena o mala, será encaminada manual o automáticamente hacia la cubeta apropiada.

45 La figura 2 es una vista esquemática del sistema de mantenimiento y de sujeción de una articulación según la presente invención. La articulación 1 es colocada entre las dos semicoquillas 20 y 21 de forma que el eje 18 de la articulación coincida sensiblemente con el eje 19 del dispositivo. Se puede disponer una de las dos semicoquillas, por ejemplo la 21, ya en posición fija o casi cerrada para facilitar la colocación de la articulación 1. Después, las dos semicoquillas se cierran sobre la articulación 1 y vienen a sujetarla sobre su armadura exterior 10. Los dos ejes 18 y 19, entonces, se confunden.

55 La figura 3 representa la aplicación de la presente invención a otro tipo de articulación. Este tipo de articulación está destinado a trabajar radialmente y ya no axialmente. Esta vez, es la armadura interior 12 la que es mantenida rígidamente por dos puntas 22 y 23 que vienen a posicionarla y bloquearla al nivel de su superficie interior 121. Se ha representado aquí en 17 cámaras hidroelásticas pero recordemos que no se sale del marco de la presente invención si la articulación no posee tales cámaras. El dispositivo de impacto 3 está representado aquí colineal con el eje Z radial que pasa por el medio de la articulación. Sin salir del marco de la presente invención, se puede, también, desplazar el eje del sistema de impacto 3 para que el impacto se haga hacia uno cualquiera de los extremos de la armadura exterior 10 y poder así examinar el comportamiento vibratorio de la armadura 10 cuando es solicitada por un impacto que la obligue a moverse parcialmente en forma cónica, es decir, cuando el eje 18 de la armadura interior ya es al mismo tiempo el de la armadura exterior 10.

60 Se han dispuesto tres captadores de desplazamiento, respectivamente 40a, 40b y 40c sobre la periferia de la armadura 10. Estos captadores son, preferentemente, dispuestos sobre una generatriz del cilindro que forma la armadura 10 colocada opuesta de aquella sobre la cual se hace el impacto. Se puede, no obstante, disponer estos

tres captadores sobre otras generatrices para tener en cuenta los desplazamientos transversales de la armadura 10, en particular si se quiere asegurarse que la articulación tiene un comportamiento homogéneo en radial. Los tres captadores son o bien fijados sobre la articulación con un imán, o bien son sin contacto del tipo láser. No se sale del marco de la presente invención si en lugar de tres captadores se coloca un número cualquiera, siempre y cuando el sistema de adquisición y de tratamiento de la señal 5 sea capaz de tratar simultáneamente todas las informaciones transmitidas en un plazo inferior a 10 segundos, comprendidos la colocación de la articulación sobre su montaje de medida 7, el impacto y la evacuación de la articulación después de la medida. Las informaciones del dinamómetro 32 son enviadas al centro de tratamiento 5 por la conexión 321. Las informaciones de los captadores 40a, b y c son enviadas de forma separada por sus conexiones respectivas 401 a, b y c.

La figura 4 representa un modo de aplicación de la presente invención a articulaciones que trabajan en torsión. La vista a la izquierda es una vista en corte AA de la vista de la derecha. El modo de trabajo de tales articulaciones consiste en hacer girar una armadura con respecto a la otra y en amortiguar y desfasar los movimientos relativos gracias a la presencia de elastómero y de cámaras hidroelásticas entre estas dos armaduras. Como anteriormente, estas armaduras son fijadas respectivamente a otras dos piezas, que ellas permiten conectar, a la vez que filtran las vibraciones transmitidas de la una a la otra. La articulación posee siempre una armadura exterior 10 y una armadura interior 12. Estas dos armaduras son cilíndricas, concéntricas y de eje de revolución 18. La armadura interior 12 es mantenida embriada e inmóvil por las dos puntas 22 y 23 respectivamente que se apoyan sobre la superficie interior 121 de la armadura interior 12. Se puede también embriar la armadura interior 12 mediante cualquier otro medio, como un mandril expansible que viene en la superficie interior 121 por ejemplo, y esto sin salir del marco de la presente invención.

La armadura exterior 10, que está llevada en servicio a girar alrededor de la armadura interior 12, está provista habitualmente de uno o varios salientes 10a que permiten transmitir un movimiento de rotación según una dirección R. Sin salir del marco de la presente invención, se puede tratar de uno o varios salientes o de un entallado o de una sucesión de dientes de engranaje, siendo posibles todas estas formas y estando determinadas lo más a menudo según la manera en la cual esta armadura exterior es fijada a la pieza correspondiente. En la figura 4, se ha representado un solo saliente 10a para simplificar. Es sobre este saliente que se va a venir a ejercer un impacto por una punta 33 comandada por el sistema de impacto 3. Estando la armadura interior 12 fijada al montaje de medida, es la armadura exterior 10 la que va a ponerse en movimiento a causa de la excitación debida al impacto. Un captador de movimiento y de aceleración 40 va a registrar la señal de salida que a su vez será tratada por el ordenador 5 al mismo tiempo que la señal que viene del dinamómetro 32 del sistema de impacto 3. Si el análisis frecuencial de la señal de salida indica una anomalía, la articulación será declarada mala.

La figura 5 es una representación esquemática de un generador de impacto 3. Un émbolo 31 viene a accionar una masa 34 en el extremo de la cual se encuentra un dinamómetro 32 y el propio dispositivo de impacto 33. Dos muelles 35 y 36 permiten hacer variar las velocidades y energía del impacto para adaptarlo a la familia de articulación a controlar en la línea de producción. No se detallará más este dispositivo, excepto en que la señal que sale del dinamómetro 32 por el cable 321 se utiliza no solamente para el análisis frecuencial de la relación entre la señal de entrada y la señal de salida sino también para verificar que el impacto ha sido único, sin rebote, respetando una consigna de espectro de esfuerzo, de nivel y de duración de impacto precisas. Permitiendo esta disposición un autocontrol del proceso de medida en el caso en el que, por ejemplo, la punta 33 vendría a desafilarse, partirse o en el caso en el que los muelles 35 y 36 ya no llevasen a cabo su función o en el caso en el que el émbolo 31 ya no funcionara correctamente.

La figura 6 es una representación esquemática de otro modo de realización de un generador de impacto 100. El generador de impacto 100 comprende un vástago 102 con una cabeza de impacto 104 en la cual está dispuesta una punta de impacto 106 con la cual es ejercida una impulsión sobre una armadura 120 de una articulación hidroelástica 122. Por ejemplo, la articulación hidroelástica puede ser la articulación mostrada en la figura 1. La articulación hidroelástica comprende una segunda armadura 124 que es mantenida por un soporte 126. La cabeza de impacto 104 comprende, además, un captador de esfuerzo 108 fijado al vástago, en particular en forma de un captador piezoeléctrico. Además, un accionador electromagnético 110 está dispuesto para generar un desplazamiento del vástago. El vástago, la cabeza de impacto, la punta de impacto y el captador de esfuerzo forman juntos una parte móvil del generador de impacto. La parte móvil puede ser desplazada desde una primera posición de reposo hasta una segunda posición de impacto donde la cabeza de impacto percute la articulación. En un modo de aplicación, un muelle está adaptado para retirar la parte móvil hasta la posición de reposo después de cada impulsión. La parte móvil y, pues, la cabeza de impacto, es acelerada por el accionador electromagnético. El esfuerzo del generador de impacto es controlado por un controlador 116.

Por ejemplo, el generador de un impacto puede ejercer un esfuerzo de 250 N sobre la articulación. En un modo de realización, el intervalo de esfuerzos es entre 180 N y 300 N, preferentemente entre 200 N y 270 N, por ejemplo alrededor de 210 N. El esfuerzo aplicable sobre la articulación a ensayar es variable y puede ser adaptado a la articulación a ensayar. En un modo de ejecución, el captador de esfuerzo 32 puede ser un captador piezoeléctrico. El impacto y el esfuerzo del generador de impacto pueden ser ejecutados y controlados por el accionador electromagnético.



5 La figura 7a muestra una curva de impacto ejercido sobre una articulación en el espacio del tiempo. El impacto percute la articulación poco antes de 20 milisegundos con un esfuerzo máximo de aproximadamente 210 N. El impacto dura entre 5 y 8 milisegundos. La articulación es excitada por el generador de impacto y ejerce una oscilación amortiguada. Esta oscilación amortiguada es registrada por el captador de desplazamiento 40. La figura 7b muestra una señal de salida del captador de desplazamiento 40 de la articulación que es excitadas por el impacto mostrado en la figura 7a en una forma de una oscilación amortiguada. Ahora bien, la figura 7b muestra la respuesta impulsional de una articulación en el espacio del tiempo.

10 Si un objeto es excitado con una impulsión de Dirac, es posible deducir a partir de la respuesta impulsional la función de transferencia del objeto. Por ejemplo, si una articulación es excitada por una impulsión, es posible deducir de la respuesta impulsional la función de transferencia de la articulación. La función de transferencia depende de las características de la articulación, por ejemplo de una constante de rigidez y una constante de amortiguación. Ahora bien, a partir de la respuesta impulsional es posible deducir estas características. Es pues importante, para  
15 simplificar los cálculos, conocer un modelo teórico de la articulación.

La figura 8 muestra un principio de funcionamiento esquemático de un control de una articulación hidroelástica por impacto. La articulación 70 comprende un muelle 74 y un amortiguador 76 que son conectados en paralelo entre una primera armadura 77 y una segunda armadura 78 que tienen una masa m. El muelle 74 tiene una constante de rigidez k y el amortiguador 76 tiene una constante de amortiguamiento C. La primera armadura 77 está fijada y la segunda armadura 78 es impactada por un esfuerzo 79. La segunda articulación ejerce después del impacto una oscilación con una amplitud decreciente. El valor de desplazamiento de la segunda armadura 78 es designado Xm.

25 En un modelo matemático, la articulación puede ser descrita con una ecuación diferencial de segundo orden:

$$m\ddot{x} + C\dot{x} + kx = F_0 \cos \omega t$$

A partir de la ecuación diferencial es posible deducir las ecuaciones de desplazamiento de la masa 78:

$$X_m = \frac{F_0}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + C^2 \omega^2}}$$

30

y

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{C \omega}{k - m\omega^2}$$

35 Se puede calcular a partir de las ecuaciones de desplazamiento de la masa m, la constante de rigidez k del muelle 74 y la constante de amortiguación C del amortiguador 76:

$$k = \frac{F_0}{X_m} \times \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}}} + m\omega^2$$

$$C = \frac{F_0}{X_m} \times \frac{1}{\omega \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}}}$$

Ahora bien, a partir de la función de transferencia de la articulación esfuerzo/ $X_m$  (desplazamiento de la articulación) es posible deducir los parámetros  $k$  y  $C$ . Es de resaltar que la constante de rigidez y la constante de amortiguación dependen de la frecuencia  $\omega$  y el desfase  $\phi$ . En una producción de una articulación es importante conocer las características en una o varios intervalos de frecuencias dados para determinar los productos defectuosos y exentos de error.

La figura 9 muestra la impulsión del generador de impacto en el espacio de frecuencias de 0 a 50 Hz. En el espacio de frecuencias la impulsión del generador de impacto es casi constante con una ligera pendiente. Una impulsión de Dirac perfecta sería, en el espacio de frecuencias, constante.

La figura 10 resume y compara las curvas que resultan del análisis frecuencial cuando se utiliza el método de impactos según la presente invención. Contrariamente al método actual, que utiliza un generador de señal sinusoidal de amplitud constante y con el cual no se mide generalmente más que 3 puntos de medida de rigidez y de fase a tres frecuencias diferentes, se utiliza con la presente invención una salida gráfica del análisis frecuencial que da el módulo y la fase sobre todo el intervalo de frecuencias. El módulo se define como la ratio entre la aceleración de la armadura excitada por el impacto, por una parte, y el esfuerzo ejercido por el impacto, por otra parte.

La curva de módulo en función de la frecuencia está representada por la curva 80 en la parte 10a de la figura 10. El ordenador de análisis de los resultados guarda en memoria y eventualmente hace aparecer en la pantalla un cierto número de zonas para las cuales es necesario el respeto de una consigna para que la pieza sea declarada buena. Por ejemplo, la curva sombreada 81 indica que entre 100 y 200 Hz se debe pasar por una pequeña resonancia y después por un mínimo del cual se debe asegurar que es inferior o igual a un valor impuesto  $TF_{min}$  para una frecuencia  $F_{min}$  comprendida entre 140 y 150 Hz, por ejemplo. La curva 81 da, igualmente, un valor máximo al módulo designado por  $TF_{Acc/F}$  sobre todo el intervalo entre 100 y 200 Hz. Por ejemplo, la curva que resulta del análisis frecuencial puede presentar una pequeña resonancia, entonces un máximo relativo, un mínimo relativo y luego un máximo absoluto. El valor del mínimo relativo puede ser comparado con el valor predeterminado  $TF_{Acc/F}$  y la frecuencia puede ser comparada con el intervalo de frecuencias de 140 a 150 Hz. En un modo de realización, el valor de módulo de la pequeña resonancia puede dar informaciones sobre la calidad o las características del miembro hidráulico de la articulación hidroelástica. En un ejemplo, la curva 81 corresponde a una envolvente o una banda pasante autorizada. La razón de la no conformidad es anunciada por el ordenador o puede ser accesible interrogando a este último. Igualmente, se controlará que para el pico de resonancia en la proximidad de 400 Hz, sobre un intervalo de frecuencias definido por la curva 83, el módulo está comprendido entre los valores dados por las curvas 82 y 84. Ahora bien, las curvas 82 y 84 definen una envolvente. Igualmente, y se trata ahora de ejemplos no limitativos, se puede imponer que la curva de módulo sobre un intervalo de módulo entre 550 Hz y 650 Hz esté comprendido en un haz envolvente definido por las curvas 85 y que da bien el ejemplo de lo que se denomina "banda pasante autorizada". En un ejemplo, la banda pasante autorizada o envolvente, en particular los valores máximos autorizados y los valores mínimos autorizados, sigue o siguen la curva de módulo, en particular de una articulación de referencia. Los valores máximos autorizados y los valores mínimos autorizados pueden tener una distancia entre ellos de menos del 15 por ciento del valor máximo de la curva de módulo de una articulación de referencia. Cualquier articulación que, durante el control con el método por impacto según la presente invención, no respeta las consignas anteriores es declarada no conforme. Así pues, no solamente la frecuencia de resonancia y el valor del pico de resonancia son comparados con un valor predeterminado respectivo sino también las características de la amortiguación de la articulación hidroelástica.

Así pues, con el método descrito arriba, los valores de módulo son comparados con valores de referencia predeterminados en varios intervalos o bandas de frecuencias limitados predeterminados en el dominio de frecuencias. Los valores de referencia predeterminados pueden ser, por ejemplo, consignas o una banda pasante autorizada o una envolvente predeterminada. Un intervalo de frecuencias limitado puede ser definido alrededor de la frecuencia del pico de resonancia de una curva de módulo de referencia en el dominio de frecuencias. Otro intervalo de frecuencias limitado puede ser definido alrededor de una frecuencia donde el módulo presenta, en el dominio de frecuencias, un máximo relativo. El máximo relativo puede estar situado en una frecuencia inferior a la frecuencia del pico de resonancia. En un modo de ejecución, el valor de consigna máximo alrededor del máximo relativo (Cf. por ejemplo la curva sombreada 81 en la figura 10a) puede ser al menos 5 veces más pequeño que el valor de consigna máximo alrededor del pico de resonancia (Cf. por ejemplo la curva sombreada 82 en la figura 10a).

En un modo de realización, para identificar las piezas buenas de las malas durante el análisis frecuencial de la oscilación de la articulación impactada, la curva de módulo que resulta del análisis frecuencial es comparada en al menos dos intervalos de frecuencias limitados con un valor máximo y/o mínimo respectivo o una curva que define valores máximos y/o mínimos y/o una banda pasante predeterminada aceptable en el intervalo de frecuencias limitado considerado. Preferentemente, estos intervalos de frecuencias limitados están separados uno del otro. Por ejemplo, estos dos intervalos de frecuencias limitados pueden estar separados de 100 a 200 Hz. Un intervalo de frecuencias limitado puede tener una longitud de 30 a 150 Hz.

La curva 90 que da el análisis frecuencial de fase está representada en la parte 10b de la figura 10. Ahí aún se puede imponer que sobre los intervalos de frecuencias dados el valor del desfase esté comprendido entre un límite

mínimo y un límite máximo como lo dan las curvas 91, 92 y 93 o en una banda pasante predeterminada. Ahora bien, en un ejemplo, las curvas 91, 92 y 93 definen una envolvente. El límite mínimo y el límite máximo pueden tener, en un ejemplo, una distancia máxima entre ellos de menos de 15 grados. Un primer intervalo de frecuencias está definido entre alrededor de 130 Hz y 180, donde la curva de desfase de referencia presenta un mínimo relativo, en particular alrededor de un desfase de 90 grados. Un segundo intervalo de frecuencias limitado está definido entre alrededor de 220 y 280 Hz, donde la curva de desfase de referencia presenta un máximo relativo alrededor de un valor de desfase de 180 grados que sigue al mínimo relativo. Un tercer intervalo de frecuencias limitado está definido alrededor de 400 grados, donde la curva de desfase presenta un paso de 90 grados. Se puede, también, no imponer más que un mínimo sobre tal intervalo de frecuencias y un mínimo sobre tal otro intervalo. En un modo de ejecución, para identificar las piezas buenas de las malas durante el análisis frecuencial de la oscilación de la articulación impactada, la curva de desfase que resulta del análisis frecuencial es comparada, en al menos dos intervalos de frecuencias limitados, con un valor máximo y/o mínimo respectivo o una curva que representa valores máximos y/o mínimos aceptables en el intervalo de frecuencias limitado considerado. Preferentemente, estos dos intervalos de frecuencias limitados están separados el uno del otro.

El lector comprenderá que las envolventes, valores mínimos o máximos impuestos son definidos no solamente en función de los pliegos de condiciones del cliente sino también de la propia experiencia del fabricante de la articulación, tenidos en cuenta los defectos de fabricación posibles. La explotación de los resultados permite también salir de las estadísticas por tipo de defectos encontrados, o de las curvas de Gauss que permiten volver a centrar la fabricación. El tipo de defecto permite, también con la experiencia, conocer su origen; por ejemplo, una falta de material en tal zona de caucho, una fuga de la cámara hidroelástica, etc. El usuario de un dispositivo según la presente invención ensayará con antelación piezas voluntariamente malas para calibrar las indicaciones entregadas por el análisis frecuencial de los resultados. Por fin, una pieza buena no puede ser eliminada por error porque se la ha ensayado a tal frecuencia sin saber que con algunos Hz de más o de menos la pieza respetaba el pliego de condiciones del cliente, caso que llega bastante regularmente con el proceso actual que no utiliza la presente invención.

La figura 11 representa una articulación tipo cojinetes hidroelástico, similar a la de la figura 1, pero que muestra una deformación interna. La armadura interna 12 ha sido previamente trasladada hacia arriba un valor "d" bajo el efecto de una carga aplicada por los captadores de fuerza y de aceleración 40a y 40b. La distancia "d" se mide según el eje teórico de trabajo 18 entre la parte superior 12a representada en trazo discontinuo de la armadura 12 en reposo y la parte superior 12b de esta misma armadura 12 cuando está desplazada por traslación. Es en esta posición deformada bajo carga que se hace el impacto de esta misma armadura 12 por el sistema 3, mientras que la armadura exterior 10 permanece mantenida fija por las semicoquillas 20 y 21. Los captadores de carga y de aceleración 40a y 40b son situados sobre una bandeja 41b, a su vez solidaria de un dispositivo elástico calibrado 41c. Cuando la articulación es colocada entre las dos semicoquillas 20 y 21, el dispositivo 41c empuja la bandeja 41b hasta un cierto esfuerzo de empuje escogido con antelación y registrado por los captadores 40a y 40b. Un dispositivo de centrado 41a permite posicionar bien los captadores 40a y 40b con respecto a la armadura 12 cooperando aquí con la superficie interior 121. Los captadores 40a y 40b tienen entonces una doble función. Sirven para limitar la fuerza de deformación de la articulación antes del impacto y sirven para registrar los valores de aceleración de la armadura 12 cuando es impactada. Sin salir del marco de la presente invención, se puede también concebir el sistema para que la deformación de la articulación por traslación de la armadura 12 sea hecha por el sistema de impacto 3 que, en un primer momento, viene en contacto con la cara superior 12a de la armadura y la empuja una distancia " d " hasta la posición 12c. Para esto, el sistema de impacto 3 debe ser montado sobre otro émbolo, no representado aquí, que comande verticalmente el conjunto 3. En tal caso, los captadores 40a y 40b recuperan su simple función de origen tal como se describió en las figuras precedentes.

La figura 12 ilustra el mismo principio de deformación previa de la articulación, aplicado esta vez a una articulación destinada a trabajar en torsión. Se supone aquí una articulación similar a la descrita en la figura 4 pero para la cual se ha, previamente al impacto, girado la armadura exterior 10 un ángulo  $\alpha$  por la acción de un dispositivo elástico calibrado 41c que apoya sobre un saliente 10c mientras que la armadura interior 12 es mantenida fija. Un captador de movimiento y de aceleración 40 permanece pegado por magnetismo sobre el saliente 10a y/o sobre el saliente 10c. Sin salir del marco de la presente invención, se puede también colocar el captador 40 en cualquier otro lugar de la armadura 10 siempre que sea situado opuesto del movimiento de rotación "R" que va a comunicar el impacto a la armadura 10. Recordemos igualmente que el captador puede, como para todas las otras aplicaciones, ser del tipo sin contacto como un captador láser que trabaja como un radar de detección de movimientos y aceleraciones.

Lista de referencia

- 1 Dispositivo de control
- 3 Dispositivo de golpeo
- 5 Cojinete hidroelástico
- 7 Manguito interior rígido
- 9 Manguito exterior rígido
- 11 Componentes de muelle
- 13 Cámara de trabajo

|    |                |  |
|----|----------------|--|
|    | 17             | Alojamiento interior                   |
|    | 19             | Electroimán                            |
|    | 21             | Captador de aceleración                |
|    | 23             | Dispositivo de evaluación              |
| 5  | 25             | Línea                                  |
|    | 27             | Dispositivo de bridas                  |
|    | 31             | Tampón                                 |
|    | 41             | Dispositivo de accionamiento neumático |
|    | 43             | Masa de golpeo                         |
| 10 | 45             | Pistón                                 |
|    | 49,51          | Componentes de muelle                  |
|    | 56             | Imán                                   |
|    | 53             | Cámara delantera                       |
|    | 70             | Articulación hidroelástica             |
| 15 | 74             | Muelle                                 |
|    | 76             | Amortiguador                           |
|    | 77             | Armadura                               |
|    | 78             | Armadura                               |
|    | 79             | Impacto                                |
| 20 | 80             | Curva de módulo                        |
|    | 81             | Envolvente                             |
|    | 82             | Curva                                  |
|    | 83             | Curva                                  |
|    | 84             | Intervalo de frecuencias               |
| 25 | 85             | Envolvente                             |
|    | 90             | Curva de desfase                       |
|    | 91             | Curva                                  |
|    | 92             | Curva                                  |
|    | 93             | Curva                                  |
| 30 | 100            | Generador de impacto                   |
|    | 102            | Vástago                                |
|    | 104            | Cabeza de impacto                      |
|    | 106            | Punta de impacto                       |
|    | 108            | Captador de esfuerzo                   |
| 35 | 110            | Accionador electromagnético            |
|    | 116            | Controlador                            |
|    | 120            | Armadura                               |
|    | 122            | Articulación hidroelástica             |
|    | 124            | Armadura                               |
| 40 | 126            | Soporte                                |
|    | R              | Eje de rotación                        |
|    | k              | Constante de rigidez                   |
|    | C              | Constante de amortiguación             |
|    | m              | Masa                                   |
| 45 | Xm             | Desplazamiento                         |
|    | Técnica actual |  |
|    | a              | Articulación                           |
|    | b              | Armadura                               |
| 50 | c              | Armadura                               |
|    | d              | Muelle                                 |
|    | e              | Amortiguador                           |
|    | f              | Fuerza                                 |

## REIVINDICACIONES

1. Método para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación destinada a conectar otras dos piezas filtrando la transmisión de vibraciones entre estas otras dos piezas, dicha articulación llamada a trabajar en axial, radial o en torsión, que posee o no una o varias cámaras hidroelásticas (17) y que está compuesta por dos armaduras cilíndricas concéntricas, estando la armadura interior (12, 120) situada en gran parte en el volumen definido por la armadura exterior (10, 124), estando conectadas estas dos armaduras por un conjunto de componentes de caucho o elastómero y, en caso necesario, de plástico y piezas metálicas, estando dichas armaduras a su vez fijadas respectivamente a las otras dos piezas que conecta la articulación, **caracterizado por que** se aplica una técnica del control por impacto a la cadencia de la línea de producción de las articulaciones, o sea menos de 10 segundos de tiempo de ciclo, para identificar durante un análisis frecuencial de la oscilación de la zona de articulación impactada las piezas buenas de las malas, y **por que** los valores de desfase del análisis frecuencial son comparados con una banda pasante de desfase autorizada y por que los valores de desfase que resultan del análisis frecuencial son comparados en al menos dos intervalos de frecuencias limitados dados, los intervalos de frecuencias limitados dados están definidos en el intervalo de frecuencias total de 0 a 2.000 Hz.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los intervalos de frecuencias limitados dados estando separados el uno del otro, en particular en al menos 10 Hz, particularmente, estando definido un intervalo de frecuencias limitado alrededor de un valor de frecuencias de un máximo relativo y/o de un mínimo relativo del desfase, en particular de una curva (90) de referencia de desfase, y/o por que un intervalo de frecuencias se extiende desde alrededor de 100 Hz hasta alrededor de 200 Hz, en particular, entre alrededor de 120 Hz y alrededor de 180 Hz, desde alrededor de 200 Hz hasta alrededor de 300 Hz, en particular, entre alrededor de 220 Hz y alrededor de 290 Hz y/o desde alrededor de 350 Hz hasta alrededor de 450 Hz, en particular, entre alrededor de 370 Hz y alrededor de 430 Hz.
3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado por que** un intervalo de frecuencias está definido alrededor de un valor de frecuencias de paso de 90 o 180 grados del desfase de una curva (90) de referencia.
4. Método para controlar la calidad, particularmente la rigidez y la fase, de una articulación destinada a conectar otras dos piezas filtrando la transmisión de vibraciones entre estas otras dos piezas, dicha articulación llamada a trabajar en axial, radial o en torsión, que posee o no una o varias cámaras hidroelásticas (17) y que está compuesta por dos armaduras cilíndricas concéntricas, estando la armadura interior (12, 120) situada en gran parte en el volumen definido por la armadura exterior (10, 124), estando conectadas estas dos armaduras por un conjunto de componentes de caucho o elastómero y, en caso necesario, de plástico y piezas metálicas, estando dichas armaduras a su vez fijadas respectivamente a las otras dos piezas que conecta la articulación, **caracterizado por que** se aplica una técnica del control por impacto a la cadencia de la línea de producción de las articulaciones, o sea menos de 10 segundos de tiempo de ciclo, para identificar durante un análisis frecuencial de la oscilación de la zona de la articulación impactada las piezas buenas de las malas en un intervalo de frecuencia total, en particular de 0 a 2.000 Hz, y por que los valores de módulo del análisis frecuencial son comparados con una banda pasante (81) de módulo autorizada que envuelve una curva de módulo de referencia en un intervalo de frecuencias limitado, en particular entre alrededor de 50 y alrededor de 250 Hz, comprendido en el intervalo de frecuencias total, y por que el intervalo de frecuencias limitado está definido alrededor de una frecuencia de un primer pico de resonancia de la curva (80) de referencia, teniendo la frecuencia del primer pico de resonancia una frecuencia inferior a un valor de frecuencia de un segundo pico de resonancia de la curva (80) de referencia y por que se comparan los valores de módulo que resultan del análisis frecuencial de la oscilación de la armadura impactada en dos intervalos de frecuencias limitados, estando definido el primer intervalo de frecuencias alrededor de la frecuencia del primer pico de resonancia de la curva de referencia y el segundo intervalo de frecuencias limitado está separado de la primera banda de frecuencias limitada.
5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el intervalo de frecuencias limitado se extiende desde alrededor de 5 Hz, particularmente desde alrededor de 100 Hz hasta alrededor de 200 Hz y/o por que el segundo intervalo de frecuencias (82) limitado está definido alrededor de la frecuencia del segundo pico de resonancia de la curva (80) de referencia, siendo en particular el máximo absoluto de la curva de módulo de referencia, preferentemente entre alrededor de 350 y alrededor de 450 Hz, y/o el segundo intervalo de frecuencias (82) limitado se extiende desde alrededor de 500 Hz hasta alrededor de 800 Hz, en particular entre alrededor de 550 Hz y alrededor de 700 Hz.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el análisis frecuencial de la oscilación de la armadura impactada es comparado en todo o en parte con una banda pasante autorizada en un intervalo de frecuencias total de 0 a 2.000 Hz para conocer la razón de la no conformidad eventual y la frecuencia a la cual ella aparece, y/o por que la curva (80) de referencia de módulo o de desfase en el espacio de las frecuencias es generada por un análisis por impacto de una articulación de referencia buena o una simulación numérica de una articulación de referencia buena y/o por que la banda pasante autorizada que envuelve la curva (80, 90) de módulo o de desfase de referencia está

- 5 formada por una curva de valores de módulo o de desfase máximos y una curva de valores de módulo o de desfase mínimos , teniendo la curva de los valores de módulo o de desfase máximos y mínimos, en particular, una distancia entre ellas de menos de alrededor del 15 por ciento del valor máximo de la curva de módulo o de desfase de referencia, en particular de menos de alrededor del 10 por ciento, preferentemente de menos de alrededor del 5 por ciento.
- 10 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el impacto se realiza en menos de 15 milisegundos sobre la armadura exterior (10, 124), y/o por que el impacto se realiza en menos de 15 milisegundos sobre la armadura interior (12, 120), particularmente estando controlados el tiempo de impacto y la ausencia de rebote de impacto por un captador integrado en una cabeza de impacto (33, 104), siendo el captador, en particular, un captador piezoeléctrico.
- 15 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el impacto se realiza en un punto de la armadura situado sobre el eje de trabajo teórico de dicha armadura o el impacto se realiza en un punto de la armadura situado fuera del eje de trabajo teórico de dicha armadura, y/o
- 20 por que un captador de fuerza (32, 108) y de desplazamiento (40) destinado a registrar las oscilaciones de la armadura impactada está situado en un punto situado sobre el eje de trabajo teórico de la armadura impactada, y/o por que se disponen varios captadores de fuerza (32, 108) y de desplazamiento (40) destinados a registrar las oscilaciones de la armadura impactada en lugares distintos que sobre el eje de trabajo teórico de la articulación, particularmente, siendo realizado el análisis frecuencial de la oscilación de la armadura impactada de forma simultánea para todos los captadores de desplazamiento (40) en menos de 10 segundos.
- 25 9. Método según la reivindicación 8, **caracterizado por que** uno o varios captador(es) de fuerza (32, 108) y de desplazamiento (40) destinado(s) a registrar las oscilaciones de la armadura impactada es (son) utilizado(s) para empujar sobre dicha armadura de forma que la desplacen en traslación con respecto a la armadura fija o de forma que la desplacen en rotación un ángulo ( $\alpha$ ) con respecto a la armadura fija.
- 30 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el esfuerzo de impacto sobre la articulación es entre 180 N y 300 N, preferentemente entre 200 N y 270 N, en particular alrededor de 210 N.



FIG. 3

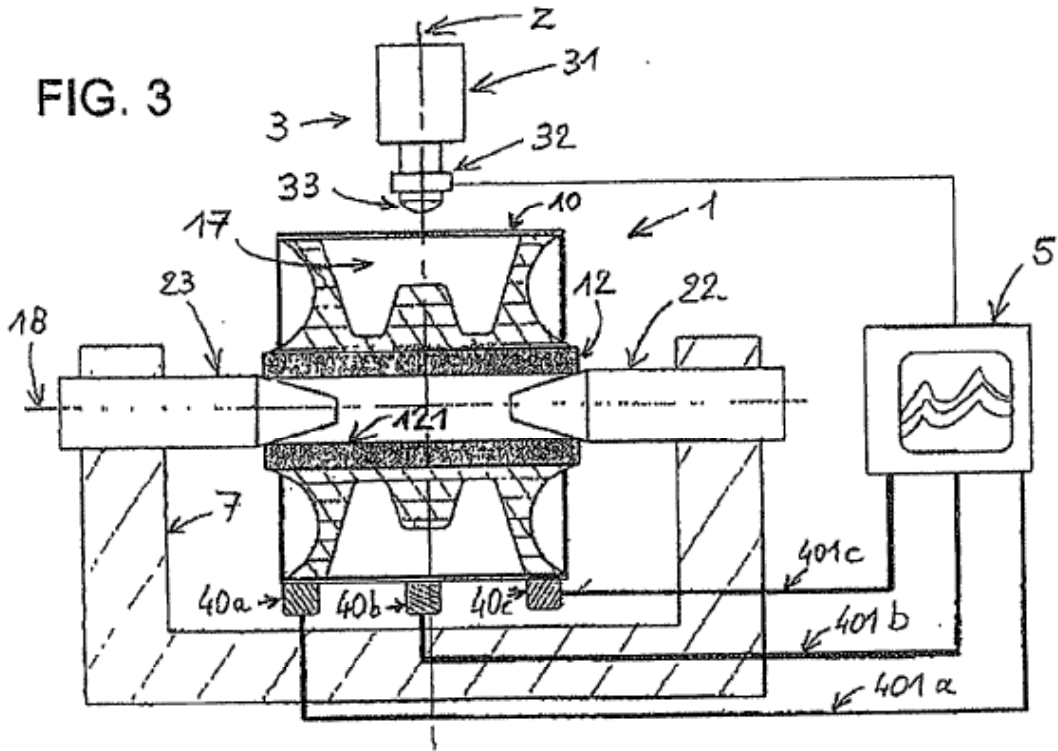


FIG. 4

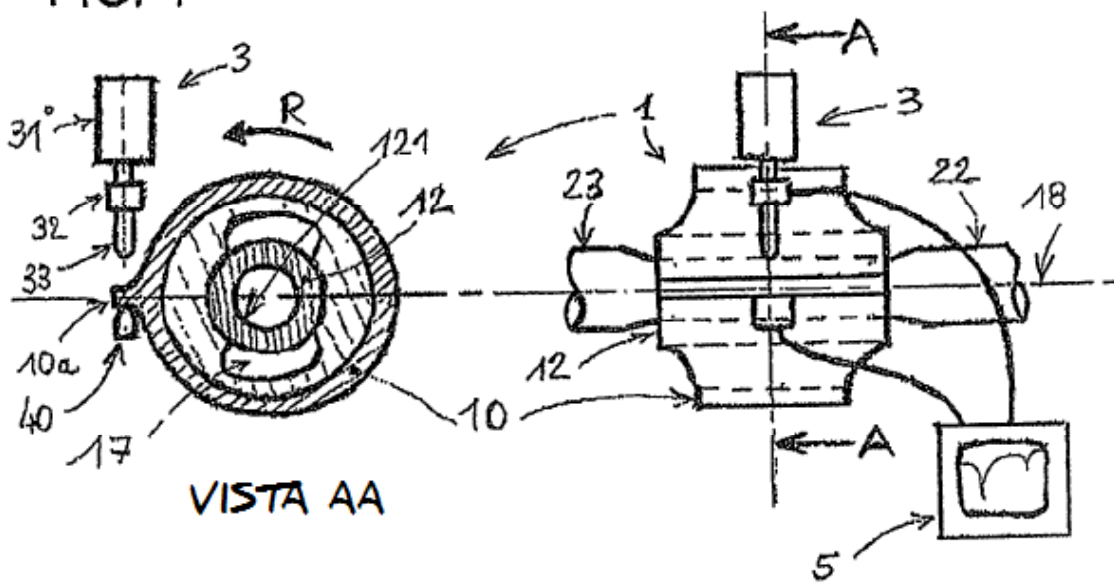
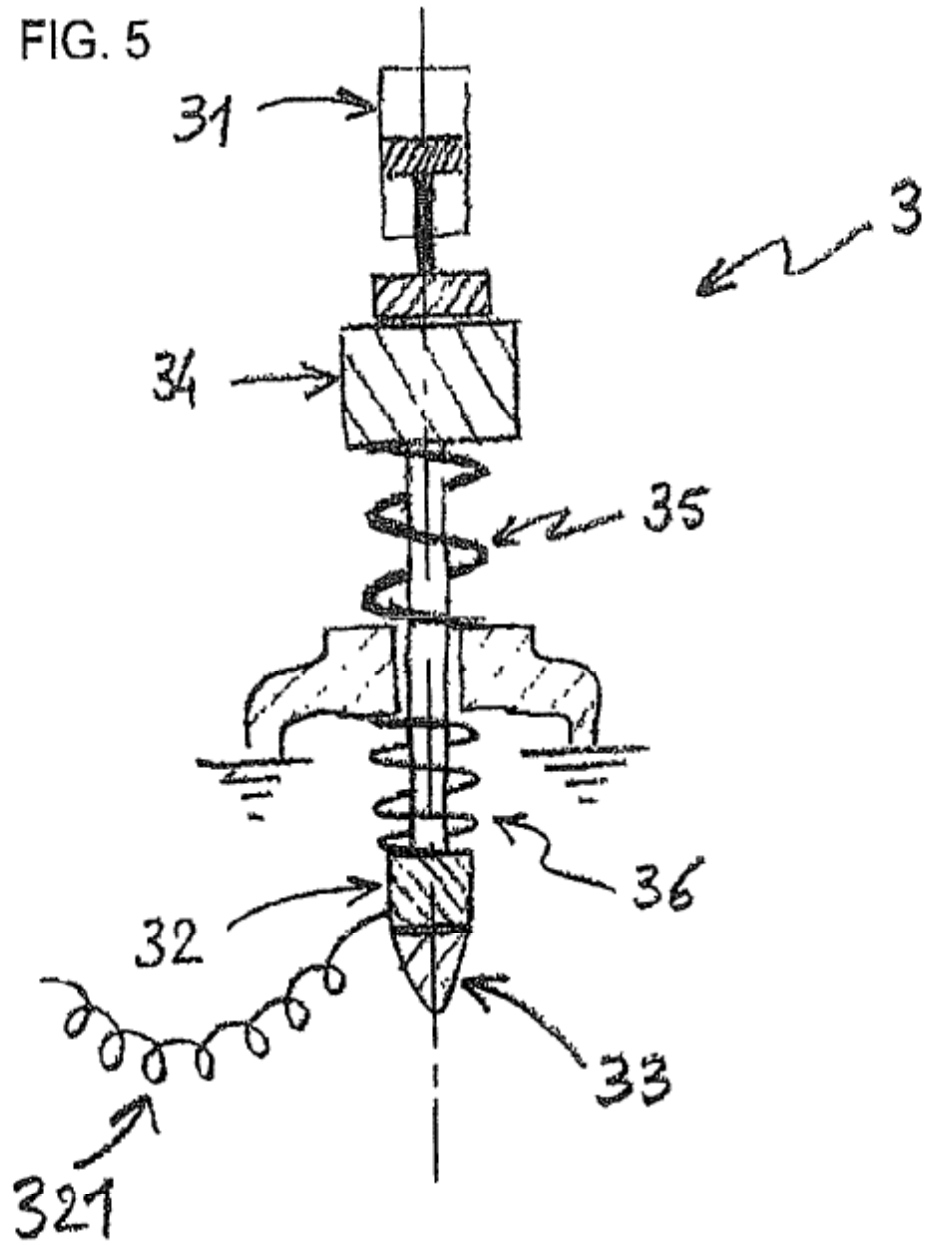




FIG. 5



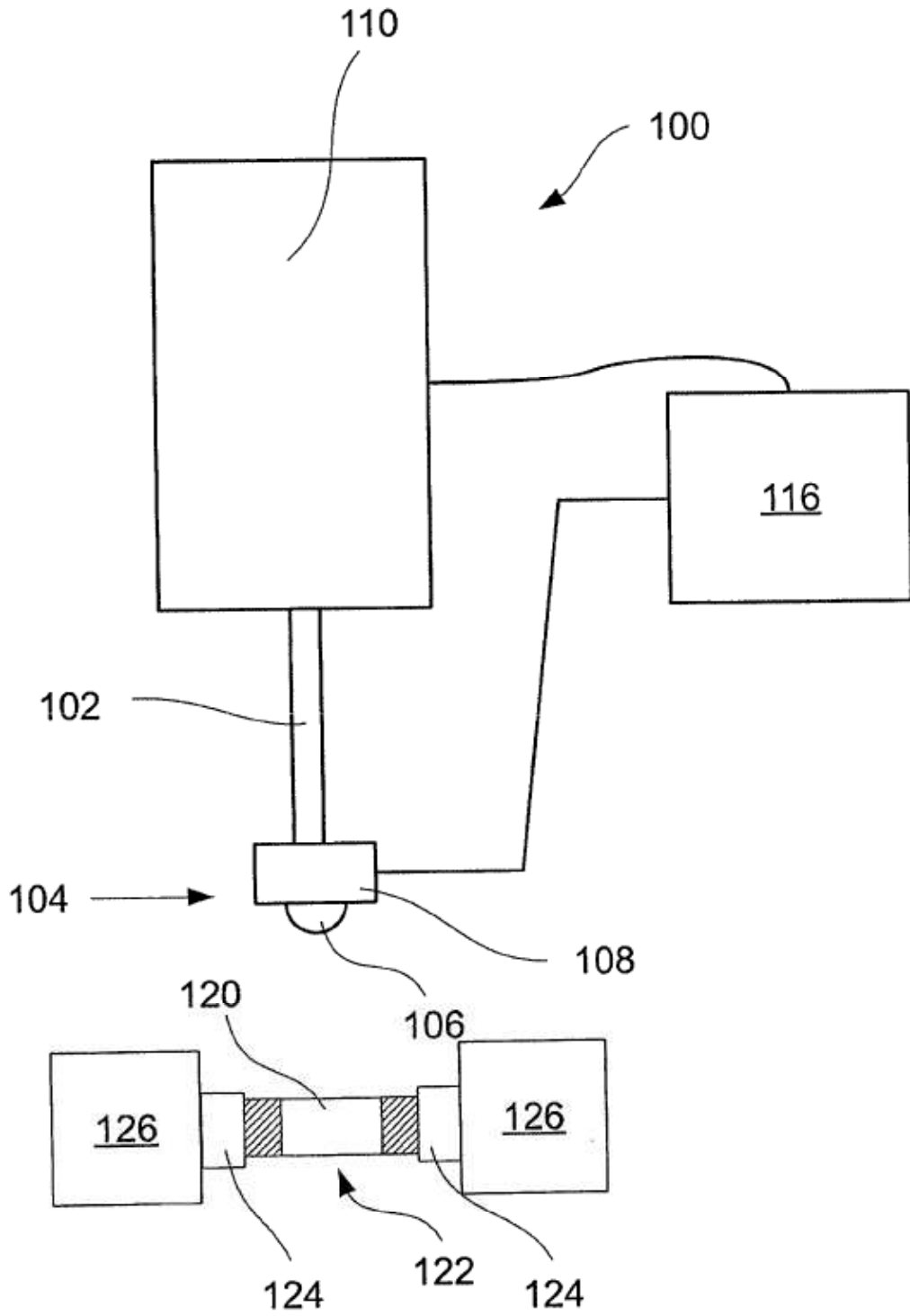


Fig. 6

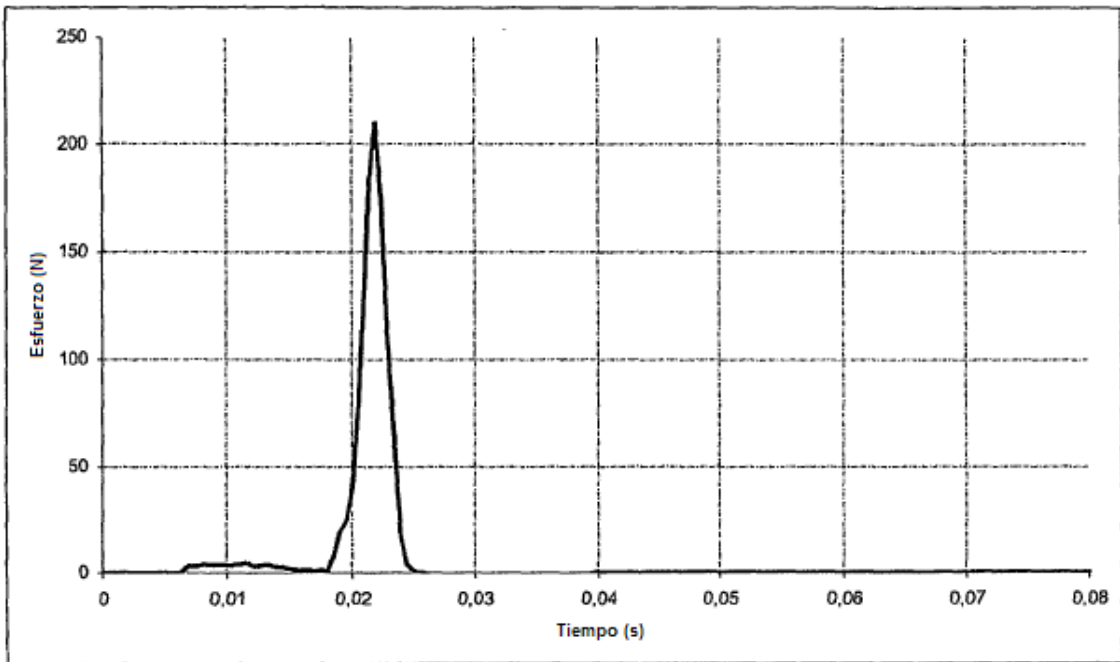


Fig. 7a

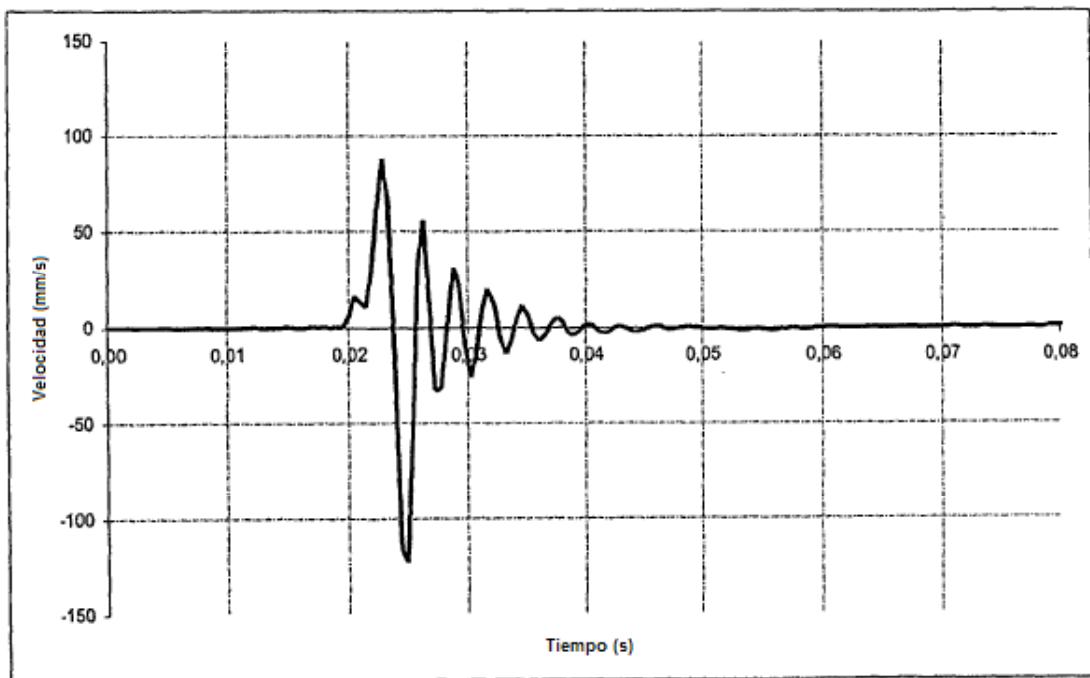


Fig. 7b

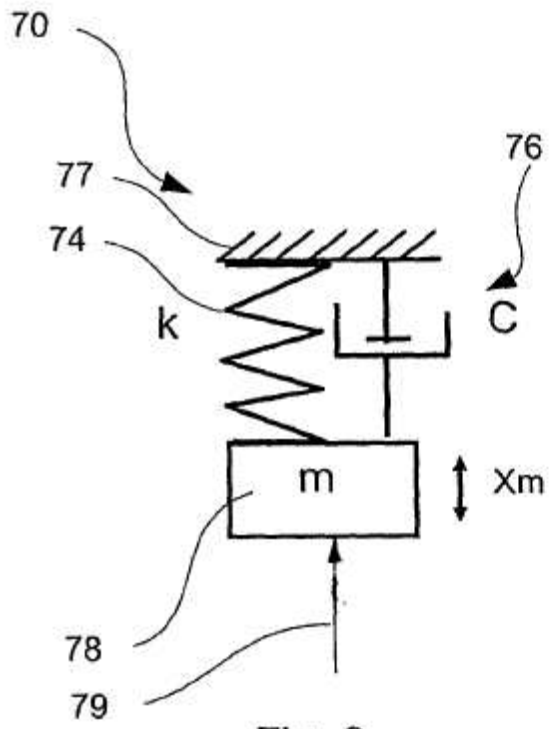


Fig. 8

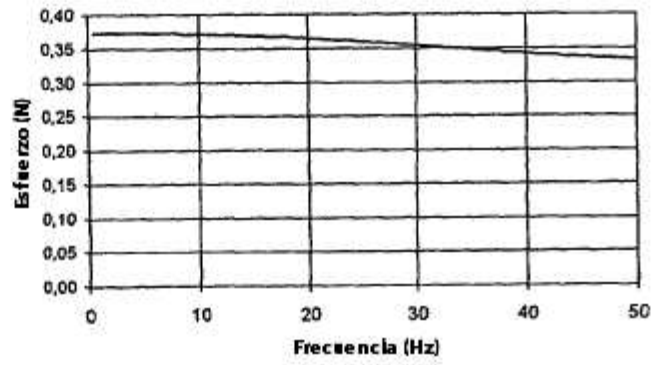


Fig. 9

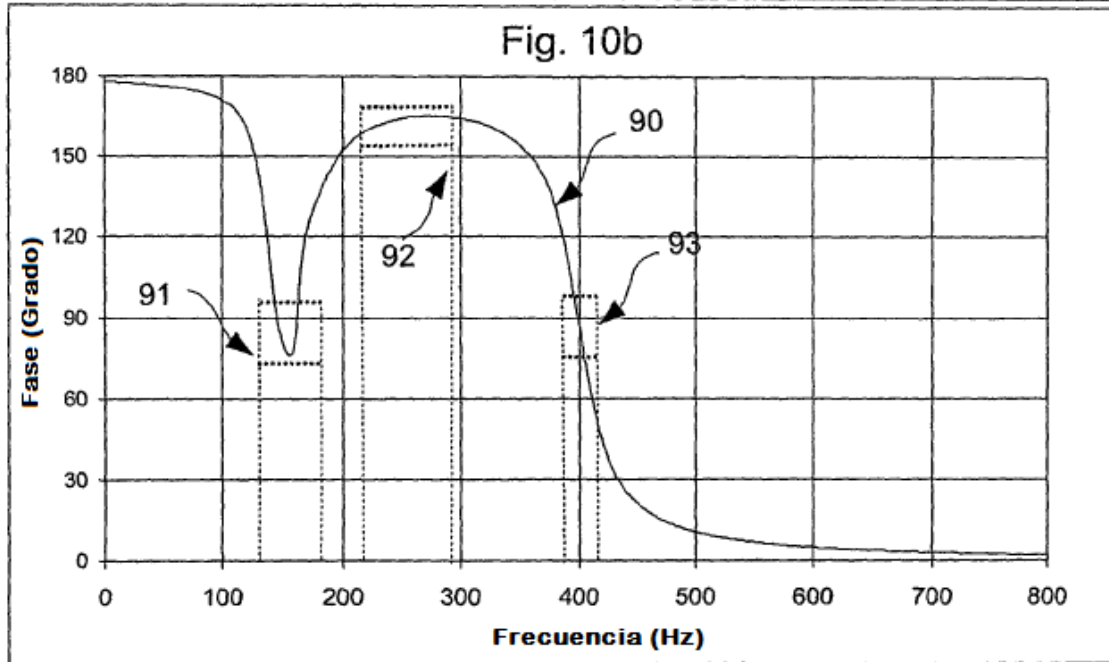
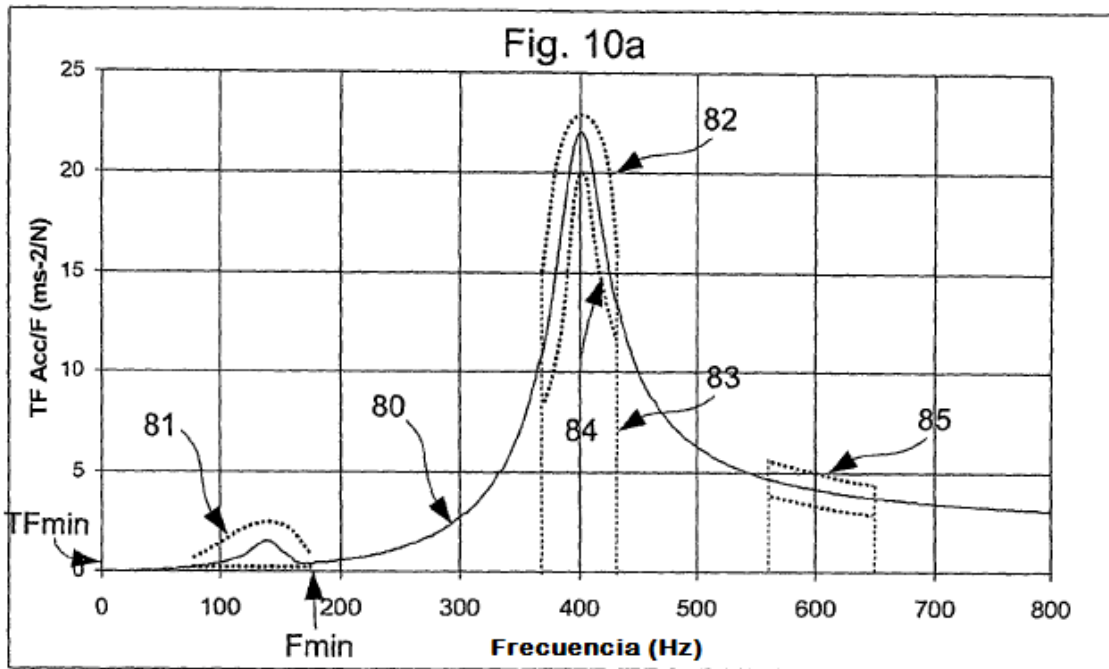


Fig. 11

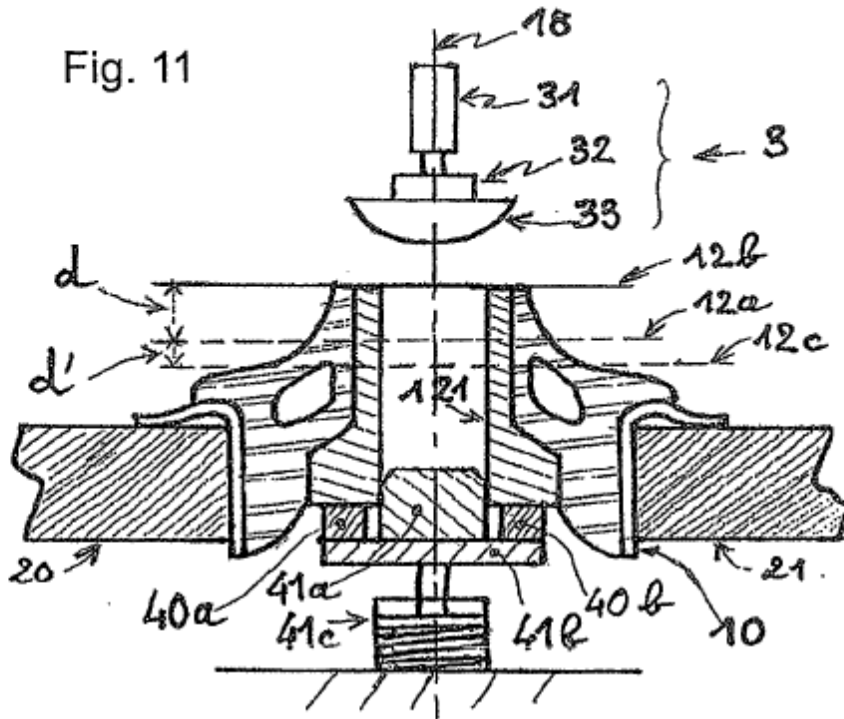
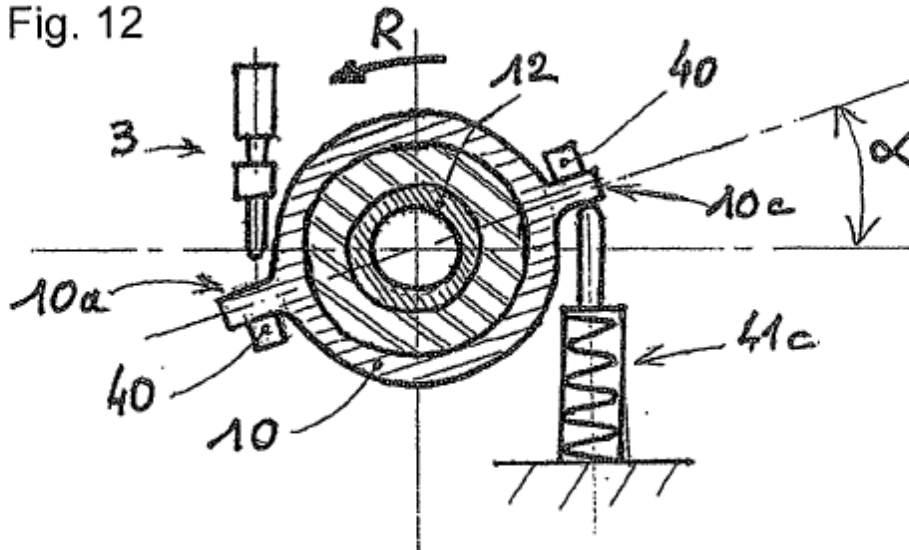


Fig. 12



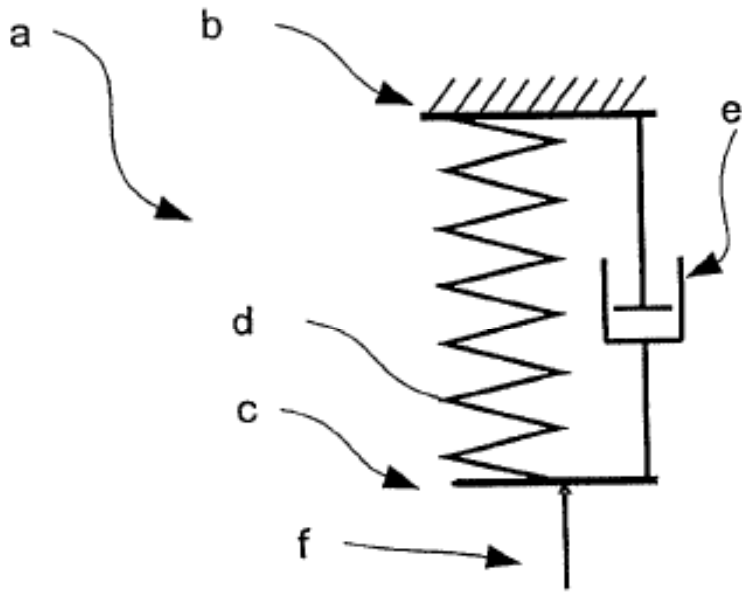


Fig. A

Técnica actual