



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 265 889**

51 Int. Cl.:
B06B 1/14 (2006.01)
E02D 3/068 (2006.01)
F16F 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00400995 .7**
86 Fecha de presentación : **11.04.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1052028**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.11.2000**

54 Título: **Dispositivo resonante, tal como batidor o generador de esfuerzo.**

30 Prioridad: **22.04.1999 FR 99 05111**

73 Titular/es: **HUTCHINSON**
2, rue Balzac
75008 Paris, FR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

72 Inventor/es: **Noe, Mathieu**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

74 Agente: **Esteban Pérez-Serrano, María Isabel**

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

Dispositivo resonante, tal como batidor o generador de esfuerzo.

5 La presente invención tiene por objeto un dispositivo resonante que comprende un sistema de masa-resorte que asocia una masa principal y un resorte, utilizable como batidor pasivo o activo sintonizado para sofocar una vibración, o también como generador de esfuerzos dinámicos para aplicar esfuerzos a una estructura. Un dispositivo pasivo que está dispuesto en paralelo con una suspensión principal sometida a vibraciones se conoce a partir del documento JP 57186651.

10 La sintonización se obtiene eligiendo la masa y la rigidez del resorte para que por ejemplo la frecuencia propia del conjunto de masa-resorte sea igual a la de la vibración que hay que generar o sofocar.

15 Una adaptación entre el dispositivo y la o las vibraciones a sofocar plantea un cierto número de problemas. Uno de estos problemas es que, para los dispositivos conocidos, la frecuencia de sintonización es fija, y que el dispositivo no puede por lo tanto ser utilizado más que para un funcionamiento a una frecuencia dada.

Según un primer aspecto, la presente invención se dirige a permitir un ajuste de frecuencia del dispositivo.

20 Con este objetivo, la invención se refiere a un dispositivo resonante pasivo o activo que comprende un sistema de masa-resorte compuesto por una masa principal que comprende al menos un elemento másico principal y por al menos un elemento de resorte caracterizado porque comprende al menos una masa adicional que comprende al menos un elemento másico adicional y un dispositivo de acoplamiento apto para acoplarla masa adicional a la masa principal y desacoplarla para modificar la frecuencia de sintonización del dispositivo.

25 El dispositivo se puede caracterizar porque comprende al menos un conjunto electromagnético que comprende dos dispositivos complementarios, de los cuales el primero presenta al menos una pieza electromagnética y el segundo presenta al menos un electroimán, estando uno de los dos dispositivos complementarios acoplado a la masa principal, y estando el otro dispositivo complementario acoplado a una masa adicional, estando los dos dispositivos dispuestos uno enfrente del otro, para que de este modo, cuando uno de los electroimanes está activado, dos dispositivos comple-
30 mentarios están mecánicamente solidarios, de manera que la masa principal y dicha masa adicional están acopladas.

35 Al menos una pieza electromagnética se puede acoplar por ejemplo elásticamente a la masa principal, estando entonces, al menos un electroimán acoplado a dicha masa adicional. Dicho acoplamiento elástico, que está por ejemplo realizado con la ayuda de una lámina flexible, puede presentar un grado de libertad elástica en una dirección sensiblemente perpendicular a una dirección principal de las oscilaciones de la masa principal, por ejemplo la dirección de generación de esfuerzos.

40 El dispositivo se puede caracterizar porque un primer dispositivo complementario comprende dos piezas electromagnéticas espaciadas la una de la otra y solidarias a dicha lámina flexible, y porque un segundo dispositivo complementario comprende dos electroimanes dispuestos enfrentados a las dos piezas electromagnéticas. Los dos electroimanes pueden ser solidarios a al menos una pieza de conexión.

45 Al menos una masa adicional puede mantenerse en posición por un dispositivo elástico que presenta un grado de libertad elástica en una dirección sensiblemente paralela a una dirección principal de las oscilaciones de la masa principal, presentando este dispositivo por ejemplo al menos una lámina elástica.

50 Otro problema de los dispositivos de la técnica anterior es, que una vez que se ha elegido una frecuencia, es difícil dominar la amplitud de las oscilaciones de un batidor activo también denominado generador de esfuerzos dinámicos que puede, cerca de la resonancia hacerse muy grande y conducir a la saturación, incluso a la destrucción de un accionador que produce dichos esfuerzos dinámicos.

Otro problema de los dispositivos de la técnica anterior es que es difícil transmitir esfuerzos dinámicos importantes.

55 Según un segundo aspecto, la presente invención permite un buen dominio de la amplitud de las oscilaciones y/o autoriza la transmisión de esfuerzos importantes.

60 Con este fin, la invención propone un generador de esfuerzos dinámicos que comprende un sistema de masa-resorte principal compuesto por una masa principal que comprende al menos un elemento másico principal de masa m_2 y por al menos un elemento de resorte de rigidez K_2 , caracterizado porque comprende un sistema de masa-resorte auxiliar que está acoplado al sistema masa-resorte principal y que está compuesto por una masa auxiliar de masa m_3 y por al menos un elemento de resorte auxiliar de rigidez K_3 , presentando el conjunto una primera y una segunda frecuencia de resonancia, referenciadas respectivamente f_0 y f_2 , y una frecuencia de antiresonancia f_1 , con $f_0 < f_1 < f_2$. El generador puede funcionar especialmente a la frecuencia f_0 y/o a la frecuencia f_1 , por ejemplo con la ayuda de un dispositivo de
65 excitación para accionar el generador entre las resonancias f_0 y f_2 y especialmente a la frecuencia de antiresonancia f_1 .

De manera general, el generador puede funcionar especialmente a cualquier frecuencia. Su uso no está limitado a las frecuencias f_0 , f_1 , f_2 , pero, entonces no se explota la característica de antiresonancia a frecuencia f_1 .

ES 2 265 889 T3

El interés del funcionamiento a la frecuencia f_1 = (o cerca de ésta) es que permite un funcionamiento a amplitud reducida, lo que hace que es prácticamente imposible saturar mecánicamente el accionador, mientras que se obtiene beneficio siempre de la amplificación mecánica. Siendo la única limitación, la intensidad máxima admisible por el generador, es posible generar esfuerzos importantes que pueden ser transmitidos a una estructura.

Además, es posible variar las frecuencias anteriormente mencionadas y en particular las frecuencias f_0 y f_1 , añadiendo al menos una masa adicional que se puede acoplar o desacoplar de la masa principal, según el primer aspecto de la invención, según diversas realizaciones anteriormente mencionadas.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán mejor en la siguiente descripción, dada a título de ejemplo no limitativo, en conexión con los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 representa un dispositivo que comprende un sistema de masa-resorte utilizable en el marco de la presente invención;

- la figura 2 representa una realización preferida relativa al primer aspecto de la invención, y que se puede igualmente utilizar en el marco del segundo aspecto de la invención;

- la figura 3 es una vista lateral del dispositivo según la figura 2;

- la figura 4 representa una realización preferida de un módulo de masa adicional.

- La figura 5 representa un dispositivo de masa ferromagnética, utilizable para acoplar una masa adicional;

- La figura 6 ilustra un dispositivo según el segundo aspecto de la invención, cuyas curvas de respuestas están representadas en la figura 7.

El dispositivo representado en la figura 1 comprende un elemento másico 1 de masa m_3 que, en el caso de un batidor activo, integra un generador electrodinámico o de reluctancia variable. Una placa 5 fijada al elemento 1 lleva en sus extremos dos resortes 3 que confieren al sistema de masa-resorte así constituido una rigidez K_3 . Estos dos resortes 3 descansan sobre bloques cilíndricos 31 llevados por una pletina 2 que está acoplada a una estructura de la cual se quieren sofocar las vibraciones o a la cual se quiere comunicar vibraciones.

En la parte superior, la placa 5 lleva una placa 6 en cuyos extremos están fijadas las ramas 81 de dos resortes 8 que presentan dos ramas opuestas 81 y 83 separadas por una hendidura 82 y conectadas entre sí por los sectores 85. En la parte inferior, el elemento 1 presenta una pletina 7 en cuya parte inferior está montada una placa 6 en cuyos extremos están fijadas las ramas 91 de dos resortes 9 similares a los resortes 8 y que presentan dos ramas opuestas 91 y 93 separadas por una hendidura 92 y conectadas por sectores 95. Las ramas 83 y 93 de los resortes 8 y 9 son solidarias a montantes 84 perpendiculares al plano de la pletina 2 y que son solidarios a ésta. Siendo las placas 6 solidarias a la placa 5 y a la platina 7, los resortes 8 y 9 permiten centrar el conjunto de masa 1-resorte 3 durante sus desplazamientos perpendicularmente al plano de la platina 2.

Los montantes 84 se pueden utilizar para disponer masas adicionales que se pueden acoplar a la masa principal 1 o desacoplar de ésta, para variar la masa dinámica del batidor, y por lo tanto modificar las condiciones de resonancia.

Como se muestra en la figura 4, un módulo 10 de masa adicional para añadir una masa m_4 a la masa principal m_3 comprende dos electroimanes 102 montados en los dos extremos del brazo de conexión 110 y 111, escotados en 112 para el paso de un montante 84. Unos resortes 115 que presentan brazos 16, forman un recorrido en zigzag, que están separados por hendiduras 117 que se extienden a partir de bordes opuestos 113 y 119. Estos resortes 115 sirven para suspender y guiar la masa m_4 que está constituida por los dos electroimanes 102 y las piezas de conexión 110 y 111.

Cada resorte 115 está montado sobre dos pares de tirantes 101 y 103. Los tirantes 101 son solidarios a una placa fija 120 solidaria por su abertura 125 al montante 84. Los tirantes 103, montados en oposición a los tirantes 101, son solidarios al electroimán correspondiente 102. Para cada electroimán, hay dos pares superior e inferior de tirantes 101, y dos pares superior e inferior de tirante 103. Se obtiene de este modo un grado de libertad paralelo a la dirección de desplazamiento del elemento 1, es decir, perpendicular al plano de la pletina 2.

La figura 5 muestra el dispositivo 20 que permite acoplar la masa adicional m_4 (ref. 10) a la masa principal 3. Comprende dos masas ferromagnéticas 204 por ejemplo lamificadas montadas en el extremo de una lámina de flexión 201 fijada en sus aberturas 202 sobre una cara lateral de la pletina 7. Esta lámina de flexión presenta una gran rigidez en la dirección de desplazamiento de la masa 1 del batidor, es decir, de la vibración que hay que generar o atenuar, pero una rigidez mucho más reducida en el plano perpendicular a dicha dirección de desplazamiento.

Como se muestra en la figura 2, las masas ferromagnéticas 204 están situadas enfrente de los electroimanes 102. De este modo, los circuitos magnéticos de los electroimanes 102 se cierran sobre las masas magnéticas 204.

El acoplamiento se efectúa de la siguiente manera: la activación de los electroimanes 102 provoca la aplicación de las masas 204 sobre la superficie de los electroimanes 102 y por lo tanto un acoplamiento mecánico de la masa

ES 2 265 889 T3

adicional. Dado que la pletina 7 es solidaria en desplazamiento a la masa principal, la masa adicional es igualmente arrastrada en un movimiento paralelo al eje de los montantes 84, que se vuelve imposible por el efecto de suspensión proporcionado por los resortes laminares 115.

- 5 Cuando los electroimanes 102 están desactivados, las masas 204 se separan de los electroimanes 102 y la masa adicional está desacoplada de la masa principal.

La realización de las figuras 2 a 5 permite realizar una variación de la masa del batidor por acoplamiento de una o diversas masas adicionales de valores precisados, lo que permite cambiar la frecuencia del batidor para tratar vibraciones cuya frecuencia puede cambiar.

En el ejemplo representado, se excitan simultáneamente los cuatro electroimanes para acoplar los dos módulos 10 del elemento 1.

- 15 Se puede añadir de este modo el número de masas que se quiera y dar al batidor tantas nuevas frecuencias de sintonización.

La fijación de las masas adicionales permite:

- 20 - por una parte, cuando no están acopladas a la masa principal, que permanezcan enfrente de la lámina de flexión unida a la masa del batidor a lo largo de todo el recorrido de éste,
- por otra parte, que sigan el movimiento de la masa principal en modo conectado.

25 Este resultado se obtiene gracias a los resortes de láminas 115 que son suficientemente rígidos en el plano perpendicular a la dirección del movimiento del batidor para evitar su movimiento en este plano y suficientemente flexibles en la dirección del movimiento del batidor para acompañarlo en sus desplazamientos, estando la flexibilidad fijada para realizar con la nueva masa y las características anteriores del batidor la nueva sintonización del miso. La rigidez de estas láminas se puede complementar con las de los resortes que actúan en paralelo con ellas para realizar la nueva sintonización (es decir, conectar al batidor inicial un nuevo batidor colocado en paralelo).

Según el segundo aspecto de la invención, el dispositivo permite generar esfuerzos dinámicos importantes a baja frecuencia según una consigna proporcionada a una caja electrónica.

- 35 El esfuerzo se genera de manera inercial, es decir, utilizando el principio de acción-reacción que se aplica a una masa excitada en esfuerzo. La masa está constituida por la masa del cuerpo del generador.

La invención se puede realizar con la ayuda de un generador de reluctancia variable incorporado a la masa principal 1 y con la ayuda de su ando mediante un calculador digital cuyo algoritmo linealiza de manera conocida en sí, la característica fuerza-desplazamiento, a la vez como generador de esfuerzo y de masa en un sistema masa-resorte para introducir esfuerzos importantes a baja frecuencia en una estructura.

45 Cuando se busca generar un esfuerzo sobre una estructura S cualquiera sin apoyarse en otra estructura, el principio de base consiste en apoyarse en una masa de reacción m2. El esfuerzo magnético U creado entre la estructura y la masa m2 genera un esfuerzo Ft en la estructura S. Este esfuerzo está conectado a U por la relación $F_t = H.U$ donde U es una función de transferencia dada por las características del montaje del generador:

$$H(p) = m_2 p^2 / (m_2 p^2 + K_2)$$

50 P es la variable de Laplace.

K2 designa la rigidez de la conexión elástica entre la masa m2 y la estructura S.

- 55 De manera general la masa m2 está constituida por la masa móvil de un generador electromagnético (de reluctancia variable) o de un generador electrodinámico.

La masa m2 y la conexión elástica de rigidez K2 constituye un sistema mecánico oscilante del cual se puede explotar la amplificación a la resonancia en el límite de los desplazamientos admisibles.

60 Esta técnica es actualmente utilizada con generadores electrodinámicos (bobinas que se sumergen en un campo constante).

- 65 Sin embargo, esta técnica que utiliza generadores electrodinámicos es difícil de aplicar cuando se buscan niveles de esfuerzos transmitidos Ft elevados (típicamente superiores a 1 kN), puesto que conduciría a una masa y un volumen prohibitivos de los imanes permanentes creadores del campo magnético.

ES 2 265 889 T3

La utilización directa de los generadores de reluctancia variable que proporcionan esfuerzos importantes en un volumen, y a continuación reducidos es muy poco posible a baja frecuencia, puesto que su recorrido está limitado por la necesidad de tener pequeños entrehierros para generar esfuerzo.

5 La solución se obtiene excitando un sistema oscilante de masa-resorte a una frecuencia cercana a su frecuencia propia. Entonces se saca provecho del coeficiente de amplificación de tal sistema, sin tener necesidad de generar un esfuerzo inicial importante.

10 El esquema de montaje (véase figura 6) aplica un generador que tiene una masa m_2 suspendida con una rigidez K_2 , que excita la masa m_3 del sistema masa-resorte auxiliar, que tiene una masa auxiliar m_3 y que presenta una rigidez K_3 .

15 La masa m_2 está constituida por la masa principal 1 que está acoplada a un generador del cual constituye la masa móvil. La rigidez K_2 está definida por los resortes 3.

Designando con Z_2 la amplitud del movimiento de la masa m_2 respecto de la masa m_3 , se tiene:

$$Z_2/U = [(m_2 + m_3)p^2 + K_3]/[m_2.m_3.p^4 + (K_2.m_2 + m_2.K_3 + K_2.m_3)p^2 + K_2.K_3]$$

$$20 \quad F_t/U = -K_3.m_2.p^2/[m_2.m_3.p^4 + (K_2.m_2 + m_2.K_3 + K_2.m_3)p^2 + K_2.K_3],$$

25 lo que permite determinar las tres frecuencias propias f_0 , f_1 y f_2 que están unidas a los parámetros masa y rigidez por la siguiente fórmula:

$$f_0 = \frac{1}{4} \Pi (m_2.K_2 + K_2.m_3 + K_2.m_2 - \sqrt{\Delta})$$

$$30 \quad f_1 = \frac{1}{2} \Pi \sqrt{K_3/(m_2 + m_3)}$$

$$f_2 = \frac{1}{4} \Pi (m_2.K_3 + K_2.m_3 + K_2.m_2 + \sqrt{\Delta})$$

$$35 \quad \Delta = (m_2^2.K_3^2 - 2m_2.m_3.K_2.K_3 + 2m_2^2.K_3.K_2 + K_2^2.m_3^2 + 2K_2^2.m_3.m_2 + k_2^2.m_2^2)/(m_2.m_3)$$

40 Estas fórmulas se traducen por las representaciones gráficas dadas en la figura 7 con los siguientes valores:

$$K_3 = 2,210^5 \text{ N/m}$$

$$45 \quad m_3 = 4 \text{ kg}$$

$$K_2 = 1,51810^6 \text{ N/m}$$

$$50 \quad m_2 = 13,7 \text{ kg.}$$

55 La curva de arriba presenta el módulo de la función de transferencia F_t/U , la curva del medio presenta el módulo de la función de transferencia Z_2/U , la curva de abajo representa la fase de la función de transferencia Z_2/U .

El dispositivo presenta dos frecuencias de resonancia f_0 y f_2 para las cuales existe una gran amplificación del esfuerzo generado, y una frecuencia de antiresonancia f_1 que corresponde al modo propio de las masas $m_2 + m_3$ sobre el resorte k_3 .

60 Como se quiere generar esfuerzos de baja frecuencia, se puede ajustar las masas y las rigideces para de este modo la frecuencia de resonancia f_0 o f_1 sea la de la utilización.

65 Si se gobierna el generador de esfuerzo a la frecuencia f_0 , se ve que la amplitud z_2 puede llegar a ser muy grande y conducir a la saturación, incluso la destrucción del accionador. Por el contrario, se observa que esta amplitud se vuelve muy pequeña alrededor de la antiresonancia f_1 , en el caso de un generador de reluctancia, esta amplitud Z_2 es la variación del entrehierro, lo que hace que se puede por lo tanto utilizar un entrehierro pequeño y tener, por consiguiente, un esfuerzo generado importante.

ES 2 265 889 T3

Si se gobierna a la frecuencia f_1 , el hecho de tener un desplazamiento z_2 pequeño conduce a utilizar el accionador de reluctancia variable por la razón arriba indicada. Por lo tanto es casi imposible saturar mecánicamente el accionador puesto que z_2 permanece muy pequeño sea cual sea U . La limitación de uso ya no es debida a una resonancia siempre difícil de controlar, sino a la intensidad máxima admisible por el generador.

A esta frecuencia, la relación F_t/U es siempre superior a 1, lo que hace que se aproveche todavía la amplificación mecánica.

Por lo tanto es a la frecuencia f_1 que se debe llegar a generar el esfuerzo F_t transmitido a la estructura más importante. Su valor depende esencialmente de la intensidad máxima de la corriente que se quiere hacer circular en los bobinados del generador de reluctancia variable.

Para garantizar que las 3 frecuencias f_0, f_1, f_2 respetan la relación $f_2 > f_1 > f_0$, hay que elegir las masas y rigideces tales que:

f_1 se da como la frecuencia del máximo de F_t buscado $f_2 = k.f_1$ con $k > 1$, idealmente $2 < k < 4$, siendo dado $m_2, k_2 \approx m_2 (2\Pi.f_2)^2$, (este valor ha sido calculado en modo desacoplado, lo que da en una primera aproximación un resultado sobrestimado que se puede corregir manualmente a continuación).

Entonces se tiene $K_3 = (m_2 + m_3) (2\Pi.f_2)^2$, siendo m_3 una masa ligada a la construcción mecánica (carcasa del accionador, $\frac{1}{2}$ masa de K_3 y $K_2...$). Para un esfuerzo F_t máximo a masa total dada, se tiene interés en maximizar m_2 respecto de $(m_2 + m_3)$.

Respetando estas relaciones, se tendrá naturalmente $f_0 < f_1$.

El generador es preferiblemente del tipo de reluctancia variable con una masa móvil auxiliar de valor m_2 , estando la masa principal ajustada al valor m_3 .

Resortes de lámina que tienen una flexibilidad elevada en el sentido de las vibraciones buscadas, y rígidas en las otras direcciones permiten guiar la masa m_2 . Se puede con este fin utilizar un montaje del mismo tipo que para la masa adicional m_4 .

Se constata, sin embargo, que otro tipo de guiado podría utilizarse puesto que la amortiguación eventual que podría introducir sería menos molesto que para un sistema que trabaja a la resonancia de frecuencia f_0 , dado que a la frecuencia de antiresonancia f_1 , el coeficiente de amplificación está poco modificado por una amortiguación eventual, mientras que lo está mucho a la resonancia.

REIVINDICACIONES

1. Generador de esfuerzos dinámicos que comprende un sistema de masa-resorte principal compuesto por una masa principal que comprende al menos un elemento másico principal de masa m_2 y por al menos un elemento de resorte principal de rigidez K_2 , **caracterizado** porque comprende un sistema de masa-resorte auxiliar que está acoplado al sistema masa-resorte principal y que está compuesto por una masa auxiliar de masa m_3 y por al menos un elemento de resorte auxiliar de rigidez K_3 , presentando el conjunto una primera y una segunda frecuencia de resonancia, respectivamente f_0 y f_2 , y una frecuencia de antiresonancia f_1 , que corresponde al modo propio del elemento másico principal y de la masa auxiliar (masa $m_2 + m_3$) sobre el resorte auxiliar de rigidez k_3 , con $f_0 < f_1 < f_2$, y porque comprende un dispositivo de excitación (1) para accionar el generador al menos a dicha frecuencia de antiresonancia f_1 .

2. Generador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el dispositivo de excitación (1) es del tipo de reluctancia variable.

3. Generador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende al menos una masa adicional (10) que comprende al menos un elemento másico adicional (102) y un dispositivo de acoplamiento (204) apto para acoplar la masa adicional (10) a la masa principal (1) y desacoplarla, para modificar la frecuencia del generador.

4. Generador según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el dispositivo comprende un conjunto electromagnético que comprende dos dispositivos complementarios, de los cuales el primero presenta al menos una pieza electromagnética (204) y el segundo presenta al menos un electroimán (102), estando uno de los dos dispositivos complementarios acoplado a la masa principal (1), y estando el otro dispositivo complementario acoplado a una masa adicional (10), estando los dos dispositivos dispuestos uno enfrente del otro, para que de este modo, cuando dicho un electroimán (102) está activado, dichos dos dispositivos complementarios (102, 104) son mecánicamente solidarios, de manera que la masa principal (1) y dicha masa adicional (10) están acopladas.

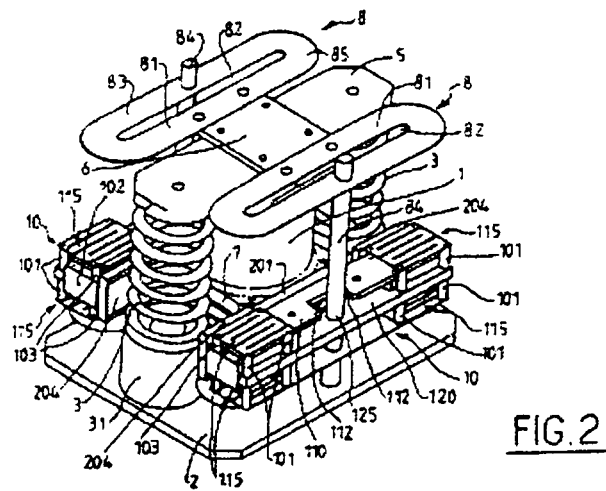
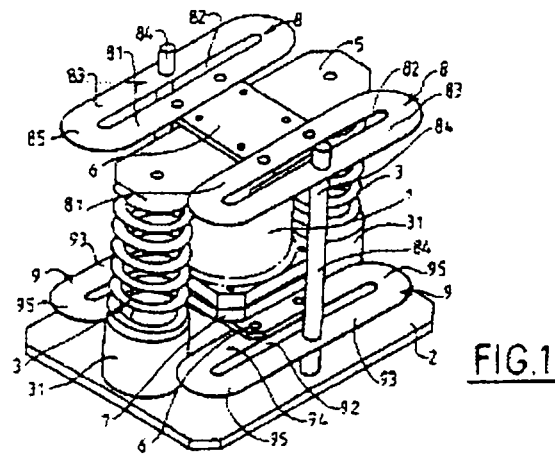
5. Generador según la reivindicación 4, **caracterizado** porque al menos una pieza electromagnética (204) está acoplada a la masa principal (1), y porque al menos un electroimán (102) está acoplado a dicha masa adicional (10).

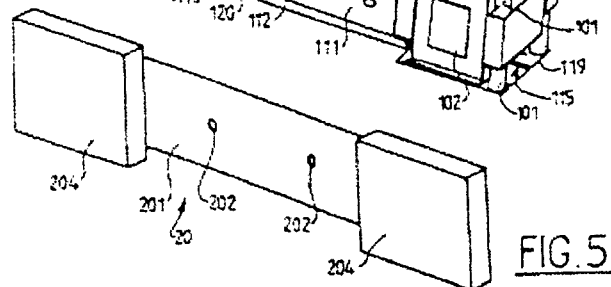
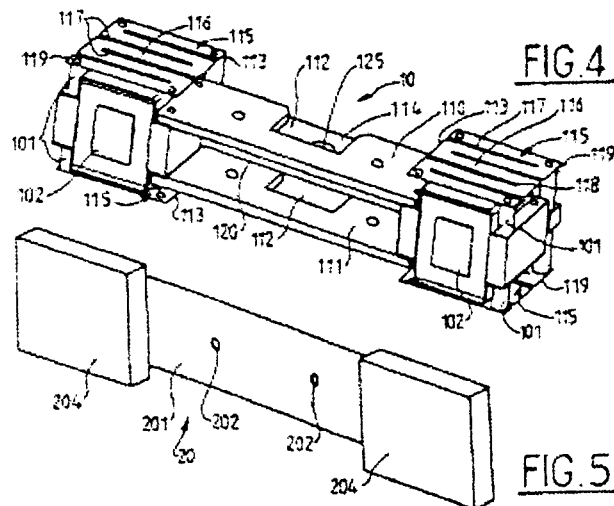
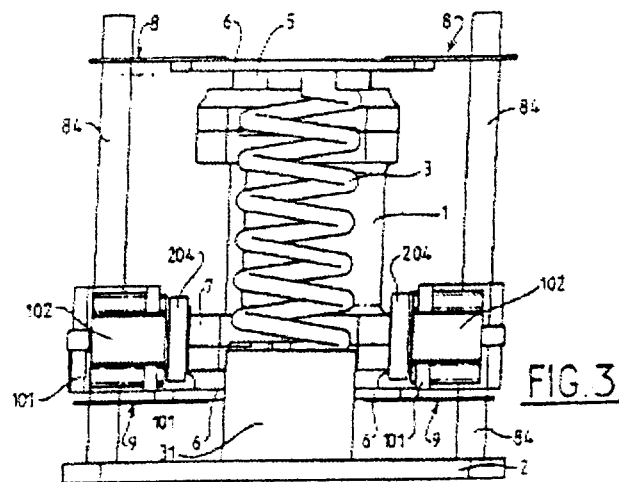
6. Generador según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el acoplamiento entre dicha pieza electromagnética (204) y la masa principal (1) es elástico.

7. Generador según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dicho acoplamiento presenta un grado de libertad elástica en una dirección sensiblemente perpendicular a una dirección principal de generación de esfuerzos dinámicos.

8. Generador según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado** porque dicho acoplamiento elástico está realizado por al menos una lámina flexible (202).

9. Generador según una de las reivindicaciones 3 ó 8, **caracterizado** porque al menos una masa adicional (102) está mantenida en posición por un dispositivo elástico (115) que presenta un grado de libertad elástica en una dirección sensiblemente paralela a una dirección principal de generación de esfuerzos dinámicos.





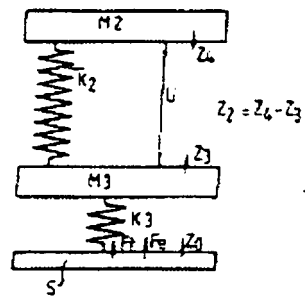


FIG. 6

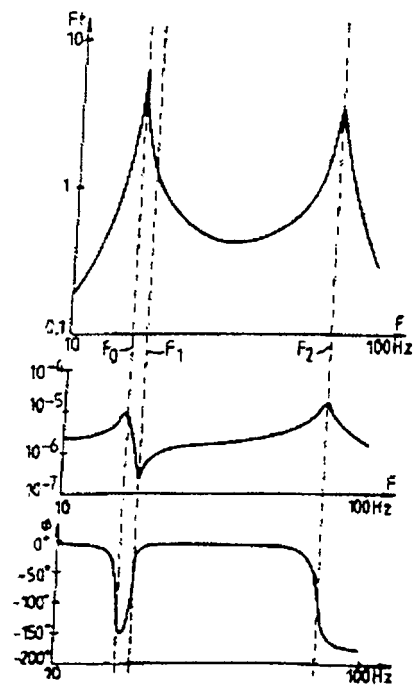


FIG. 7