

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 682**

51 Int. Cl.:

H02N 2/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2016 PCT/FR2016/052416**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.03.2017 WO17051133**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2016 E 16785216 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3353887**

54 Título: **Sistema que utiliza un generador piezoeléctrico para producir energía eléctrica**

30 Prioridad:

25.09.2015 FR 1559054

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

13.10.2020

73 Titular/es:

**PYTHEAS TECHNOLOGY (100.0%)
Impasse des Houillères
13590 Meyreuil, FR**

72 Inventor/es:

**GROSSO, GILLES y
MOSCA, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 786 682 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema que utiliza un generador piezoeléctrico para producir energía eléctrica

Campo técnico de la invención

5 El objeto de la invención es un sistema que utiliza un generador piezoeléctrico para producir energía eléctrica. También tiene por objeto un dispositivo y un procedimiento para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico para generar energía eléctrica.

Se refiere al campo técnico de generadores piezoeléctricos capaces de producir energía eléctrica cuando son sometidos a un esfuerzo mecánico.

Estado de la técnica

10 El documento de patente US 7.005.779 (ERICKSON) divulga un sistema piezoeléctrico que permite producir energía eléctrica. Con referencia al modo de realización ilustrado en la figura 1 (correspondiente a la figura 3 del documento ERICKSON), este sistema incluye un conjunto generador que comprende:

- un generador piezoeléctrico 47 adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada sobre dicho generador,

15 - un resorte 46, que desempeña la función de activador, que aplica una fuerza mecánica al generador 47 cuando dicho resorte es activado,

- una leva giratoria 40 que tiene una superficie de leva,

- una roldana 42 seguidora de la superficie de leva,

20 - una palanca 43 unida a la roldana seguidora, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el resorte 45 para impulsarla cuando la leva 40 es arrastrada en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre la roldana 42.

El eje 41 de la leva 40 está directamente acoplado a una fuente 12 de energía que puede ser, por ejemplo, un generador de oleaje, una turbina de mareas o una turbina eólica, y que pone en rotación directamente a dicha leva.

25 Este sistema ERICKSON no es muy eficiente, pues la cantidad de energía eléctrica que puede generar es relativamente pequeña. El documento GB2106330 divulga un sistema que comprende dos generadores piezoeléctricos, dos levas y dos palancas y una rueda giratoria. Sin embargo, el documento no divulga en particular medios seguidores. Además, las velocidades de rotación de la rueda con relación a las levas no son divulgadas de una manera clara.

La invención pretende remediar este estado de cosas. En particular, un objetivo de la invención es aumentar significativamente la cantidad de energía eléctrica capaz de ser generada por un sistema del tipo descrito anteriormente.

30 Otro objetivo de la invención es proponer un sistema generador que sea robusto, de diseño simple y fiable.

Otro objetivo más de la invención es proponer una técnica eficaz para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico para generar energía eléctrica en grandes cantidades.

Divulgación de la invención.

35 La solución propuesta por la invención es un sistema para producir energía eléctrica que incluye al menos un primer conjunto generador que comprende:

- un primer generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho primer generador,

- un primer activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al primer generador cuando dicho primer activador es activado,

40 - una primera leva giratoria que tiene una superficie de leva,

- un primer medio seguidor de la superficie de leva,

- una primera palanca conectada al primer medio seguidor, cuya primera palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el primer activador para activarla cuando arrastra a la primera leva en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre el primer medio seguidor.

45 Este sistema comprende las siguientes características notables:

- incluye al menos un segundo conjunto generador que comprende:

- o un segundo generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho segundo generador,
- o un segundo activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al segundo generador cuando dicho segundo activador es activado,
- o una segunda leva giratoria que tiene una superficie de leva,
- o un segundo medio seguidor de la superficie de leva,
- o una segunda palanca conectada al segundo medio seguidor, cuya segunda palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el segundo activador para activarlo cuando la segunda leva es arrastrada en rotación y la superficie de la leva ejerce una fuerza mecánica sobre el segundo medio seguidor,

- una rueda giratoria es arrastrada en rotación por una fuente de energía, cuya rueda giratoria está acoplada a la primera leva y a la segunda leva de manera que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de dichas levas a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

En este diseño particular basado en el principio de un tren epicicloidal, las levas desempeñan el papel de satélites y la rueda giratoria el del planetario. Una sola rueda giratoria ahora permite hacer rotar varias levas y, por lo tanto, restringir simultáneamente varios generadores piezoeléctricos, lo que tiene por efecto desmultiplicar la cantidad de energía eléctrica producida.

Además, al ser la velocidad de rotación de las levas superior a de la rueda giratoria, resulta de ello que la frecuencia de excitación de los generadores piezoeléctricos es superior a la frecuencia de excitación de dicha rueda giratoria por la fuente de energía. Esta configuración es particularmente ventajosa en el caso de que la fuente de energía tenga la forma de un colector de energía de oleaje, de una turbina de mareas o de una turbina eólica, en contacto directo con el eje de la rueda giratoria. La invención permite entonces multiplicar la frecuencia de un oleaje o la frecuencia de rotación de las palas de una turbina de mareas o de una turbina eólica, para excitar aún más los generadores piezoeléctricos y producir aún más energía eléctrica.

De manera general, la energía producida para una velocidad de rotación dada está determinada por su geometría, así como por las propiedades piezoeléctricas de los materiales utilizados. La invención permite aumentar significativamente su rendimiento, de manera muy simple, al amplificar su frecuencia de excitación primaria, es decir, la excitación de la rueda giratoria por la fuente de energía.

Otras características ventajosas de la invención se enumeran a continuación. Cada una de estas características puede considerarse sola o en combinación con las características notables definidas anteriormente, y ser el objeto, según el caso, de una o más solicitudes de patentes divisionales:

- El sistema puede incluir un número entero $N \geq 2$ de conjuntos generadores (EGi) que comprende cada uno: - al menos un generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho generador; - un activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador cuando dicho activador es activado; - una leva giratoria que tiene una superficie de leva; - un medio seguidor de la superficie de leva; - una palanca conectada al medio seguidor, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador para activarla cuando la leva es arrastrada en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor. La rueda giratoria está acoplada a las levas N de manera que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de las levas N a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

- Las N levas están ventajosamente desplazadas angularmente con respecto al eje de rotación de la rueda giratoria, siendo este desplazamiento angular $2\pi/N$.

- Cada conjunto generador está asociado ventajosamente con una leva giratoria que tiene una superficie de leva, comprendiendo dicho conjunto generador: - un primer subconjunto que incluye: un generador piezoeléctrico, un activador, un medio seguidor de la superficie de leva, una palanca; - un segundo subconjunto que incluye: otro generador piezoeléctrico, otro activador, otro medio seguidor de la superficie de leva, otra palanca; estando el primer subconjunto y el segundo subconjunto dispuestos simétricamente con respecto al eje de rotación de la leva.

- La superficie de leva es ventajosamente simétrica con respecto al eje de rotación de la leva, de modo que el medio seguidor de leva del primer subconjunto y el medio seguidor de leva del segundo subconjunto tienen movimientos similares y sincronizados.

- Cada generador piezoeléctrico se presenta ventajosamente en forma de dos pilares piezoeléctricos, cada uno formado por la alternancia de cerámicas piezoeléctricas y electrodos apilados axialmente, siendo coaxiales los dos

pilares piezoeléctricos y estando dispuestos enfrentados uno con respecto al otro.

- El activador se presenta ventajosamente en forma de una mordaza dispuesta para actuar simultáneamente sobre cada uno de los pilares piezoeléctricos cuando es activada por la palanca.

5 - Ventajosamente, el sistema incluye un número entero $M \geq 2$ de conjuntos generadores que comprenden cada uno: - al menos un generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho generador; - un activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador cuando dicho activador es activado; - una leva giratoria que tiene una superficie de leva; - un medio seguidor de la superficie de leva; - una palanca conectada al medio seguidor, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador para activarla cuando la leva gira y la superficie de la leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor; las M levas están montadas en paralelo en un árbol de rotación común, estando en contacto la rueda giratoria con este eje de rotación común de modo que la puesta en rotación de dicho eje de rotación común provoca la puesta en rotación simultánea de dichas M levas.

10 - Ventajosamente, las M levas tienen la misma superficie de leva, cuya superficie de leva consiste en una alternancia regular de huecos y protuberancias; y las M levas están desplazadas angularmente en el eje de rotación común, siendo este desplazamiento angular de $2\pi / (M \cdot B)$, donde B corresponde al número de protuberancias presentes en la superficie de la leva de cada una de dichas levas.

15 - En una realización alternativa, las M levas tienen la misma superficie de leva, cuya superficie de leva consiste en una alternancia regular de huecos y protuberancias; y los medios seguidores de la superficie de leva de cada conjunto generador están desplazados angularmente en el eje de rotación común, siendo este desplazamiento angular de $2\pi / (M \cdot B)$, donde B corresponde al número de protuberancias presentes en la superficie de la leva de cada uno de dichas levas.

20 - El medio seguidor incluye ventajosamente: - una barra adaptada para ejercer una fuerza mecánica sobre la palanca a la que está conectada, cuya palanca, en respuesta, activa el activador correspondiente; - una roldana, solidaria de la barra, montada girando sobre la superficie de leva, cuya roldana está dispuesta de manera que cuando la leva es arrastrada en rotación y dicha superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicha roldana, la fuerza mecánica ejercida por dicha barra sobre dicha palanca se desmultiplique.

Otro aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico para generar energía eléctrica, cuyo dispositivo comprende:

30 - un activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador cuando dicho activador es activado,

- una leva giratoria que tiene una superficie de leva,

- un medio seguidor de la superficie de leva,

- una palanca conectada al medio seguidor, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador para activarle cuando la leva es arrastrada en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor.

35 Este dispositivo es notable porque una rueda giratoria está adaptada para ser accionada en rotación por una fuente de energía, cuya rueda giratoria está acoplada con la leva, de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de dicha leva a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

40 Otro aspecto más de la invención se refiere a un procedimiento para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico para generar energía eléctrica, comprendiendo dicho método las etapas que consisten en:

- instalar un activador adecuado para aplicar una fuerza mecánica al generador (cuando dicho activador es activado),

- instalar una leva giratoria con una superficie de leva,

- instalar un medio seguidor de la superficie de leva,

45 - montar una palanca como brazo de la palanca,

- conectar la palanca al medio seguidor, y hacer que dicha palanca coopere con el activador para que dicha palanca pueda activar dicho activador y que, en respuesta a esta activación, dicho activador aplique una fuerza mecánica al generador,

50 - accionar la leva en rotación de modo que la superficie de leva ejerza una fuerza mecánica sobre el medio seguidor y que la palanca active el activador.

Este procedimiento es notable porque comprende una etapa que consiste en acoplar la leva con una rueda giratoria, de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de dicha leva a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

Descripción de las figuras

- 5 Otras ventajas y características de la invención aparecerán mejor al leer la descripción de un modo de realización preferido que seguirá, con referencia a los dibujos adjuntos, realizados a modo de ejemplos indicativos y no limitativos y en los que:

La figura 1, citada anteriormente, reproduce un modo de realización de un sistema generador ilustrado en el documento de patente US 7.005.779 (ERICKSON),

- 10 La figura 2 es una vista isométrica de un conjunto generador de acuerdo con la invención.

La figura 3 es una vista en corte longitudinal del conjunto generador de la figura 2.

La figura 4 es una vista esquemática, en corte, de un pilar piezoeléctrico utilizado en un generador piezoeléctrico según la invención.

- 15 La figura 5 es una vista esquemática del pilar piezoeléctrico de la figura 4 combinado con un circuito de extracción de carga.

La figura 6 es un diagrama cinemático que muestra una disposición de los diversos elementos constituyentes de un conjunto generador de acuerdo con la invención.

La figura 7 esquematiza dos conjuntos generadores de acuerdo con la invención, cuyos conjuntos se combinan con una rueda giratoria común.

- 20 La figura 8 es una vista isométrica del sistema objeto de la invención, que muestra en detalle un ejemplo de cooperación entre las levas y la rueda giratoria común.

La figura 9 es una vista frontal de un sistema objeto de la invención.

La figura 10 es una vista en alzado del sistema de la figura 9,

La figura 11 muestra el sistema de la figura 10 cerrado por un cárter.

- 25 La figura 12 muestra un conjunto generador de acuerdo con la invención, en una variante de realización.

Modos preferidos de realización de la invención

Las figuras 2 y 3 ilustran un conjunto generador EG adecuado para implementar la invención. Este conjunto generador EG está asociado con una leva giratoria C que tiene una superficie de leva SG.

- 30 La leva C está montada de manera giratoria alrededor de su eje de simetría Ac. La leva C tiene, por ejemplo, la forma de un disco metálico cuyo diámetro está comprendido entre 0,5 cm y 300 cm, preferiblemente 40 cm y su grosor comprendido entre 2 mm y 100 mm.

- 35 En las figuras 2 y 3, la superficie de leva SC es ondulada. Consiste en una alternancia regular de huecos y protuberancias distribuidos homogéneamente en toda la periferia de la leva C. La amplitud de los huecos y protuberancias está, por ejemplo, comprendida entre 1 mm y 50 mm, preferiblemente de 2 mm. La superficie de leva SC tiene ventajosamente un perfil sinusoidal. La distribución de los huecos y las protuberancias es perfectamente simétrica, de modo que dos protuberancias o dos huecos estén ubicados en los extremos del mismo diámetro de la leva C.

El conjunto generador EG ilustrado en las figuras 2 y 3 comprende dos subconjuntos generadores SEG1, SEG2.

- 40 El primer subconjunto SEG1 que incluye un generador piezoeléctrico G1, un activador A1, un medio MS1 seguidor de la superficie de leva SC y una palanca L1. El segundo subconjunto SEG2 es similar al primero y también incluye un generador piezoeléctrico G2, un activador A2, un medio MS2 seguidor de la superficie de leva SC y una palanca L2.

Cada generador piezoeléctrico G1, G2 tiene preferiblemente la forma de dos pilares piezoeléctricos, respectivamente P11, P12 y P21, P22, cada uno formado por la alternancia de cerámicas piezoeléctricas y de electrodos apilados axialmente, siendo coaxiales los dos pilares piezoeléctricos, respectivamente P11-P12 y P21-P22, y estando dispuestos enfrentados uno con respecto al otro.

- 45 Los pilares P11, P12 y P21, P22 son idénticos. La figura 4 representa uno de estos pilares, cuyo pilar lleva la referencia P. Se compone de un apilamiento de cerámicas piezoeléctricas 2 alternadas con electrodos 3 fabricados de un material conductor, como por ejemplo cobre o bronce. Los electrodos están cableados en paralelo o en serie. El número de

cerámicas 2 y de electrodos 3 varía de 2 a 50, incluso 150. Estas cerámicas 2 y electrodos 3 tienen la misma forma y preferiblemente tienen una sección circular. Están perforados axialmente. Como ejemplo, su diámetro externo está comprendido entre 0,5 cm y 20 cm, y su grosor comprendido entre 1 mm y 100 mm. El diámetro del orificio axial está, por ejemplo, comprendido entre 0,5 cm y 10 cm. Los orificios axiales proporcionan una alineación axial de las cerámicas 2 y de los electrodos 3.

Cuando las cerámicas 2 y los electrodos 3 son apilados, los orificios axiales delimitan un orificio central coaxial con el eje del pilar P. Este orificio central permite el paso de una barra 4 que asegura el centrado, la alineación y participa en el mantenimiento de las cerámicas 2 y de los electrodos 3. Unos medios de sujeción 5a, 5b están dispuestos en los extremos 4a, 4b de la barra 4. Estos medios de fijación 5a, 5b tienen, por ejemplo, la forma de piezas rígidas fijadas a los extremos 4a, 4b de la barra 4 para sujetar el apilamiento de cerámicas 2 y de los electrodos 3. La pieza 5a tiene, por ejemplo, la forma de una tuerca enroscada en el extremo fileteado 4a de la barra 4. La pieza 5b también puede ser una tuerca, o una pieza terrajada, fijada a un bastidor, y en la que se enrosca el otro extremo fileteado 4b de la barra 4.

Por razones de seguridad, el apilamiento de las cerámicas 2 y de los electrodos 3 está ventajosamente aislado eléctricamente. Para hacer esto, la barra 4 puede colocarse en una vaina o funda 6 fabricada de un material eléctricamente aislante tal como plástico. También es posible acomodar la pila en una vaina o en una funda exterior 7 también fabricada de un material aislante eléctrico.

Como muestra la figura 5, el pilar P está conectado a un circuito electrónico 8 de extracción de cargas. Este circuito 8 recupera la energía eléctrica producida por el pilar piezoeléctrico P. Comprende:

- un interruptor de alta tensión con mando 9, ventajosamente un tiristor,

- un puente 10 rectificador de tensión,

- una inductancia 11 cuya conexión con el pilar P constituye un circuito resonante del tipo LC, estando el elemento capacitivo constituido por el propio pilar,

- una capacidad o un condensador 12 de filtrado colocado en paralelo.

- un sistema 13 de almacenamiento permite almacenar esta energía eléctrica antes de su acondicionamiento para su uso en la red. Este sistema 13 de almacenamiento consiste, por ejemplo, en una batería o un banco de supercondensadores. El circuito 8 puede ser común a cada par de pilares P11-P12 y P21-P22 respectivamente, al estar conectado simultáneamente a cada uno de los pilares de dicho par. Un bus continuo puede entonces ser responsable de recoger los impulsos de cada uno de los sistemas 13 de almacenamiento.

La configuración del circuito 8 está adaptada para maximizar la energía eléctrica producida por el pilar P. De hecho, esta configuración permite duplicar la energía eléctrica generada por el pilar P recuperándola por primera vez durante el aplastamiento de dicho pilar, y una segunda vez durante su distensión.

Cuando el pilar P se somete a una excitación alternativa (de acuerdo con el principio descrito más adelante en la descripción), y durante la fase creciente del esfuerzo, el interruptor 9 se mantiene abierto. El pilar P está en circuito abierto y las cargas eléctricas se acumulan en los bornes de dicho pilar, funcionando este último como una capacidad.

Cuando el esfuerzo mecánico aplicado al pilar P es máximo, el interruptor 9 se cierra brevemente durante un período correspondiente a un semiperíodo de la resonancia del circuito LC. Así, todas las cargas eléctricas acumuladas en los bornes del pilar P son extraídas de dicho pilar.

Durante la fase decreciente del esfuerzo, el pilar P se recarga. Cuando el esfuerzo mecánico es mínimo, el interruptor 9 se vuelve a cerrar brevemente durante un período correspondiente a un semiperíodo de la resonancia del circuito LC, para extraer las cargas eléctricas. Luego se reanuda el ciclo.

Para producir energía eléctrica, es necesario aplicar una fuerza mecánica a los pilares piezoeléctricos P11, P12, P21, P22. Esta fuerza mecánica es aplicada por los activadores A1 y A2.

En el modo de realización preferido ilustrado en las figuras 3 y 6, cada activador, respectivamente A1 y A2, actúa sobre un par de pilares, respectivamente P11-P12 y P21-P22. Cada activador, respectivamente A1 y A2, tiene la forma de una mordaza dispuesta para actuar simultáneamente en cada uno de los pilares piezoeléctricos, respectivamente P11-P12 y P21-P22, cuando es activado por la palanca, respectivamente L1 y L2.

Más particularmente, cada mordaza consta de dos empujadores, respectivamente A11-A12, A21-A22, montados en un eje común, o articulación, respectivamente Aa1, Aa2, o dos ejes adyacentes. Estos empujadores, respectivamente A11, A12, A21 y A22, se apoyan contra uno de los extremos de los pilares, respectivamente P11, P12, P21 y P22, cuyo apoyo se puede diseñar en forma de una unión de rótula. Cada articulación Aa1, Aa2 está prevista de manera que un empuje sobre dicha articulación obliga a los empujadores A11-A12, A21-A22 a separarse y apoyar sobre el extremo de los pilares con los que están en contacto. Al ser el otro extremo de los pilares solidario de un bastidor fijo, los pilares P11, P12, P21 y P22 son aplastados, cuyo aplastamiento engendra una deformación de dichos pilares y la producción de

energía eléctrica.

5 En las figuras adjuntas, cada generador G1, G2 comprende dos pilares, respectivamente P11-P12 y P21-P22, que son coaxiales y están dispuestos en oposición. En esta configuración, cada empujador A11, A12, A21, A22 ejerce sobre el pilar al que está unido, una fuerza de aplastamiento superior a la fuerza de empuje aplicada a las articulaciones Aa1, Aa2. Esta amplificación de fuerza (por un factor que puede variar de 2 a 100) se debe al ángulo de apertura de los empujadores A11-A12 y A21-A22 y es similar a la amplificación de fuerzas en un paralelogramo deformable. El uso de este tipo de mordaza entre cada par de pilares P11-P12 y P21-P22 permite además reducir a la mitad la altura de los pilares P11, P12, P21, P22 y reducir a la mitad los esfuerzos sobre el bastidor.

10 Cada palanca, respectivamente L1, L2, está montada como brazo de palanca y coopera con el activador con el que está asociado, respectivamente A1, A2, para activarlo. En la figura 6, las palancas L1, L2 ejercen la fuerza de empuje sobre los ejes Aa1, Aa2. Por «montado como brazo de palanca» se entiende en el sentido de la presente invención que cada palanca L1, L2 está montada m-ovil en rotación alrededor de un punto fijo o un enlace de pivote Lp1, Lp2. Estas palancas comprenden un primer extremo L11, L21 que coopera con el activador A1, A2 a los que están asociadas dichas palancas, y un segundo extremo L21, L22 conectado a un medio seguidor MS1, MS2. Para amplificar la fuerza de empuje ejercida sobre los ejes Aa1, Aa2, los puntos de rotación Lp1, Lp2 están más cerca de los primeros extremos L11, L21 que del segundo extremo L12, L22. Cada palanca L1, L2 tiene preferiblemente la forma de una parte metálica rígida obtenida por moldeo o mecanizado y cuya longitud está, por ejemplo, comprendida entre 10 cm y 100 cm.

Los medios seguidores MS1, MS2 están adaptados para activar a las palancas L1, L2 y hacerlas pivotar alrededor de sus puntos de rotación Lp1, Lp2, cuando la leva C es accionada en rotación.

20 En las figuras 2, 3 y 6, cada medio seguidor MS1, MS2 incluye una barra MT1, MT2 adaptada para ejercer una fuerza mecánica sobre la palanca L1, L2 a la que está conectada y que, en respuesta, activa al activador correspondiente A1, A2. Las barras MT1, MT2 están montadas cada una móvil en rotación alrededor de un enlace de pivote Mp1, Mp2 previsto al nivel de un primer extremo MT11, T21. Su segundo extremo MT12, MT22 se apoya contra el segundo extremo L12, L22 de las palancas L1, L2. Para limitar los rozamientos, los segundos extremos L12, L22 pueden estar provistos de una roldana giratoria GL2, GL22.

Las barras MT1, MT2 tienen preferiblemente, cada una, forma de una pieza metálica rígida obtenida por moldeo o mecanizado y cuya longitud está, por ejemplo, comprendida entre 5 cm y 50 cm.

30 Cada barra MT1, MT2 es solidaria de una roldana MG1, MG2 que se monta rodante sobre la superficie de leva MC. Estas roldanas MG1, MG2 están dispuestas entre los dos extremos de las barras MT1, MT2, de modo que cuando la leva C es accionada en rotación y la superficie de leva SC ejerce una fuerza mecánica sobre dicha roldana, la fuerza mecánica ejercida por las barras MT1, MT2 sobre las palancas L1, L2 se desmultiplique.

35 En la práctica, cuando las roldanas MG1, MG2 pasan sobre una protuberancia, se separan del eje de rotación de la leva AC. Esta separación de las roldanas MG1, G2 arrastra el pivotado de las barras MT1, MT2 alrededor de su primer extremo MT11, MT12. Las palancas L1, L2 son entonces activadas al nivel de su segundo extremo L12, L22, arrastrando su pivotado alrededor de los puntos de rotación Lp1, Lp2, cuyo pivotado genera una fuerza de empuje sobre los ejes Aa1, Aa2.

40 Este tipo de medio seguidor presenta muchas ventajas. De hecho, si H es la altura de las protuberancias, el segundo extremo MT12, MT22 de las barras MT1, MT2 se mueve de Y.H con $Y \geq 1$ y cuyo valor depende de la posición de las roldanas MG1, MG2 en dichas barras. La oscilación vertical del segundo extremo L12, L22 de las palancas L1, L2 también es YxH. Al amplificar la oscilación vertical de los segundos extremos L12, L22 de las palancas L1, L2, los medios seguidores MS1, MS2 desmultiplican así las fuerzas de empuje ejercidas sobre los ejes Aa1, Aa2, y por lo tanto las fuerzas mecánicas ejercidas sobre los pilares P11, P12, P21, P22 y, por lo tanto, la energía eléctrica producida.

45 La altura de las protuberancias se determina en función del esfuerzo de aplastamiento deseado sobre los pilares P11, P12, P21, P22. Dado que la oscilación vertical de los segundos extremos L12, L22 de las palancas L1, L2 se amplifica, es posible reducir la altura de las protuberancias en la superficie de leva SC, con respecto a la configuración ilustrada en la figura 1 (donde el medio seguidor es una roldana 42 directamente fijada al segundo extremo de la palanca 43). Esta reducción en la altura de las protuberancias permite hacer girar la leva C más rápidamente y, en consecuencia, aumentar la frecuencia de activación de los activadores A1, A2 y, por lo tanto, la de los pilares P11, P12, P21, P22. Siendo estos últimos más activados, la energía eléctrica que generan también lo es, lo que contribuye a aumentar el rendimiento del sistema objeto de la invención.

50 También se puede considerar aumentar la altura de las protuberancias de la superficie de leva SC para amplificar aún más la oscilación vertical de los segundos extremos L12, L22 de las palancas L1, L2 y aumentar proporcionalmente las fuerzas mecánicas ejercidas sobre los pilares P11, P12, P21, P22. Así, el tamaño de estos últimos puede ser aumentado para producir más energía eléctrica.

55 El número B de protuberancias presentes en la superficie de leva SC participa en el bombeo de frecuencia de la excitación de los generadores piezoeléctricos. Este número permite amplificar la frecuencia de excitación de los pilares

P11, P12, P21, P22. De hecho, para cada giro de leva C, cada uno de los pilares P11, P12, P21, P22 es excitado B veces. Solo a modo de ejemplo, es posible prever una superficie de leva que tenga 24 protuberancias de 2 mm de altura, separadas 50 mm para una leva C que tenga un diámetro de 40 cm. Se prefiere una leva C que tenga un par de protuberancias y generadores piezoeléctricos G1, G2 enfrentados entre sí para cancelar los esfuerzos radiales engendrados por las roldanas MG1, MG2 sobre dicha leva.

En el modo de realización ilustrado por las figuras adjuntas, el primer subconjunto SEG1 y el segundo subconjunto SEG2 están dispuestos simétricamente con respecto al eje de rotación AC de la leva C. Y preferiblemente, la superficie de la leva SC es simétrica con respecto al eje de rotación AC de la leva C, de modo que el medio seguidor MS1 del primer subconjunto SEG1 y el medio seguidor MS2 del segundo subconjunto SEG2 tengan movimientos similares, sincronizados y diametralmente opuestos. En la práctica, los dos medios seguidores MS1 y MS2 actúan sobre el mismo diámetro de la leva C. Cuando el medio seguidor MS1 pasa sobre una protuberancia (respectivamente un hueco) de la superficie de leva SC, el otro medio seguidor MS2 también pasa sobre una protuberancia (respectivamente un hueco). Esta arquitectura permite equilibrar las sollicitaciones de la leva C para que esta última esté menos sujeta a vibraciones.

En la Figura 7, se muestran dos conjuntos generadores EGa, EGb. Cada uno de estos conjuntos generadores EGa, EGb es similar al conjunto generador EG que se acaba de describir con referencia a las figuras 2 a 6, es decir que cada conjunto EGa, EGb comprende al menos un generador piezoeléctrico Ga, Gb con el que está asociado un activador Aa, Ab, una leva giratoria Ca, Cb que tiene una superficie de leva SCa, SCb, un medio seguidor MSa, MSb, una palanca La, Lb.

La puesta en rotación de las levas Ca y Cb se realiza de manera simultánea usando una rueda giratoria común R. Esta última está montada móvil en rotación alrededor de su eje AR. Su diámetro está, por ejemplo, comprendido entre 10 cm y 800 cm.

La rueda R puede incluir, por ejemplo, un engranaje previsto en su periferia, cuyo engranaje está engranado con un engranaje complementario Ea, Eb solidario del eje de rotación respectivo de las levas Ca, Cb. La rueda R y los engranajes Ea, Eb están dimensionados de manera que la puesta en rotación de dicha rueda a una velocidad de rotación W_R provoca la rotación de las levas Ca, Cb a otra velocidad de rotación W_{Ca} , W_{Cb} que es superior a la de dicha rueda.

En la práctica $W_{Ca} = W_{Cb} = W_R \times Z_R / Z_C$ donde:

Z_R = número de dientes de la rueda R

Z_C = número de dientes de los engranajes Ea, Eb

con $Z_R > Z_C$

Una fuente de energía asegura el accionamiento en rotación de la rueda R. Esta fuente de energía puede ser una turbina eólica o una turbina de mareas cuyo eje coincide con el eje AR. La fuente de energía también puede ser un generador de oleaje hecho girar por el oleaje del mar, o cualquier otra fuente motriz adaptada para hacer girar la rueda R (por ejemplo: motor térmico, motor eléctrico, motor de aire comprimido...).

En el caso de que la fuente de energía sea una turbina eólica, una turbina de mareas o un generador de oleaje, la velocidad de rotación a la que se puede accionar la rueda R es relativamente baja, por ejemplo, de algunas revoluciones por minuto pero con un par relativamente importante, que puede ser de varios cientos o incluso miles de kN.m. Gracias a la invención, la velocidad de rotación de las levas Ca, Cb es netamente superior, pudiendo alcanzar varios cientos de revoluciones por minuto con un par suficiente para restringir los generadores piezoeléctricos Ga, Ga a una frecuencia de excitación multiplicada por diez con respecto a la frecuencia de excitación de la rueda R. Este estado de cosas contribuye a producir una cantidad importante de energía eléctrica, por ejemplo, varios cientos de kW, o incluso varios MW.

En las figuras 8, 9 y 10, el sistema objeto de la invención incluye un número N de conjuntos generadores EGi, donde N es un número entero superior o igual a 2. Esta arquitectura se basa en el principio de un tren epicicloidal, desempeñando las N levas el papel de los satélites y la rueda R el del planetario. Por lo tanto, basta hacer girar la rueda R sola para accionar en rotación las levas N restringir simultáneamente varios generadores piezoeléctricos, lo que tiene el efecto de desmultiplicar la cantidad de energía eléctrica producida. En el caso de que cada leva esté combinada con dos generadores piezoeléctricos (caso de las figuras 2 a 7), la puesta en rotación de la rueda R permite restringir simultáneamente $2 \times N$ generadores piezoeléctricos.

El hecho de pasar por una arquitectura del tipo de tren epicicloidal permite eliminar una posible caja de engranajes de transmisión que permitiría aumentar la velocidad de rotación de las levas. En el caso de una caja de transmisión, el par que proviene de la fuente de energía pasa por un solo camino para llegar a las levas. Este es un punto débil de las turbinas eólicas sobre el que se constatan numerosas averías. Gracias a la arquitectura de la invención, el par que proviene de la fuente de alimentación se divide por el número de levas-satélites, lo que hace que el sistema sea mucho más fiable.

5 Cada uno de estos conjuntos generadores EGi es similar al conjunto generador EG descrito con referencia a las figuras 2 a 6, es decir que comprende: un generador piezoeléctrico, un activador, una leva giratoria que tiene una superficie de leva, un medio seguidor de la superficie de leva, una palanca. La rueda R está acoplada a las N levas, de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de las levas N a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria. El acoplamiento entre la rueda R y las N levas se lleva a cabo de la misma manera que se describe anteriormente con referencia a la figura 7.

Para homogeneizar la distribución del par al nivel de la rueda R y equilibrar los esfuerzos en esta última, las levas N están desplazadas angularmente en $2\pi/N$ con respecto al eje de rotación AR de la rueda R.

10 En el modo de realización de la figura 8, un número M de conjuntos generadores EGi₁-EGi_M se apilan axialmente uno detrás de otro, donde M es un número entero superior o igual a 2. Cada uno de estos conjuntos generadores EGi₁-EGi_M es similar a los conjuntos generadores EG, EGa, EGb descritos anteriormente con referencia a las figuras 2 a 7, es decir, que cada uno comprende: al menos un generador piezoeléctrico con el que está asociado un activador, una leva giratoria Ci₁-Ci_M que tiene una superficie de leva, un medio seguidor, una palanca.

15 Las M levas Ci₁-Ci_M están montadas en paralelo en un árbol de rotación común ACi que coincide con su eje de rotación respectivo. El mantenimiento en posición de las levas Ci₁-Ci_M en el árbol ACi se asegura, por ejemplo, mediante enchavetado. El extremo del árbol ACi que está situado al nivel de la rueda R está provisto de un engranaje Ei engranado con el engranaje complementario previsto en la periferia de dicha rueda. Así, cuando se pone en rotación la rueda R, su engranaje periférico engrana con el engranaje Ei, provocando el accionamiento en rotación del árbol ACi y del conjunto de las levas Ci₁-Ci_M.

20 Preferiblemente, las levas Ci₁-Ci_M tienen la misma superficie de leva, pero están desplazadas angularmente entre sí, siendo este desplazamiento angular de $2\pi/(M.B)$, donde:

M = número entero superior o igual a 2 (por ejemplo, comprendido entre 2 y 20) correspondiente al número de levas Ci₁-Ci_M solidarias del árbol ACi;

B = número de protuberancias presentes en la superficie de leva de cada una de dichas levas Ci₁-Ci_M.

25 Este desplazamiento angular de las levas Ci₁-Ci_M tiene varias ventajas. En primer lugar, permite compensar los esfuerzos tangenciales aplicados a los medios seguidores y, en particular, a su roldana de rodadura. Este esfuerzo tangencial corresponde al esfuerzo que la roldana debe superar para subir una protuberancia de la superficie de leva. Este esfuerzo tangencial induce un par resistente en el árbol ACi. Gracias al desplazamiento angular de las levas Ci₁-Ci_M, cuando una roldana de una primera leva va a subir una protuberancia y a crear un par resistente, una roldana de otra leva va a descender simultáneamente una protuberancia. El esfuerzo tangencial aplicado a esta otra leva, y que resulta del descenso de la roldana correspondiente, induce un par motor en el árbol ACi que anula el par resistente citado anteriormente. Así, todos los esfuerzos tangenciales inducidos por roldanas «ascendentes» son compensados por los esfuerzos tangenciales inducidos por las roldanas «descendentes».

35 Además, cuando los pilares piezoeléctricos son activados por los activadores, su esfuerzo de reacción consiste principalmente en dos componentes: un esfuerzo de rigidez denominado «elástico», proporcional al módulo elástico del apilamiento de las cerámicas piezoeléctricas y de los electrodos, a través de la ley de Hook; - y un esfuerzo de rigidez denominado «eléctrica» debido al comportamiento dieléctrico de las cerámicas piezoeléctricas. Estos esfuerzos de reacción repercuten en los esfuerzos tangenciales aplicados sobre los medios seguidores y en particular sobre su roldana de rodadura.

40 Por tanto, cada par de pilares piezoeléctricos genera un par sinusoidal tangencial debido a su elasticidad. Al desfasar las levas Ci₁-Ci_M y, por lo tanto, los pares de generadores, el par tangencial resultante de la suma de los pares tangenciales sinusoidales se anula a la entrada del sistema, es decir, al nivel del eje AR de la rueda R.

45 La extracción de carga (debido al cierre de los interruptores 9 en la parte superior de las protuberancias y en los huecos de las levas) genera un par tangencial de tipo Coulomb, es decir, de amplitud constante y de signo opuesto a la velocidad de rotación de las levas Ci₁-Ci_M. Estos pares de Coulomb se añaden y generan un par constante de Coulomb al nivel del eje AR de la rueda R. La entrada del sistema, es decir, el eje AR de la rueda R, por lo tanto, solo está sometida a un par de Coulomb.

Si los interruptores 9 no se accionan, entonces este par de Coulomb es casi nulo a los rozamientos, pero no es posible extraer energía eléctrica del sistema.

50 Si todos los interruptores 9 se accionan simultáneamente, entonces este par de Coulomb es máximo en el eje AR y se opone al par reactivo, lo que contribuye a reducir la energía eléctrica susceptible de ser recuperada por el sistema.

Al accionar solo una parte de los interruptores 9 en un momento dado, es posible ajustar el par de Coulomb en el eje AR para ajustar el par reactivo a un valor que permita una recuperación óptima de la energía eléctrica.

5 Durante el cierre de los interruptores 9 (figura 5), cuando las roldanas del medio seguidor alcanzan la parte superior de una protuberancia o el fondo de un hueco, el esfuerzo de rigidez «eléctrica» resulta nulo. El esfuerzo de reacción de los pilares en cuestión se desequilibra entonces con respecto a los esfuerzos de reacción de los otros pilares cuyos interruptores asociados permanecen abiertos. Este desequilibrio es susceptible de impactar en los esfuerzos tangenciales aplicados a las levas C_{i1} - C_{iM} y de crear un par resistente, o par de Coulomb, en el eje ACi. El solicitante ha descubierto sorprendentemente que el desplazamiento angular de las levas C_{i1} - C_{iM} permite reducir o incluso anular este par de Coulomb.

Cuando una roldana de un medio seguidor está en el hueco de la leva, y el interruptor 9 asociado se cierra para la extracción de carga, dicha roldana está en contacto con el perfil de leva y los pilares piezoeléctricos se relajan.

10 Cuando esta roldana sube a la parte superior de una protuberancia, el pilar piezoeléctrico está cargado y bajo esfuerzo. Su carga se extrae cerrando el interruptor 9. El pilar ve su esfuerzo reducido, sin que sea anulado.

Cuando la roldana vuelve a descender en el hueco, el pilar piezoeléctrico se relaja, pero se carga. La longitud sigue siendo inferior a la longitud inicial y se puede observar una separación de la roldana del perfil de leva.

15 Cuando finalmente se extrae la carga cerrando el interruptor 9, el pilar piezoeléctrico recupera repentinamente su forma inicial y se observa un choque entre dicha roldana y el perfil de leva. Por transferencia de esfuerzo, este choque puede dañar los elementos constituyentes del pilar piezoeléctrico que se separarían, y particularmente las cerámicas 2 que son de naturaleza frágil. Para remediar esto, los pilares piezoeléctricos están pretensados para que nunca haya separación, por ejemplo, a 150 bares.

20 En la figura 12, este pretensado es inducido por dos gatos V1, V2 de resorte, por ejemplo, del tipo de arandela elástica Belleville o de tipo helicoidal. Estos gatos V1, V2 se instalan antes de la colocación de los medios seguidores MS1, MS2. Se colocan en la misma simetría que los subconjuntos SEG1 y SEG2. Los gatos V1, V2 tienen un extremo VE11, VE21 fijado al bastidor de los subconjuntos SEG1, SEG2, formando tope el otro extremo VE12, VE22, que empuja la palanca L1, L2 con la fuerza deseada. Esta fuerza se puede regular por medio de una tuerca VC1, VC2 que comprime/distiende el resorte. Por ejemplo, el pretensado aplicado en los pilares piezoeléctricos es de 150 bares. En el lugar donde se aplica el pretensado, el esfuerzo sobre la palanca L1, L2 es de aproximadamente 100 daN para un desplazamiento de dicha palanca de 1,4 mm. El resorte tiene una carrera de 14 mm cuando se le aplican los 100 daN. Este margen permite evitar cualquier separación del tope VE12, VE22 y también aplicar un esfuerzo consiguiente cuando las roldanas de los medios seguidores MS1, MS2 comienzan su ascenso sobre una protuberancia de la leva C.

30 Se obtiene un resultado similar desplazando de la misma manera, no las levas C_{i1} - C_{iM} , sino los medios seguidores de la superficie de leva de cada conjunto generador EG_{i1} - EG_{iM} .

El conjunto constituido por una rueda giratoria R combinada con varias levas puede definirse como una corona motriz. En la figura 10, dos coronas motrices CO1, CO2 están unidas entre sí.

35 La rueda R de cada corona puede ser solidaria de un árbol común AR para que la rotación de este último provoque la rotación de dichas ruedas. La cantidad de energía eléctrica producida se duplica así. En esta arquitectura, es el árbol común AR el que es arrastrado en rotación por la fuente de alimentación externa.

En una realización alternativa, se prevé una sola rueda giratoria R. Las dos coronas motrices CO1, CO2 se colocan al tresbolillo. Los árboles que arrastran las levas de cada corona están desplazados de manera que vengán a engranar sobre la rueda giratoria común R, lo que duplica el número de levas satélites asociadas con dicha rueda.

40 En la figura 11, cuatro coronas motrices CO1, CO2, CO3, CO4 se yuxtaponen uno al lado de la otra. El conjunto está protegido y aislado por un carenado. Cada par de coronas motrices CO1-CO2 y CO3-CO4 está asociado con su propia rueda giratoria R. Estas dos ruedas giratorias son solidarias de un árbol común AR, de modo que la rotación de este último provoca la rotación de dichas ruedas.

45 La disposición de los diversos elementos y/o medios y/o etapas de la invención, en los modos de realización descritos anteriormente, no debe entenderse que exige tal disposición en todas las implementaciones. En cualquier caso, se entenderá que se pueden introducir varias modificaciones en estos elementos y/o medios y/o etapas. En particular:

- el número de conjuntos generadores y/o su diseño y/o dimensionamiento pueden variar según el rendimiento energético deseado para el sistema;

50 - la superficie de leva SC puede tener un perfil sinusoidal, pero con una superficie plana en la parte superior de las protuberancias y en la parte inferior de los huecos, permitiendo este perfil optimizar la extracción de las cargas eléctricas acumuladas en los bornes del pilar P,

- el conjunto generador EG puede incluir un solo subconjunto SEG1 o SEG2 en contacto con la leva C,

- por el contrario, el conjunto generador EG puede incluir más de dos subconjuntos distribuidos homogéneamente alrededor de la leva C (por ejemplo, un número X de subconjuntos desplazados en $2\pi/X$, donde X es

- un número entero superior a 2, en particular comprendido entre 2 y 20); se puede considerar una configuración que permita que distribuir el esfuerzo de manera que no se aplique a todos los medios seguidores al mismo tiempo: durante un tiempo determinado, ciertos medios seguidores se desplazan sobre protuberancias mientras se desplazan en los huecos; para ello, la leva incluye preferiblemente $aX+1$ protuberancias, siendo el parámetro a un número entero, preferiblemente igual a 2, elegido de modo que el número de protuberancias sea superior al número de medios seguidores; con tal cantidad de protuberancias, los esfuerzos tangenciales ejercidos por los medios seguidores sobre la leva se compensan para reducir el esfuerzo tangencial global resultante; sin embargo, se puede considerar un número diferente de protuberancias: se puede considerar, por ejemplo, un número de protuberancias igual a un múltiplo del número de medios seguidores con, en este caso particular, un esfuerzo tangencial resultante que es igual a la suma de los esfuerzos tangenciales de los medios seguidores;
- el conjunto generador EG puede incluir un número impar de subconjuntos igualmente distribuidos alrededor de la leva C,
 - los conjuntos generadores EG, Ega, EGb, EG1 pueden estar situados fuera del perímetro de la rueda giratoria R (figuras 7 a 10), o en el interior de este perímetro,
 - cada generador piezoeléctrico G1, G2 puede comprender un solo pilar piezoeléctrico, o, por el contrario, varios otros pilares piezoeléctricos, cuyo número puede estar, por ejemplo, comprendido entre 3 y 40;
 - las cerámicas 2 y los electrodos 3 pueden tener una sección cuadrada, rectangular, ovalada, etc; estos elementos 2, 3 también pueden tener otras disposiciones equivalentes a su perforación axial para asegurar su alineación;
 - cada pilar P11, P12, P21, P22 puede estar restringido por su propio activador;
 - los activadores A1, A2 no consisten necesariamente en mordazas, sino que pueden presentarse en otras formas, en particular en forma de un resorte similar al resorte 46 esquematizado en la figura 1;
 - los primeros extremos L11, L21 de las palancas L1, L2 pueden actuar directamente sobre los pilares piezoeléctricos y desempeñar el papel de activador;
 - la roldana GL12, GL22 puede constituir el medio seguidor, en cuyo caso esta roldana se monta directamente rodante sobre la superficie de leva SC; dicha configuración corresponde a la esquematizada en la figura 1;
 - Las protuberancias de la superficie de leva SC, así como los medios seguidores MS1, MS2 se pueden reemplazar por imanes de manera que activen sin contacto las palancas L1, L2.
 - la puesta en rotación de la leva C podría garantizarse directamente mediante la fuente de alimentación externa, prescindiendo del uso de la rueda giratoria R; dicha configuración corresponde a la esquematizada en la figura 1;
 - Una cadena o una correa puede garantizar el acoplamiento entre la rueda giratoria R y las levas Ca, Cb.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para producir energía eléctrica que incluye al menos un primer conjunto generador (EGa) que comprende:

- al menos un primer generador piezoeléctrico (Ga) adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho primer generador,

5 - un primer activador (Aa) adaptado para aplicar una fuerza mecánica al primer generador (Ga) cuando dicho primer activador (Aa) es activado,

- una primera leva giratoria (Ca) que tiene una superficie de leva (SCa),

- un primer medio seguidor (MSa) de la superficie de leva (SCa),

10 - una primera palanca (La) conectada al primer medio seguidor (MSa), cuya primera palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el primer activador (Aa) para activarlo cuando el primer la leva (Ca) es arrastrada en rotación y la superficie de leva (SCa) ejerce una fuerza mecánica sobre el primer medio seguidor (MSa),

caracterizado por que el sistema incluye al menos un segundo conjunto generador (EGb) que comprende:

- al menos un segundo generador piezoeléctrico (Gb) adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho segundo generador,

15 - un segundo activador (Ab) adaptado para aplicar fuerza mecánica al segundo generador (EGb) cuando dicho segundo activador es activado,

- una segunda leva giratoria (Cb) que tiene una superficie de leva (SCb),

- un segundo medio seguidor (MSb) de la superficie de leva (SCb),

20 - una segunda palanca (Lb) conectada al segundo medio seguidor (MSb), cuya segunda palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el segundo activador (Ab) para activarlo cuando la segunda leva (Cb) es arrastrada en rotación y la superficie de leva (SCb) ejerce una fuerza mecánica sobre el segundo medio seguidor (MSb),

y por el hecho de que una rueda giratoria (R) es arrastrada en rotación por una fuente de energía, cuya rueda giratoria está acoplada a la primera leva (Ca) y a la segunda leva (Cb) de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación (W_R) provoca la rotación de dichas levas a otra velocidad de rotación (W_{Ca} , W_{Cb}) que es superior a la de dicha rueda giratoria.

25 2. Sistema según la reivindicación 1, que incluye un número entero $N \geq 2$ de conjuntos generadores (EGi) que comprenden cada uno:

- al menos un generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho generador,

30 - un activador adecuado para aplicar fuerza mecánica al generador cuando dicho activador es activado,

- una leva giratoria que tiene una superficie de leva,

- un medio seguidor de la superficie de leva,

35 - una palanca conectada al medio seguidor, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador para activarlo cuando la leva es arrastrada en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor,

y en el que la rueda giratoria (R) está acoplada a las N levas para que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoque la rotación de las levas N a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

40 3. Sistema según la reivindicación 2, en el que las N levas están desplazadas angularmente con respecto al eje de rotación (AR) de la rueda giratoria (R), siendo este desplazamiento angular de $2\pi/N$.

4. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- cada conjunto generador (EG) está asociado con una leva giratoria (C) que tiene una superficie de leva (SC), comprendiendo cada conjunto generador:

45 ○ un primer subconjunto (SEG1) que incluye: un generador piezoeléctrico (G1), un activador (A1), un medio seguidor (MS1) de la superficie de leva (SC), una palanca (L1),

- un segundo subconjunto (SEG2) que incluye: otro generador piezoeléctrico (G2), otro activador (A2), otro medio seguidor (MS2) de la superficie de leva (SC), otra palanca (L2),
 - el primer subconjunto (SEG1) y el segundo subconjunto (SEG2) están dispuestos simétricamente con respecto al eje de rotación (AC) de la leva (C).
- 5 5. Sistema según la reivindicación 4, en el que la superficie de leva (SC) es simétrica con respecto al eje de rotación (AC) de la leva (C) de modo que el medio seguidor (MS1) de leva del primer subconjunto (SEG1) y el medio seguidor (MS2) de leva del segundo subconjunto (SEG2) tengan movimientos análogos y sincronizados.
- 10 6. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada generador piezoeléctrico (G1, G2) tiene la forma de dos pilares piezoeléctricos (P11-P12, P21-P22) cada uno formado por la alternancia de cerámicas piezoeléctricas (2) y de electrodos (3) apilados axialmente, siendo coaxiales los dos pilares piezoeléctricos (P11-P12, P21-P22) y estando dispuestos uno enfrente del otro.
- 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el activador (A1, A2) tiene la forma de una mordaza dispuesta para actuar simultáneamente sobre cada uno de los pilares piezoeléctricos (P11-P12, P21-P22) cuando es activado por la palanca (L1, L2).
- 15 8. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, que incluye un número entero $M \geq 2$ de conjuntos generadores (EG_{i1}-EG_{iM}) que comprende cada uno:
 - al menos un generador piezoeléctrico adaptado para generar energía eléctrica en respuesta a una fuerza mecánica aplicada a dicho generador,
 - un activador adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador cuando dicho activador es activado,
 - 20 - una leva giratoria (Ci₁-Ci_M) que tiene una superficie de leva,
 - un medio seguidor de la superficie de leva,
 - una palanca conectada al medio seguidor, cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador para activarlo cuando la leva es arrastrada en rotación y la superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor,
- 25 y en el que las M levas (Ci₁-Ci_M) están montadas en paralelo sobre un árbol de rotación común (AC_i), estando la rueda giratoria en contacto con este eje de rotación común de modo que la puesta en rotación de dicho eje de rotación común entraña la puesta en rotación simultánea de dichas M levas.
- 9. Sistema según la reivindicación 8, en el que:
 - las M levas (Ci₁-Ci_M) tienen la misma superficie de leva, cuya superficie de leva consiste en una alternancia regular de huecos y protuberancias,
 - 30 - las M levas (Ci₁-Ci_M) están desplazados angularmente en el eje de rotación común (AC_i), siendo este desplazamiento angular $2\pi / (M \cdot B)$, donde B corresponde al número de protuberancias presentes en la superficie de leva de cada una de dichas levas.
- 10. Sistema según la reivindicación 8, en el que:
 - las M levas (Ci₁-Ci_M) tienen la misma superficie de leva, cuya superficie de leva consiste en una alternancia regular de huecos y de protuberancias,
 - los medios seguidores de la superficie de leva de cada conjunto generador (EG_{i1}-EG_{iM}) están desplazados angularmente en el eje de rotación común (AC_i), siendo esta compensación angular $2\pi / (M \cdot B)$, donde B corresponde al número de protuberancias presentes en la superficie de leva de cada de dichas levas.
- 35 11. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio seguidor (MS1, MS2) incluye:
 - una barra (MT1, MT2) adaptada para ejercer una fuerza mecánica sobre la palanca (L1, L2) a la que está conectada, cuya palanca, en respuesta, activa el activador correspondiente (A1, A2),
 - una roldana (MG1, MG2), solidaria de la barra (MT1, MT2), montada rodante sobre la superficie de leva (SC), cuya roldana está dispuesta de modo que cuando la leva (C) es arrastrada en rotación y dicha superficie de leva ejerce una fuerza mecánica sobre dicho rodillo, la fuerza mecánica ejercida por dicha barra sobre dicha palanca (L1, L2) se desmultiplique.
 - 45
- 12. Dispositivo para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico (Ga, Gb) para generar energía eléctrica, cuyo dispositivo incluye:

- un activador (Aa, Ab) adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador (Ga, Gb) cuando dicho activador es activado,

- una leva giratoria (Ca, Cb) que tiene una superficie de leva (SCa, SCb),

- un medio seguidor (MSa, MSb) de la superficie de leva (SCa, SCb),

5 - una palanca (La, Lb) conectada al medio seguidor (MSa, MSb), cuya palanca está montada como un brazo de palanca y coopera con el activador (Aa, Ab) para activarlo cuando la leva (Ca, Cb) es arrastrada en rotación y la superficie de leva (SCa, SCb) ejerce una fuerza mecánica sobre dicho medio seguidor (MSa, MSb),

10 caracterizándose por el hecho de que una rueda giratoria (R) está adaptada para ser arrastrada en rotación por una fuente de energía, cuya rueda giratoria está acoplado con la leva (Ca, Cb), de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de dicha leva a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

13. Procedimiento para aplicar una fuerza mecánica a un generador piezoeléctrico (Ga, Gb) para generar energía eléctrica, comprendiendo dicho procedimiento las etapas que consisten en:

15 - instalar un activador (Aa, Ab) adaptado para aplicar una fuerza mecánica al generador (Ga, Gb) cuando dicho activador es activado,

- instalar una leva giratoria (Ca, Cb) que tiene una superficie de leva (SCa, SCb),

- instalar un medio seguidor (MSa, MSb) de la superficie de leva (SCa, SCb),

- montar la palanca (La, Lb) como brazo de palanca,

20 - conectar la palanca (La, Lb) al medio seguidor (MSa, MSb), y hacer que dicha palanca coopere con el activador (Aa, Ab) para que dicha palanca pueda activar a dicho activador y que, en respuesta a esta activación, dicho activador aplique una fuerza mecánica al generador (Ga, Gb),

- arrastrar la leva (Ca, Cb) en rotación para que la superficie de leva (SCa, SCb) ejerza una fuerza mecánica sobre el medio seguidor (MSa, MSb) y que la palanca (La, Lb) active al activador (Aa, Ab),

25 caracterizándose por que el procedimiento comprende una etapa que consiste en acoplar la leva (Ca, Cb) con una rueda giratoria (R), de modo que la puesta en rotación de dicha rueda giratoria a una velocidad de rotación provoca la rotación de dicha leva a otra velocidad de rotación que es superior a la de dicha rueda giratoria.

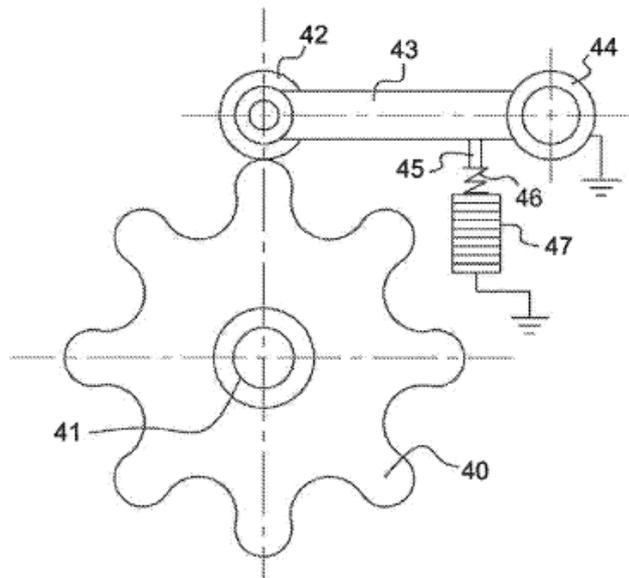


Fig. 1
(técnica anterior)

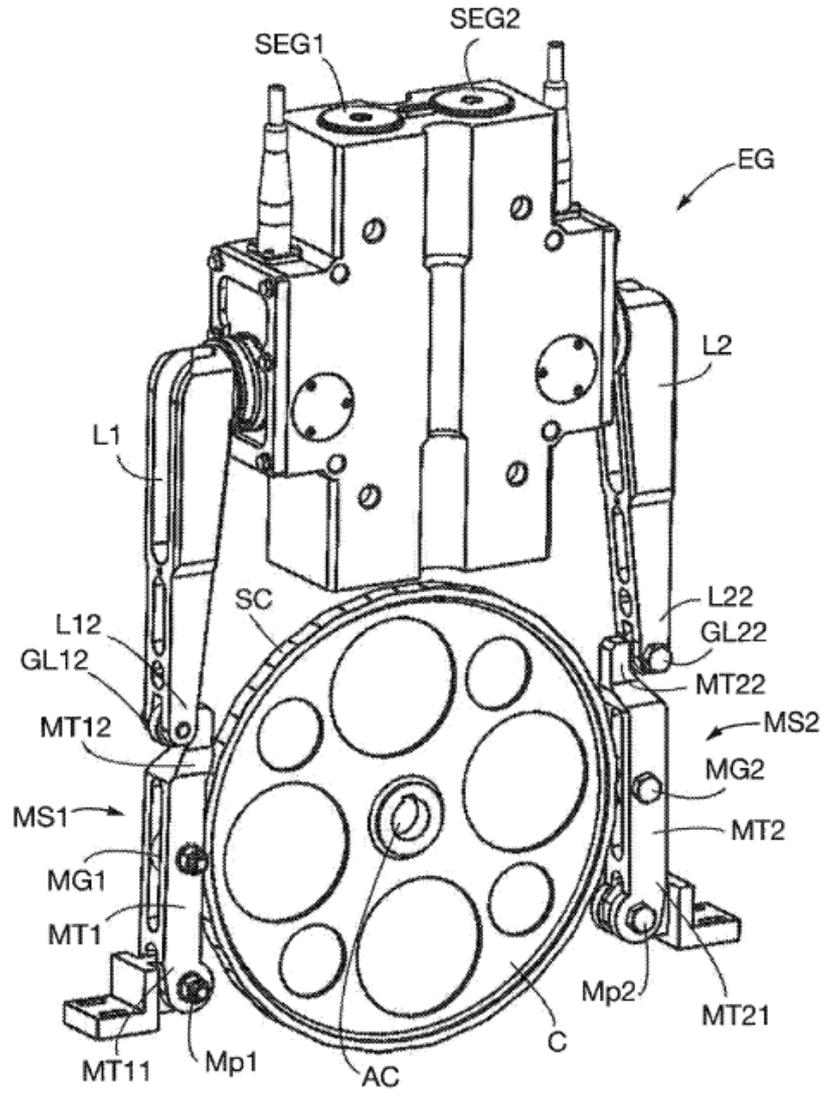


Fig. 2

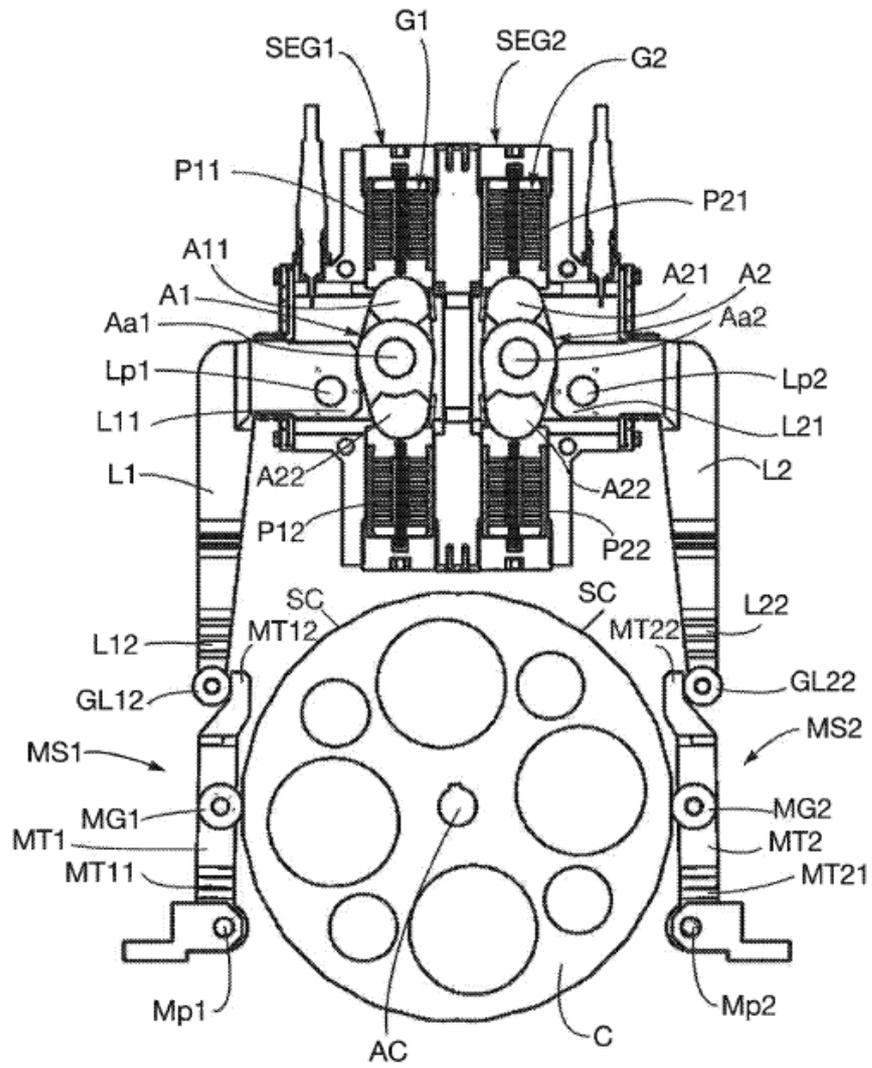


Fig. 3

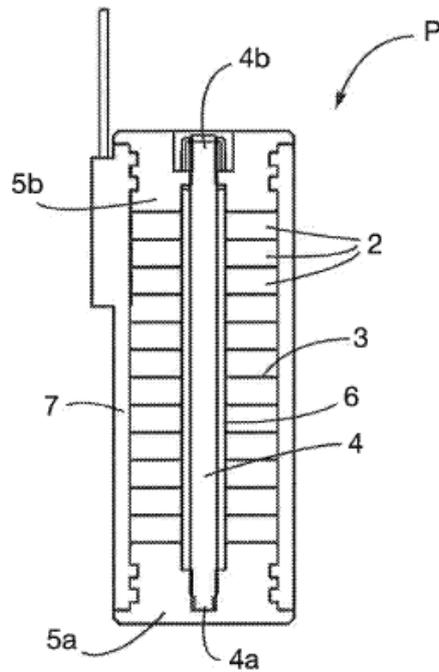


Fig. 4

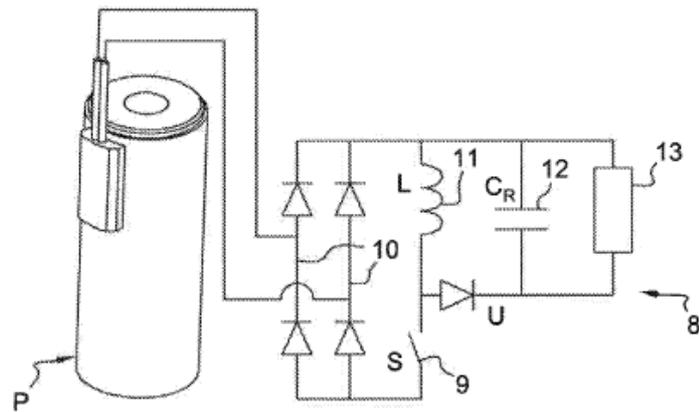


Fig. 5

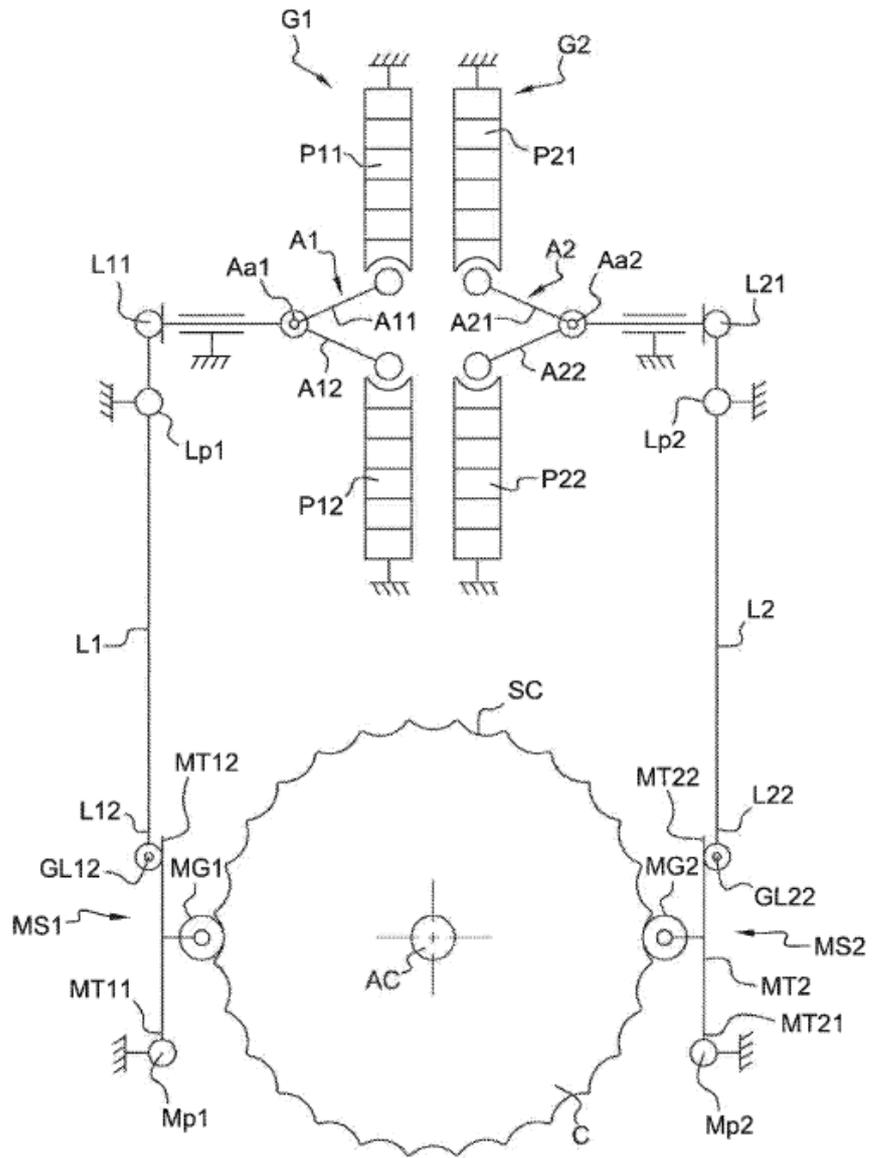


Fig. 6

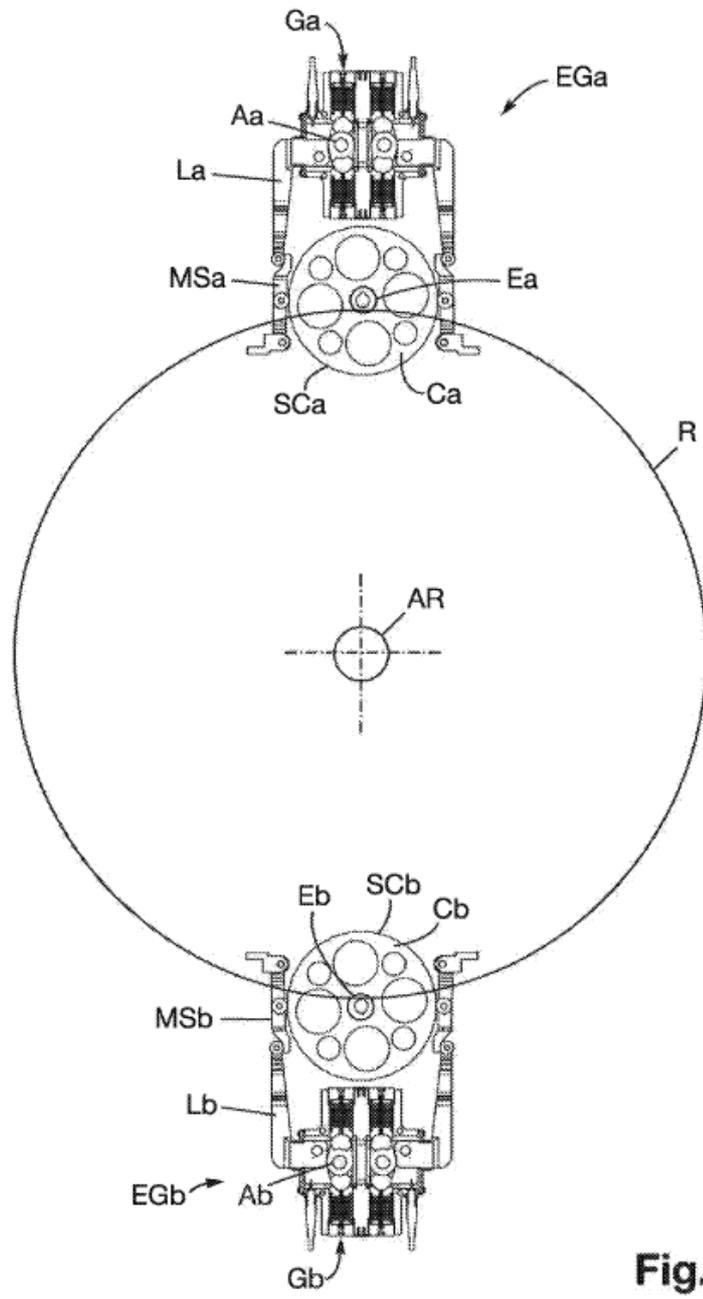


Fig. 7

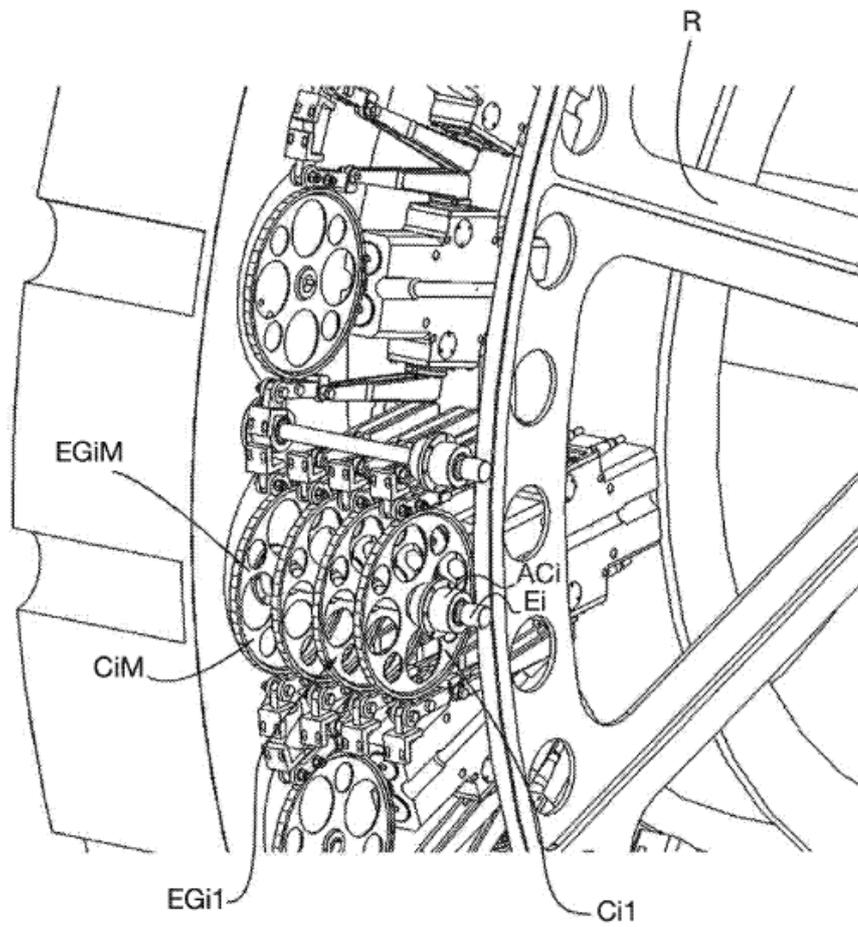


Fig. 8

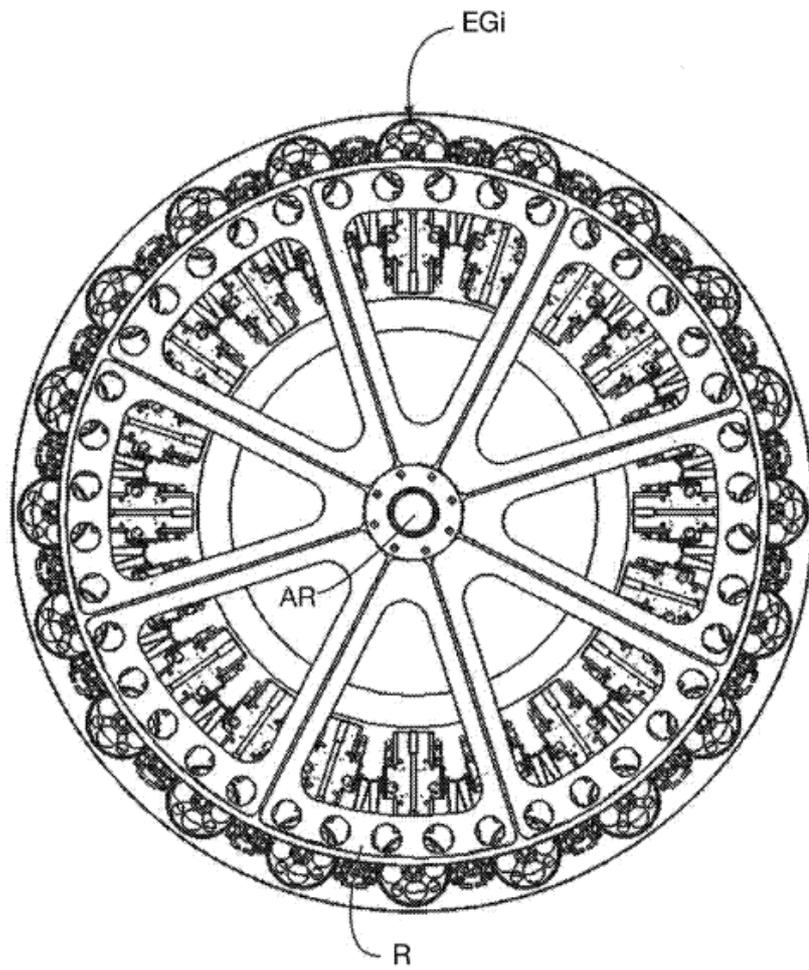


Fig. 9

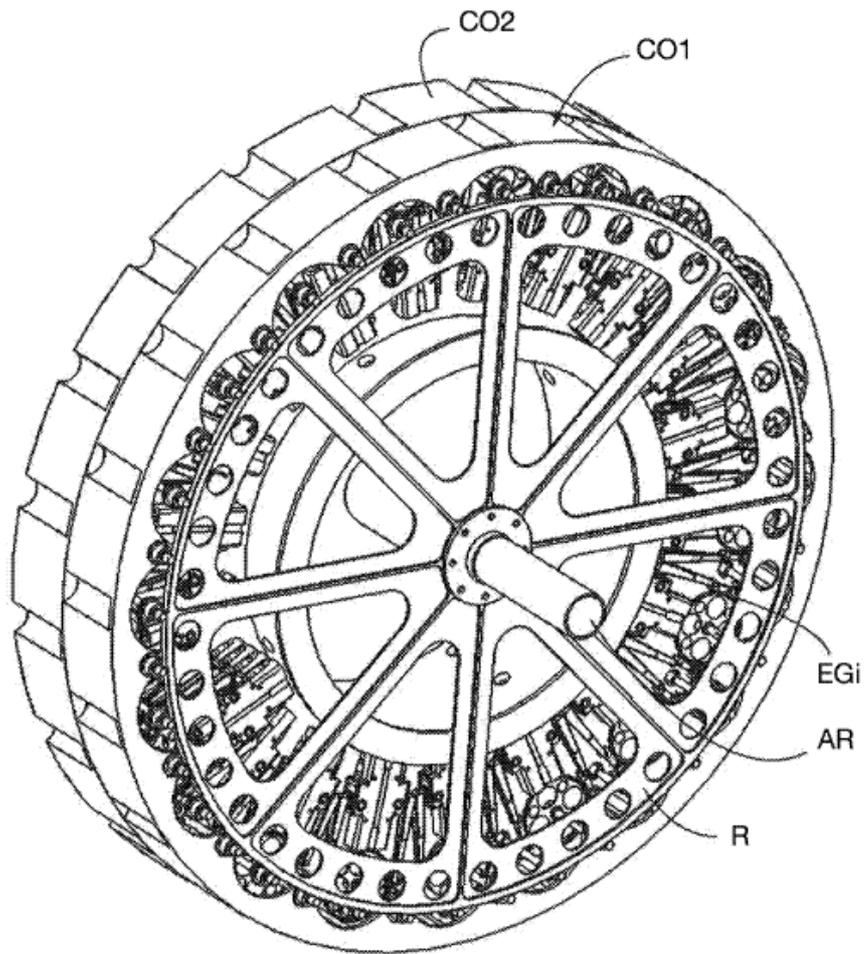


Fig. 10

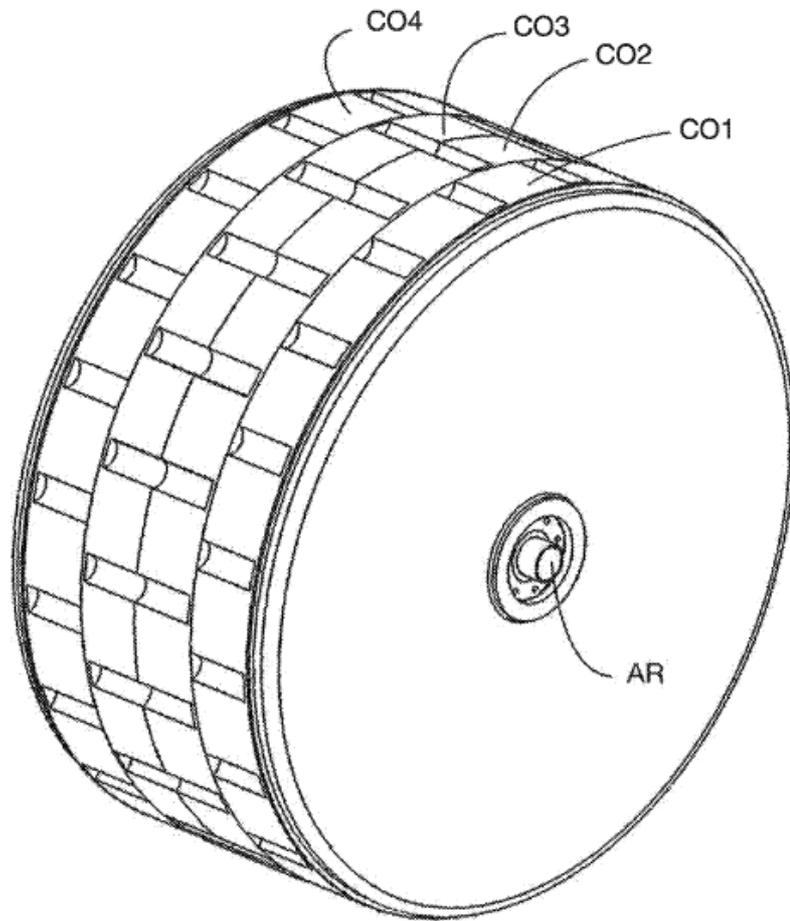


Fig. 11

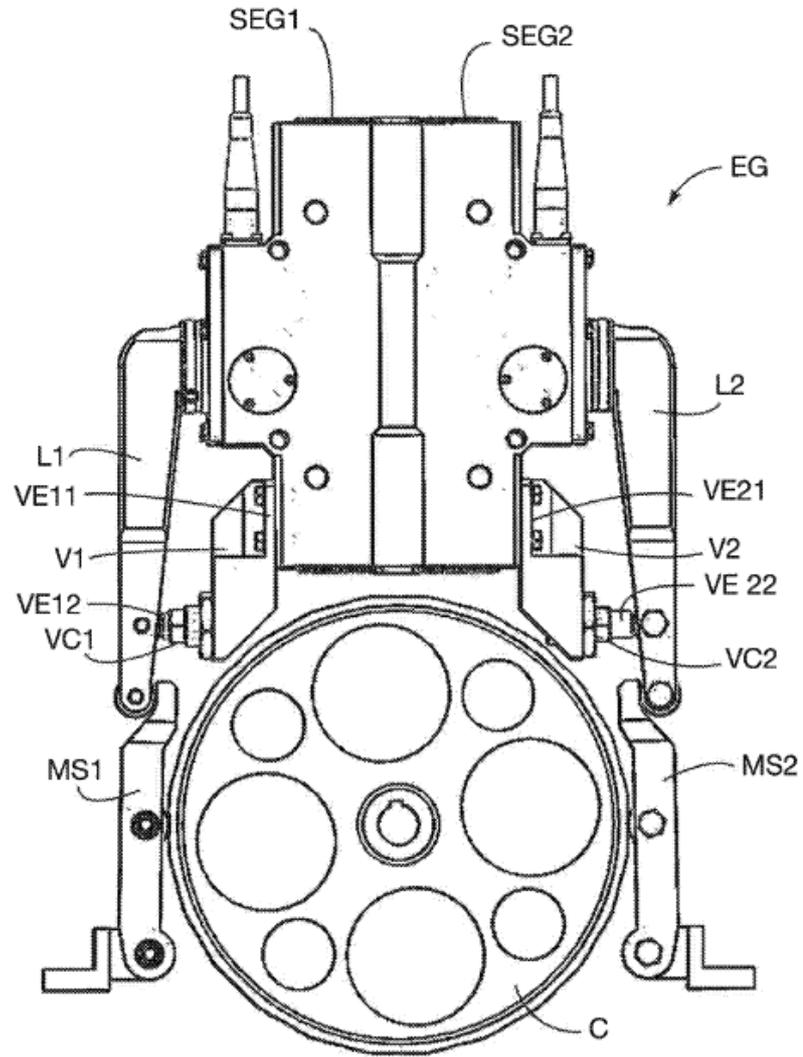


Fig. 12