

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 364**

51 Int. Cl.:

**F03G 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2016 PCT/FR2016/050166**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17064378**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2016 E 16707840 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3177830**

54 Título: **Mecanismo de equilibrio para ahorro de energía, máquina rotatoria y procedimiento de implementación**

30 Prioridad:

**30.12.2015 WO PCT/FR2015/053769**

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

**12.04.2018**

73 Titular/es:

**GRANGER, MAURICE (100.0%)  
Urb. aldeia coelha, Vila Beatriz LT 3  
Albufeira 8200-385, PT**

72 Inventor/es:

**GRANGER, MAURICE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 663 364 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**

Mecanismo de equilibrio para ahorro de energía, máquina rotatoria y procedimiento de implementación

5 La presente invención se refiere a un mecanismo de equilibrio para ahorro de energía en cualquier aplicación concebible, y especialmente en las maquinarias rotatorias. La invención se refiere en particular a un mecanismo con balancín y movimiento elíptico.

10 La invención se refiere también a una máquina rotatoria, por ejemplo un motor, un generador o un mezclador, que comprende al menos uno de tales mecanismos. La invención se refiere en particular a un motor que comprende varios mecanismos dispuestos en serie y/o en paralelo.

La invención se refiere por último a un procedimiento de implementación de tal mecanismo.

15 En el campo de la mecánica, existen numerosos mecanismos de transmisión del movimiento, tales como engranajes epicicloidales o cigüeñales, adaptados para equipar las maquinarias rotatorias. Sin embargo, los rendimientos obtenidos con los mecanismos conocidos no son totalmente satisfactorios.

20 El documento EP 2 781 790 A1 se considera como el documento que describe el estado de la técnica anterior más cercano.

El objetivo de la presente invención es proponer un mecanismo que permita ahorrar energía y mejorar el rendimiento de una máquina rotatoria.

25 A tal fin, la invención tiene por objeto un mecanismo, que comprende un soporte; una primera rueda dentada móvil en rotación con respecto al soporte alrededor de un primer eje; una segunda rueda dentada móvil en rotación con respecto al soporte alrededor de un segundo eje; en el que: los ejes son paralelos en un plano de referencia horizontal o vertical; y las ruedas dentadas se engranan entre sí con una relación de transmisión unitaria y son móviles en rotación en sentidos contrarios.

30 El mecanismo se caracteriza por que comprende un primer elemento excéntrico fijo en rotación con la primera rueda dentada y que genera un primer momento de fuerza gravitatoria alrededor del primer eje; y un segundo elemento excéntrico fijo en rotación con la segunda rueda dentada y que genera un segundo momento de fuerza gravitatoria alrededor del segundo eje; por que los momentos de fuerza gravitatoria de los elementos excéntricos tienen un mismo valor y un mismo sentido, variables según su posición angular alrededor de los ejes; y por que para cada posición angular de las ruedas dentadas y de los elementos excéntricos alrededor de los ejes, el mecanismo presente una configuración de equilibrio en reposo.

35 Así, la invención permite reducir la energía necesaria para accionar las ruedas dentadas en rotación, gracias al equilibrio de los elementos excéntricos y a las fuerzas centrífugas que generan. La invención permite incluso producir la energía en una máquina rotatoria, asociando varios mecanismos sincronizados. El mecanismo permite así pues ahorrar energía, como se desarrolla en la siguiente descripción.

40 Según otras características ventajosas del mecanismo según la invención, tomadas individualmente o en combinación:

- Los elementos excéntricos tienen una misma masa y mismas dimensiones.
- Las ruedas dentadas comprenden una primera rueda que tiene un diente más largo que los otros dientes y una segunda rueda que tiene una ranura formada entre dos dientes, y el diente más largo y la ranura coinciden en el momento del engranaje de las ruedas dentadas, para permitir la alineación de los elementos excéntricos.
- Los ejes de las ruedas dentadas son horizontales.
- El plano de referencia es horizontal.
- El plano de referencia es vertical.

55 Preferentemente, el soporte comprende una base y un balancín que está suspendido en la base y que soporta los ejes de las ruedas dentadas. Los ejes son móviles con el balancín. Los elementos excéntricos describen un movimiento elíptico.

60 Según un primer modo de realización, el balancín está suspendido en la base por bielas articuladas. Este modo de realización es ventajoso cuando el plano de referencia que incluye los ejes de las ruedas dentadas es horizontal.

65 Preferentemente, el mecanismo comprende un árbol de transmisión que tiene un eje alineado con las articulaciones superiores de las bielas articuladas. Se define una primera distancia entre el extremo distal de cada elemento excéntrico y el eje de rotación correspondiente. Se define una segunda distancia igual a la distancia entre ejes de las bielas articuladas. La primera distancia es inferior a la segunda distancia, de manera que los elementos excéntricos pasan bajo del árbol de transmisión.

Según un segundo modo de realización, el balancín está suspendido directamente en la base. Este modo de realización es ventajoso cuando el plano de referencia que incluye los ejes de las ruedas dentadas es vertical.

5 Preferentemente, el mecanismo comprende un árbol de transmisión que tiene un eje alineado con la articulación superior del balancín. Se define una primera distancia entre el extremo distal de cada elemento excéntrico y el eje de rotación correspondiente. Se define una segunda distancia igual a la distancia entre ejes de las bielas articuladas. La primera distancia es inferior a la segunda distancia, de manera que los elementos excéntricos pasan bajo el árbol de transmisión.

10 La invención también se refiere a una máquina rotatoria, que comprende al menos un mecanismo como se ha mencionado anteriormente.

15 Preferentemente, la máquina rotatoria es una máquina de producción o transformación de energía, que presenta un rendimiento mejorado. Ventajosamente, esta máquina carece de cigüeñal.

A modo de ejemplos no limitativos, la máquina rotatoria puede ser un motor, un generador, un mezclador, una centrífuga, un compresor, una bomba o una turbina.

20 Cuando la máquina es un motor de combustión interna, los elementos excéntricos que equipan el mecanismo se encuentran en dos posiciones de centrifugación máxima, cada una correspondiente a una combustión de gas en el motor.

25 Según un modo de realización preferido, la máquina comprende al menos un mecanismo con balancín, en la que los elementos excéntricos describen un movimiento elíptico.

Según un modo de realización ventajoso, la máquina comprende al menos un par de mecanismos con balancín dispuestos en serie y sincronizados. Los mecanismos están alineados y se mueven en fase inversa.

30 Cada mecanismo comprende su propio árbol de transmisión. Cuando el balancín está suspendido en la base por bielas articuladas, el árbol de transmisión tiene un eje alineado con las articulaciones superiores de las bielas articuladas. Cuando el balancín está suspendido directamente en la base, el árbol de transmisión tiene un eje alineado con la articulación superior del balancín.

35 Ventajosamente, la máquina comprende una biela de conexión acoplada a los mecanismos dispuestos en serie. La biela de conexión es inmóvil siguiendo una dirección horizontal y móvil siguiendo una dirección vertical durante el movimiento de los mecanismos.

40 Según otro modo de realización ventajoso, la máquina comprende varios mecanismos con balancín dispuestos en paralelo y sincronizados. Preferentemente, el número de mecanismos dispuestos en paralelo es par, lo que facilita la sincronización.

La máquina comprende un único árbol de transmisión acoplado a los diversos mecanismos dispuestos en paralelo según una fila.

45 Según otro modo de realización ventajoso, la máquina comprende varios pares de mecanismos con balancín. Los pares están dispuestos en paralelo y sincronizados entre sí. En cada par, los mecanismos están dispuestos en serie y sincronizados.

50 La máquina comprende dos árboles de transmisión, cada uno acoplado a los diferentes mecanismos dispuestos en paralelo según una fila.

55 Según otro modo de realización ventajoso, la máquina es un motor de dos tiempos que comprende dos mecanismos con balancín. Los dos primeros elementos excéntricos están dispuestos con una separación de media vuelta, y los dos segundos elementos excéntricos están dispuestos con una separación de media vuelta.

60 Según otro modo de realización ventajoso, la máquina es un motor de cuatro tiempos que comprende cuatro mecanismos con balancín. Los cuatro primeros elementos excéntricos están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta, e incluso los cuatro segundos elementos excéntricos están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta.

Preferentemente, cuando la máquina comprende varios mecanismos con balancín, la base es común a todos los balancines. En otras palabras, todos los balancines están suspendidos en la misma base.

65 Preferentemente, también, la máquina comprende medios de arranque del mecanismo o mecanismos, incluyendo, por ejemplo una cadena o un sistema de engranajes, previstos para hacer girar una de las ruedas dentadas.

Además, los medios de arranque pueden comprender un motor para un arranque asistido o una manivela para el arranque manual del mecanismo.

5 Según un modo de realización particular, la máquina carece de medios de arranque dedicados del mecanismo o mecanismos con balancín. En este caso, el arranque del mecanismo o mecanismos puede realizarse por un simple empuje sobre el balancín o balancines o sobre uno de los elementos excéntricos.

10 Ventajosamente, la máquina comprende medios de recuperación de energía cuando el mecanismo está en movimiento, por ejemplo en forma de un generador. En este caso, la máquina comprende preferentemente medios de arranque del mecanismo, incluyendo un motor. Esto permite superar la resistencia al arranque relacionada con la presencia del generador.

15 La invención también tiene por objeto un procedimiento de implementación de un mecanismo como se ha descrito anteriormente, que comprende las siguientes etapas sucesivas:

- una etapa de posicionamiento de los elementos excéntricos uno respecto al otro y respecto a las ruedas dentadas, de manera que los momentos de fuerza gravitatoria de los elementos excéntricos tienen un mismo valor y un mismo sentido, variables según su posición angular alrededor de los ejes, y que para cada posición angular de las ruedas dentadas y de los elementos excéntricos alrededor de los ejes, el mecanismo presenta una configuración de equilibrio en reposo;
- 20 - una etapa de arranque de la rotación de las ruedas dentadas y de los elementos excéntricos alrededor de los ejes, en la que el mecanismo deja la configuración de equilibrio y se pone en movimiento; y
- una etapa de funcionamiento, en la que la rotación de los elementos excéntricos alrededor de los ejes genera fuerzas centrífugas en el mecanismo.

25 La invención se comprenderá mejor a partir de la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos anexos, en los que:

- la figura 1 es una vista lateral de un mecanismo acorde con un primer modo de realización de la invención, comprende un soporte con balancín, dos ruedas dentadas y dos elementos excéntricos;
- la figura 2 es una vista superior parcial, ampliada, del balancín, que equipa el mecanismo de la figura 1;
- las figuras 3 a 10 son representaciones esquemáticas del mecanismo de la figura 1, que ilustran los movimientos de las ruedas dentadas y elementos excéntricos;
- las figuras 11 a 14 son representaciones esquemáticas análogas a las figuras 3 a 6, para un mecanismo acorde con un segundo modo de realización de la invención;
- 35 - la figura 15 es una vista análoga a la figura 2, que muestra un ejemplo de una máquina acorde con la invención, equipada con cuatro mecanismos con balancín en paralelo;
- la figura 16 es una vista adicional de la figura 15, que muestra el árbol común a los diversos mecanismos;
- la figura 17 es una vista análoga a la figura 15, que muestra otro ejemplo de máquina acorde con la invención, equipada con dos mecanismos con balancín en paralelo; y
- 40 - la figura 18 es una vista detallada parcial del engranaje entre las dos ruedas dentadas del mecanismo, en un modo de realización particular de la invención;
- la figura 19 es una vista análoga a la figura 1 que muestra otro ejemplo de una máquina acorde con la invención, equipada con dos mecanismos con balancín en serie;
- 45 - la figura 20 es una vista análoga a la figura 2, que muestra la máquina de la figura 19;
- la figura 21 es una vista lateral de la biela de conexión equipada en la máquina de las figuras 19 y 20;
- las figuras 22 y 23 son vistas análogas respectivamente a las figuras 20 y 21, en otra configuración de la máquina;
- la figura 24 es una vista ampliada de un extremo de la biela de las figuras 21 y 23, que muestra diferentes posiciones durante el funcionamiento de la máquina;
- 50 - la figura 25 es una vista análoga a la figura 19, que muestra otro ejemplo de máquina acorde con la invención, equipada con dos mecanismos con balancín en serie; y
- la figura 26 es una vista superior que muestra una variante de acoplamiento entre la biela de conexión y el mecanismo.

55 En las figuras 1 a 10 se representa un mecanismo 1 de equilibrio para ahorro de energía, acorde con un primer modo de realización de la invención.

60 El mecanismo 1 comprende un soporte 2, un primer conjunto 10 móvil en rotación R1 alrededor de un primer eje A1, un segundo conjunto 20 móvil en rotación R2 alrededor de un segundo eje A2, y un dispositivo 40 de arranque del mecanismo 1. Los ejes A1 y A2 son paralelos entre sí, horizontales y dispuestos en un plano de referencia P0 que es horizontal. Los conjuntos 10 y 20 son contrarrotatorios.

65 El soporte 2 comprende una base fija 3 y un balancín móvil 4, que está posicionado horizontalmente y suspendido en la base 3 por cuatro bielas de ángulo 5. Cada biela 5 está articulada tanto en la base 3 como en el balancín 4, por

conexiones de pivotes de ejes paralelos a los ejes A1 y A2. El balancín 4 es móvil en traslación circular con respecto al soporte 3.

5 El soporte 2 comprende dos pies verticales 6 y un montante horizontal 7. Las bielas 5 están articuladas sobre el montante 7.

10 El balancín 4 comprende tres placas longitudinales 8 y barras transversales 9 fijadas a los extremos de las placas longitudinales 8. Las bielas 5 están articuladas sobre las placas 8 exteriores. Las placas 8 del balancín 4 soportan los conjuntos 10 y 20. Más específicamente, el conjunto 10 está soportado por la placa 8 intermedia y la placa 8 delantera a través de los cojinetes 15, el conjunto 20 está soportado por la placa 8 intermedia y la placa 8 trasera a través de los cojinetes 25. Los ejes A1 y A2 se fijan con respecto al balancín 4.

15 El conjunto 10 comprende un árbol 11, una rueda dentada 12 provista de dientes 13, un brazo 14 y cojinetes 15. El árbol 11, la rueda 12 y los cojinetes 15 están centrados en el eje A1, mientras que el brazo 14 constituye un elemento excéntrico, que tiene un centro de gravedad G1 excéntrico de una distancia d1 con respecto al eje A1. La rueda 12 y el brazo 14 están montados sobre el árbol 11, que está soportado por los cojinetes 15 montados en las placas 8 del balancín 4. La rueda 12 es móvil en rotación R1 con respecto al balancín 4 alrededor del eje A1.

20 El brazo 14 está fijado en rotación R1 de la rueda 12 y genera un momento M1 de fuerza gravitatoria P1 alrededor del eje A1. La fuerza P1 es esencialmente constante. Por el contrario, el momento M1 tiene un valor y un sentido (de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj) que son variables en función de la posición angular del brazo 14 alrededor del eje A1.

25 El conjunto 20 comprende un árbol 21, una rueda dentada 22 provista de dientes 23, un brazo 24 y los cojinetes 25. El árbol 21, la rueda 22 y los cojinetes 25 están centrados en el eje A2, mientras que el brazo 24 constituye un elemento excéntrico, que tiene un centro de gravedad G2 excéntrico de una distancia d2 con respecto al eje A2. La rueda 22 y el brazo 24 están montados sobre el árbol 21, que está soportado por los cojinetes 25 montados en las placas 8 del balancín 4. La rueda 22 es móvil en rotación R2 con respecto al balancín 4 alrededor del eje A2.

30 El brazo 24 está fijo en rotación R2 con la rueda 14 y genera un momento M2 de fuerza gravitatoria P2 alrededor del eje A2. La fuerza P2 es esencialmente constante. Por el contrario, el momento M2 tiene un valor y un sentido (de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj) que son variables en función de la posición angular del brazo 24 alrededor del eje A2.

35 Las ruedas 12 y 22 se engranan entre sí con una relación de transmisión unitaria. Las ruedas 12 y 22 tienen las mismas dimensiones y el mismo número de dientes 13 y 23. Las ruedas 12 y 22 son móviles en rotación R1 y R2 en sentido contrario. En otras palabras, las ruedas 12 y 22 son contrarrotatorias.

40 En el contexto de la invención, los brazos 14 y 24 están posicionados con precisión uno con respecto al otro y con respecto a las ruedas 12 y 14, de manera que los momentos M1 y M2 siempre tienen el mismo valor y el mismo sentido (de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj), cualesquiera que sean las respectivas posiciones angulares de los brazos 14 y 24 alrededor de los ejes A1 y A2.

45 La masa y las dimensiones de los brazos 14 y 24 se determinan con precisión, ya que influyen en la posición de los centros de gravedad G1 y G2, y por tanto en el valor de los momentos M1 y M2. La masa de cada brazo 14 y 24 es proporcional a sus dimensiones, con una densidad constante. Preferentemente, los brazos 14 y 24 tienen la misma masa y las mismas dimensiones. Alternativamente, los brazos 14 y 24 pueden tener diferentes masas y dimensiones, mientras que los momentos M1 y M2 tienen el mismo valor y el mismo sentido (de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj), independientemente de sus respectivas posiciones angulares.

50 El dispositivo 40 de arranque del mecanismo 1 está diseñado para iniciar la rotación R1 y R2 de los conjuntos 10 y 20, desde un estado de equilibrio del mecanismo 1. El dispositivo 40 puede presentar cualquier configuración adecuada a la aplicación contemplada.

55 En el ejemplo de las figuras 1 y 2, el dispositivo 40 comprende un motor 41, una correa 42, un árbol de transmisión 43, una rueda dentada 44, una cadena dentada 45 y una rueda dentada 46. El motor 41 está dispuesto en el montante 7 de la base 3. El árbol 43 está soportado en sus extremos por la base 3 y es móvil en rotación alrededor de un eje A3, que está verticalmente alineado con las articulaciones superiores de las bielas 5. El eje A3 está dispuesto horizontalmente, paralelo a los ejes A1 y A2. La correa 42 conecta el motor 41 al árbol 43. La rueda 44 está montada fijamente en rotación con el árbol 43, mientras que la rueda 46 está montada fijamente en rotación con el árbol 21. Alternativamente, la rueda 46 puede ser montada fijamente en rotación con el árbol 11. La cadena 45 conecta las ruedas 44 y 46, cuya distancia entre ejes es igual a la distancia entre ejes de las bielas 5. Según otra alternativa, las ruedas dentadas 44 y 46 así como la cadena 45 pueden ser reemplazadas por un sistema de cardán, o cualquier otro sistema de transmisión de movimiento adecuado a la aplicación contemplada. Así, el arranque del motor 41 permite accionar los conjuntos 10 y 20 en rotación R1 y R2.

## ES 2 663 364 T3

En la práctica, el movimiento del mecanismo 1 permite recuperar la energía en el árbol 43, por ejemplo mediante el acoplamiento de este árbol 43 a un generador. El árbol 43 constituye así pues un árbol de recuperación de energía.

Alternativamente, para arrancar el mecanismo 1, el árbol 43 puede ser accionado directamente por una manivela.

Según otra alternativa, el mecanismo 1 puede estar desprovisto de dispositivo de motor 41 y correa 42 que constituyen los medios de arranque. En este caso, el arranque del mecanismo 1 puede realizarse ejerciendo un simple empuje en un lado del balancín 4, o en uno de los brazos 14 y 24. La energía necesaria para poner en marcha el mecanismo 1 es muy baja. Preferentemente, el mecanismo 1 contiene sin embargo los mismos elementos 43, 44, 45 y 46. El árbol 43 puede estar acoplado a un generador para recuperar energía.

Para permitir el correcto funcionamiento del mecanismo 1, la distancia entre el extremo distal de cada brazo 14 y 24 y su eje de rotación A1 o A2 es inferior a la distancia entre ejes entre las articulaciones de las bielas 5, de manera que los brazos 14 y 24 pueden pasar bajo del árbol de transmisión 43.

Las figuras 3 a 10 ilustran el funcionamiento del mecanismo 1 en una vuelta. En particular, las figuras 3 a 6 ilustran una media vuelta durante la cual los brazos 14 y 24 son móviles en el lado derecho del balancín 4, mientras que las figuras 7 a 10 ilustran una media vuelta durante la cual los brazos 14 y 24 son móviles en el lado izquierdo del balancín 4.

La figura 3 muestra el brazo 14 posicionado hacia arriba y el brazo 24 posicionado hacia abajo. El mecanismo 1 está en equilibrio. Las ruedas 12 y 22 son inmóviles. Los momentos M1 y M2 son inexistentes.

En esta fase, el dispositivo 40 permite arrancar el movimiento del mecanismo 1, con un engranaje de las ruedas 12 y 22, de manera que los brazos 14 y 24 se desplazarán a la derecha. El vaivén del brazo 14 ayuda a la rueda 12 a girar en el sentido de rotación R1, lo que permite accionar la rueda 22 en el sentido de rotación R2, y así levantar el brazo 24.

La figura 4 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno un octavo de vuelta en el lado derecho. La figura 5 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno un cuarto de vuelta en el lado derecho. La figura 6 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno tres cuartos de vuelta en el lado derecho. En cada instante, los momentos M1 y M2 tienen el mismo valor y el mismo sentido (de las agujas del reloj). Bajo la acción de los brazos 14 y 24, el balancín 4 es accionado en el lado derecho.

La figura 7 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno una media vuelta en relación a su posición inicial de la figura 3. El brazo 14 está posicionado hacia abajo, mientras que el brazo 24 está posicionado hacia arriba. Los momentos M1 y M2 son inexistentes. Las ruedas 12 y 22 están en movimiento, de manera que los brazos 14 y 24 se desplazarán hacia la derecha. El vaivén del brazo 24 ayuda a la rueda 22 a girar en el sentido de rotación R2, lo que permite ayudar a la rueda 22 a girar en el sentido de rotación R1, y elevar así el brazo 14.

La figura 8 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno un octavo de vuelta en el lado izquierdo. La figura 9 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno un cuarto de vuelta en el lado izquierdo. La figura 10 muestra los brazos 14 y 24, habiendo efectuado cada uno tres cuartos de vuelta en el lado izquierdo. En cada instante, los momentos M1 y M2 tienen el mismo valor y el mismo sentido (contrario a las agujas del reloj). Bajo la acción de los brazos 14 y 24, el balancín 4 es accionado en el lado izquierdo.

A medida que los conjuntos 10 y 20 pivotan alrededor de los ejes A1 y A2, los brazos 14 y 24 son, por tanto, situados a veces en el lado derecho y a veces en el lado izquierdo. En la práctica, la rotación R1 y R2 de los brazos 14 y 24 genera fuerzas centrífugas en el mecanismo 1. El balancín 4 se desplaza a veces al lado derecho, a veces al lado izquierdo. Por lo tanto, los brazos 14 y 24 describen un movimiento elíptico en vez de un movimiento circular.

El mecanismo 1 sigue un movimiento oscilatorio en dos tiempos. Las fuerzas centrífugas son máximas cuando los brazos 14 y 24 se cruzan, en las figuras 5 y 9. Cada tiempo corresponde a una media vuelta (180°) de los brazos 14 y 24 entre sus posiciones de centrifugación máxima.

En vista de las explicaciones anteriores, es notable que para cada posición angular de las ruedas dentadas 12 y 22 y de los brazos 14 y 24 alrededor de los ejes A1 y A2, el mecanismo 1 presenta una configuración de equilibrio en reposo. En otras palabras, al considerar el mecanismo 1 en parada en cualquier posición angular de los conjuntos 10 y 20, entonces el mecanismo 1 se encuentra en una configuración de reposo. El mecanismo 1 está equilibrado, lo que reduce enormemente la energía requerida para hacer girar los conjuntos 10 y 20.

Las figuras 11 a 14 ilustran el funcionamiento de un mecanismo 1 acorde con un segundo modo de realización. Los ejes A1 y A2 son paralelos entre sí y horizontales. Por el contrario, los ejes A1 y A2 están dispuestos en un plano de referencia P0 que es vertical.

También en este modo de realización, los brazos 14 y 24 están posicionados con precisión uno con respecto al otro y con respecto a las ruedas 12 y 14, de manera que los momentos M1 y M2 siempre tienen el mismo valor y el mismo sentido (de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj), cualquiera que sean las respectivas posiciones angulares de los brazos 14 y 24 alrededor de los ejes A1 y A2.

5 Sólo el posicionamiento de los brazos 14 y 24 del lado derecho se ilustra en las figuras 11 a 14, mientras que no se ilustra el posicionamiento de los brazos 14 y 24 del lado izquierdo, en aras de la simplificación.

10 En la práctica, un solo mecanismo 1 no es suficiente para constituir un motor, debido a la energía perdida. Sin embargo, es posible fabricar un motor mediante la combinación de múltiples mecanismos 1 sincronizados, como se detalla a continuación.

15 Las figuras 15 y 16 ilustran un ejemplo de una máquina rotatoria acorde con la invención, del tipo motor de cuatro tiempos. El motor comprende cuatro mecanismos 1 según la invención, cada uno provisto de su propio balancín 4. Los mecanismos 1 y sus balancines 4 están dispuestos en paralelo entre sí, es decir, lado a lado.

20 La base 3 es común a todos los mecanismos 1. En otras palabras, la base 3 soporta cada uno de los balancines 4, suspendidos en paralelo entre sí. La base 3 se muestra sólo parcialmente, en el lado de la figura 15, en aras de la simplificación.

25 Del mismo modo, el árbol de transmisión 43 es común a todos los mecanismos 1. Por lo tanto, el movimiento de los diferentes mecanismos 1 permite recuperar la energía en el árbol 43, por ejemplo mediante el acoplamiento de este árbol 43 a un generador. El árbol 43 constituye así un árbol de recuperación de energía. El árbol 43 sólo se representa parcialmente en la parte inferior de la figura 15 en aras de la simplificación, y se representa por completo con sus cuatro ruedas dentadas 45 en la figura 16.

30 En la práctica, los cuatro brazos 14 están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta los unos respecto a los otros. Del mismo modo, los cuatro brazos 24 están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta los unos respecto a los otros. Por lo tanto, el motor siempre tiene el mismo número de brazos 14 o 24 en el lado izquierdo o en el lado derecho, lo que mejora el rendimiento. Cada tiempo corresponde a una rotación de un cuarto de vuelta (90°) de los mecanismos 1.

35 Cuando dos mecanismos 1 están simultáneamente en puntos muertos (momentos M1 y M2 inexistentes), los otros dos mecanismos 1 están en posiciones de centrifugación máxima, respectivamente del lado izquierdo y del lado derecho, con una desviación e0 de cada lado. La energía generada es máxima en estas posiciones de centrifugación máxima, o posiciones de empuje. Como los cuatro mecanismos 1 nunca están en punto muerto al mismo tiempo, el motor en sí no está en punto muerto. Ventajosamente, cada posición de empuje corresponde a una combustión de gas en el motor.

40 La figura 17 ilustra otro ejemplo de máquina rotatoria acorde con la invención, del tipo motor de dos tiempos, según una variante de la figura 15. En este caso, el motor comprende dos mecanismos 1, cada uno provisto de su propio balancín 4.

45 Como se indica por la figura 15, la base 3 es común a todos los mecanismos 1 y soporta cada uno de los balancines 4, suspendidos en paralelo los unos de los otros. Del mismo modo, el árbol de transmisión 43 es común a todos los mecanismos 1, de modo que el movimiento de los dos mecanismos 1 permite recuperar la energía en el árbol 43. En aras de la simplificación, la base 3 y el árbol 43 sólo se representan parcialmente en la figura 17.

50 En esta forma de realización, los dos brazos 14 están dispuestos con una separación de media vuelta los unos respecto a los otros. Del mismo modo, los dos brazos 24 están dispuestos con una separación de media vuelta los unos respecto a los otros. Como se ha indicado anteriormente, el motor siempre tiene el mismo número de brazos 14 o 24 en el lado izquierdo o en el lado derecho, lo que mejora el rendimiento. Cada tiempo corresponde a una rotación de media vuelta (180°) de los mecanismos 1.

55 Durante una vuelta de 360°, los dos mecanismos 1 están simultáneamente en los puntos muertos (momentos M1 y M2 inexistentes) y simultáneamente en posiciones de empuje, cada una correspondiente a una combustión de gas en el motor.

60 Según otra variante no representada, la máquina rotatoria comprende ocho mecanismos 1 con balancines 4 dispuestos en paralelo. Durante una vuelta, la máquina produce un empuje cada octavo de vuelta (45°) de los mecanismos 1.

65 Otras variantes pueden implementarse sin apartarse del alcance de la invención. Las dimensiones de los elementos constitutivos de la máquina, por ejemplo la base 3 y el árbol de transmisión 43, varían en función del número de mecanismos 1.

Para obtener los mejores resultados y rendimiento, es importante que cada balancín 4 se posicione en un plano estrictamente horizontal. Lo mismo sucede para los ejes A1 y A2 de las ruedas dentadas 12 y 22, que deben de estar situadas en un plano P0 estrictamente horizontal o vertical, según la configuración del mecanismo 1.

5 La figura 18 representa un modo de realización particular y preferido de la invención, en el que la rueda 12 tiene un diente 13a más largo que los otros dientes 13, mientras que la rueda 22 tiene una ranura 23a formada entre dos dientes 23. El diente 13a y la ranura 23a de posicionamiento pueden presentar diversas formas sin apartarse del alcance de la invención.

10 En la práctica, el diente 13a y la ranura 23a coinciden durante el engranaje de las ruedas dentadas 12 y 22, lo que permite la alineación de los elementos excéntricos 14 y 24, y por lo tanto el equilibrio preciso del mecanismo 1.

15 Por ejemplo, las ruedas dentadas 12 y 22 y los elementos excéntricos 14 y 24 pueden estar provistos de agujeros de fijación dispuestos en frente, no representados en las diferentes figuras en aras de la simplificación. Por lo tanto, el diente 13a y la ranura 23a facilitan la alineación de estos agujeros de fijación.

20 Las figuras 19 a 24 ilustran otro ejemplo de máquina rotatoria acorde con la invención, del tipo motor de dos tiempos, según una variante de la figura 17. El motor comprende dos mecanismos 1 según la invención, cada uno provisto de su propio balancín 4. Los mecanismos 1 y sus balancines 4 están dispuestos en serie entre sí, es decir, alineados en la prolongación de uno con el otro.

La base 3 es común a ambos mecanismos 1. En otras palabras, la base 3 soporta cada uno de los balancines 4, suspendidos en serie entre sí.

25 Cada mecanismo comprende su propio árbol de transmisión 43, que tiene un eje alineado A3 con las articulaciones superiores de las bielas 5 articuladas. Sin embargo, un solo motor 41 es necesario para el arranque de los mecanismos 1. Alternativamente, el motor 41 puede ser reemplazado con una manivela, o la máquina puede carecer de medios de arranque de los mecanismos 1.

30 La máquina comprende un dispositivo 50 intermedio entre los dispositivos 40 de los dos mecanismos 1. Este dispositivo 50 se puede utilizar para la transmisión de movimiento entre los dos dispositivos 40, así como para la recuperación de energía. En el ejemplo de la figura 19, el dispositivo 50 comprende dos ruedas dentadas 51, dos cadenas ranuradas 52, un árbol 53 y una rueda dentada 54. El árbol 53 es móvil en rotación alrededor de un eje A4, que está dispuesto horizontalmente, paralelo a los ejes A1, A2 y A3. El árbol 53 está soportado en sus extremos por la base 3, por ejemplo por dos pies 6 de la base 3. Alternativamente, el árbol 53 puede estar soportado por el montante 7, de manera que su eje A4 está alineado con los ejes A3 de los mecanismos 1. Las ruedas 51 están montadas fijamente en rotación con los árboles 43 de los dos mecanismos 1, mientras que la rueda 54 se monta fijamente en rotación con el árbol 53. Las cadenas 52 conectan las ruedas 51 y la rueda 54. Así, el movimiento de los diversos mecanismos 1 permite recuperar la energía en el árbol 53, por ejemplo mediante el acoplamiento de este árbol 53 a un generador. El árbol 53 constituye entonces un árbol de recuperación de energía.

35 40 La máquina también comprende una biela de conexión 60 acoplada con los dos mecanismos 1, asegurando así su sincronización y una reducción significativa de las vibraciones. La biela 60 comprende un cuerpo 61 central que conecta dos cabezales 62 situados en sus extremos longitudinales. Cada cabezal 61 comprende una parte anular 63 en la que está alojado un rodillo 64. Alternativamente, esta parte anular 63 puede comprender cualquier tipo de cojinete adecuado a la aplicación contemplada. Cada rodillo 64 comprende un anillo exterior 65, un anillo interior 66 y una hilera de rollos 67. En el anillo interior 66 está alojado un manguito 68, que tiene un orificio excéntrico 69 de recepción del árbol 21 del mecanismo 1. El manguito 68 está fijado al árbol 21 y es móvil en rotación en el rodillo 64. Por lo tanto, el árbol 21 de cada mecanismo 1 es móvil en rotación en el rodillo 64. Así el árbol 21 de cada mecanismo 1 es móvil en rotación en uno de los cabezales 61 de la biela 60.

En las figuras 20 y 21, los mecanismos 1 se aproximan. Los elementos 14 y 24 están orientados hacia el centro de la máquina. Los árboles 21 acoplados a la biela 60 se aproximan.

55 En las figuras 22 y 23, los mecanismos 1 se alejan. Los elementos 14 y 24 están orientados hacia los lados de la máquina. Los árboles 21 acoplados a la biela 60 se alejan.

60 Durante el movimiento de los mecanismos 1 y, más particularmente, de sus conjuntos 10 y 20, la biela 60 es inmóvil horizontalmente y móvil verticalmente. Aunque la biela 60 está teóricamente libre de desplazarse en el espacio, no es animada por un movimiento horizontal debido a su posicionamiento con equilibrio entre los dos mecanismos 1. La biela 60 está fabricada con material o materiales que presentan un buen compromiso entre resistencia y flexibilidad, debido al esfuerzo significativo al que se somete la biela 60.

65 En la figura 24, la biela 60 se representa parcialmente en diferentes posiciones durante el funcionamiento de la máquina. Más particularmente, la figura 24 muestra el cabezal 62 izquierdo de la biela 60, acoplado al mecanismo 1 de la izquierda en las figuras 19 a 23. Los elementos 21, A2, 61 y 62 mostrados en una posición derecha son

- referenciados como 21', A2', 61' y 62' en una posición superior 21", A2", 61 y 62 en la posición izquierda, y 21"', A2"', 61"' y 62"' en la posición inferior. Se define un eje A0 central del cabezal 62, del rodillo 64 y del manguito 68. Este eje A0 constituye el eje de rotación del eje A2 durante el movimiento del mecanismo 1. Se define también un radio r60 constante entre los ejes A0 y A2. Finalmente, se define una desviación d60 vertical de la biela 60 hacia arriba y hacia abajo. La desviación d60 es igual al radio r60. A modo de ejemplos no limitantes, el diámetro del árbol 21 es igual a 30 milímetros, el diámetro exterior del anillo exterior 65 es igual a 140 milímetros, el diámetro interior del anillo interno 66 es igual a 110 milímetros, y el radio r60 es igual a 20 milímetros. Por lo tanto, la desviación d60 vertical de la biela 60 es igual a 20 milímetros hacia arriba y 20 milímetros hacia abajo.
- 5
- 10 Los dos brazos 14 están dispuestos con una separación de media vuelta los unos respecto a los otros. Del mismo modo, los dos brazos 24 están dispuestos con una separación de media vuelta los unos respecto a los otros. El motor tiene siempre el mismo número de brazos 14 o 24 del lado izquierdo o del lado derecho. Cada tiempo corresponde a una rotación de media vuelta (180°) de los mecanismos 1.
- 15 Durante una vuelta de 360°, los dos mecanismos 1 están simultáneamente en los puntos muertos (momentos M1 y M2 inexistentes) y simultáneamente en posiciones de empuje, cada una correspondiente a una combustión de gas en el motor.
- 20 La figura 25 ilustra otro ejemplo de una máquina rotatoria acorde con la invención, del tipo motor de dos tiempos, según una variante de la figura 19. El motor comprende dos mecanismos 1 según la invención, cada uno provisto de su propio balancín 4. Los balancines 4 están suspendidos directamente en la base 3 y dispuestos en serie. Durante el movimiento de los mecanismos 1 y, más particularmente, de sus conjuntos 10 y 20, la biela 60 está inmóvil horizontalmente y móvil verticalmente.
- 25 La figura 26 ilustra otro modo de conexión de la biela 60 al mecanismo 1. El orificio 69 está formado en el centro del manguito 68 y centrado en el eje A0. Una pieza excéntrica 70 está interpuesta entre el árbol 21 y la biela 60. La pieza 70 comprende un cuerpo 71 alargado y un manetón 72 cilíndrico fijado al cuerpo 71. Un orificio 73 está formado en el cuerpo 71. El árbol 21 está dispuesto en el orificio 73 y se fija al cuerpo 71, por ejemplo por medio de una clavija 74 o por cualquier otro medio. El árbol 21 y el orificio 73 están centrados en el eje A2. El manetón 72 está
- 30 dispuesto en el orificio 69 del manguito 68, centrado en el eje A0. Este eje A0 constituye el eje de rotación del eje A2 durante el movimiento del mecanismo 1.
- Según otra variante no representada, la máquina rotatoria comprende cuatro mecanismos 1 con balancines 4, dispuestos tanto en paralelo como en serie. Dos pares de mecanismos 1 están dispuestos en paralelo y sincronizados entre sí. En cada par, dos mecanismos están dispuestos en serie y sincronizados entre sí. Durante una vuelta, la máquina produce un empuje cada cuarto de vuelta (90°) de los mecanismos 1.
- 35
- Según otra variante no representada, la máquina rotatoria comprende ocho mecanismos 1 con balancines 4, dispuestos tanto en paralelo como en serie. Durante una vuelta, la máquina produce un empuje cada octavo de vuelta (45°) de los mecanismos 1.
- 40
- En las figuras 1 a 26, ciertos desplazamientos y distancias son exagerados en aras de la simplificación, como por ejemplo la desviación lateral de los balancines 4.
- 45 En la práctica, el mecanismo 1 y la máquina pueden estar conformados de manera diferente de las figuras 1 a 26, sin apartarse del alcance de la invención.
- Por ejemplo, el sistema de transmisión por cadenas y ruedas dentadas puede ser reemplazado con un sistema de cardán, o cualquier otro sistema de transmisión de movimiento adecuado a la aplicación contemplada.
- 50 Además, las características técnicas de los diversos modos de realización y variantes anteriores pueden ser, en conjunto o para algunas de ellas, combinadas entre sí. Así, el mecanismo 1 y la máquina se pueden adaptar en términos de coste, funcionalidad y rendimiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Mecanismo (1), que comprende:

- 5       - un soporte (2);  
      - una primera rueda dentada (12) móvil en rotación (R1) con relación al soporte (2) alrededor de un primer eje (A1);  
      - una segunda rueda dentada (22) móvil en rotación (R2) con relación al soporte (2) alrededor de un segundo eje (A2);

10 en el que:

- los ejes (A1, A2) son paralelos en un plano de referencia (P0) horizontal o vertical; y  
      - las ruedas dentadas (12; 22) se engranan entre sí con una relación de transmisión unitaria y son móviles en rotación (R1; R2) en sentidos opuestos;

estando caracterizado el mecanismo (1) por que comprende:

- 15       - un primer elemento excéntrico (14) fijado en rotación (R1) con la primera rueda dentada (12) y que genera un primer momento (M1) de fuerza gravitatoria (P1) alrededor del primer eje (A1); y  
      - un segundo elemento excéntrico (22) fijado en rotación (R2) con la segunda rueda dentada (22) y que genera un segundo momento (M2) de fuerza gravitatoria (P2) alrededor del segundo eje (A2);  
20 por que los momentos (M1; M2) de fuerza gravitatoria (P1; P2) de los elementos excéntricos (14; 24) tienen un mismo valor y un mismo sentido, variables según su posición angular alrededor de los ejes (A1; A2);  
y por que para cada posición angular de las ruedas dentadas (12; 22) y de los elementos excéntricos (14; 24) alrededor de los ejes (A1; A2), el mecanismo (1) presenta una configuración de equilibrio en reposo.

25 2. Mecanismo (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los elementos excéntricos (14; 24) tienen una misma masa y las mismas dimensiones.

30 3. Mecanismo (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las ruedas dentadas (12; 22) comprenden una primera rueda (12) que tiene un diente (13a) más largo que los otros dientes (13) y una segunda rueda (22) que tiene una ranura (23a) formada entre dos dientes (23), y por que el diente (13a) más largo y la ranura (23a) coinciden durante el engranaje de las ruedas dentadas (12; 22) para permitir la alineación de los elementos excéntricos (14, 24).

35 4. Mecanismo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los ejes (A1; A2) de las ruedas dentadas (12; 22) son horizontales, y el plano de referencia (P0) es horizontal.

5. Mecanismo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los ejes (A1; A2) de las ruedas dentadas (12; 22) son horizontales, y el plano de referencia (P0) es vertical.

40 6. Mecanismo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el soporte (2) comprende una base (3) y un balancín (4) que está suspendido en la base (3) y que soporta los ejes (A1; A2) de las ruedas dentadas (12; 22), por que los ejes (A1; A2) son móviles con el balancín (4), y por que los elementos excéntricos (14; 24) describen un movimiento elíptico.

45 7. Máquina rotatoria, caracterizada por que la máquina comprende al menos un mecanismo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6.

50 8. Máquina rotatoria según la reivindicación 7, caracterizada por que la máquina es un motor de combustión interna, y por que los elementos excéntricos (14; 24) que equipan el mecanismo (1) se encuentran en dos posiciones de centrifugación máxima correspondiente cada una a una combustión de gas en el motor.

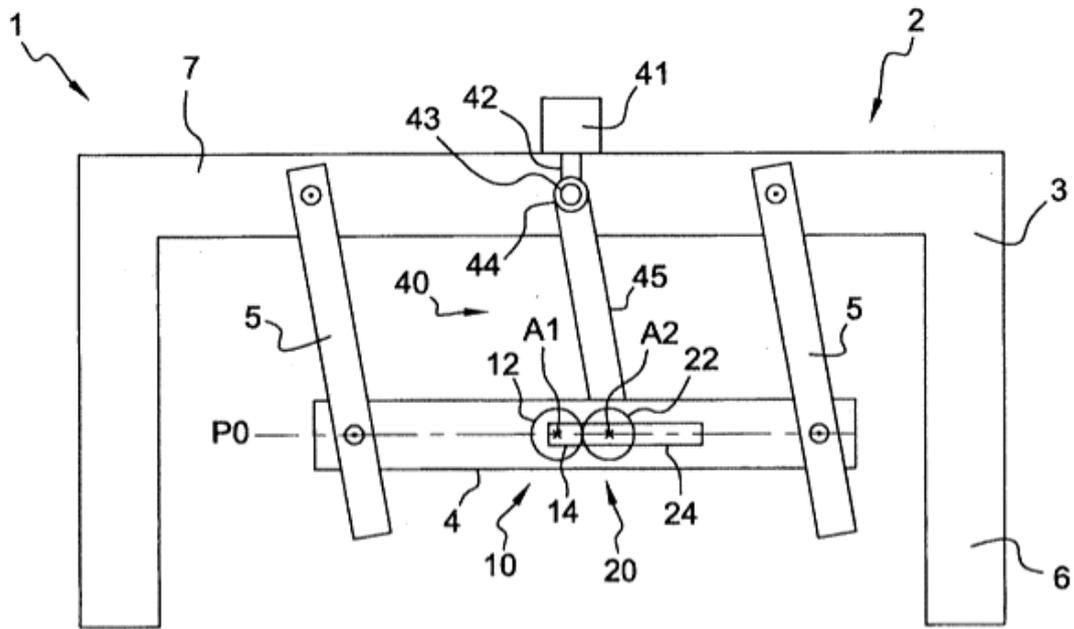
9. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizada por que la máquina comprende al menos un mecanismo (1) con balancín (4) según la reivindicación 6, en el que los elementos excéntricos (14; 24) describen un movimiento elíptico.

55 10. Máquina rotatoria según la reivindicación 9, caracterizada por que la máquina comprende al menos un par de mecanismos (1) con balancín (4) dispuestos en serie y sincronizados.

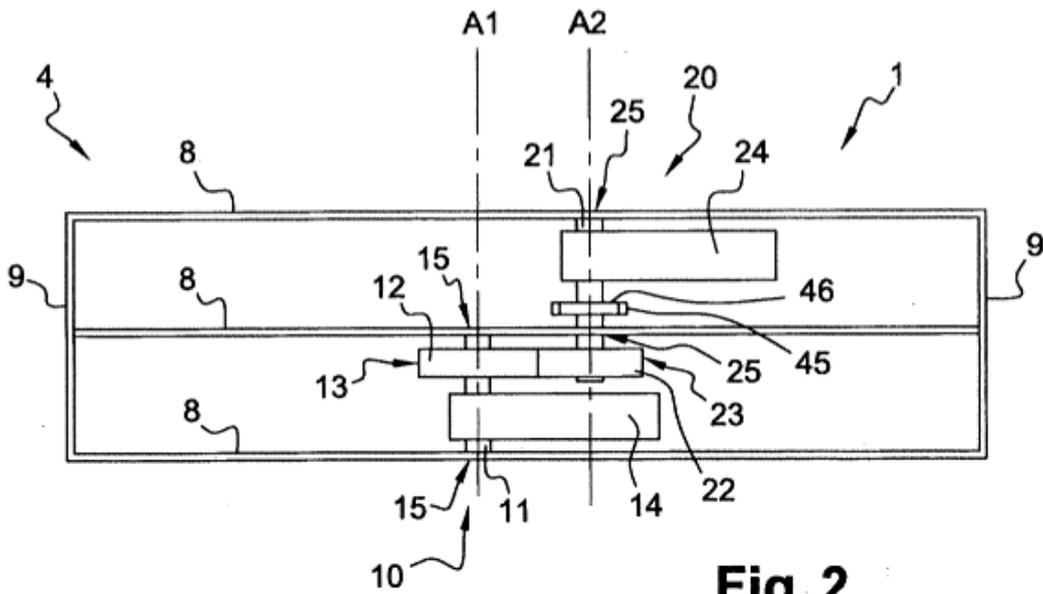
60 11. Máquina rotatoria según la reivindicación 10, caracterizada por que la máquina comprende una biela de conexión (60) acoplada a los mecanismos (1) dispuestos en serie, estando la biela de conexión (60) inmóvil siguiendo una dirección horizontal y móvil siguiendo una dirección vertical durante el movimiento de los mecanismos (1).

12. Máquina rotatoria según la reivindicación 9, caracterizada por que la máquina comprende al menos dos mecanismos (1) con balancín (4) dispuestos en paralelo y sincronizados.

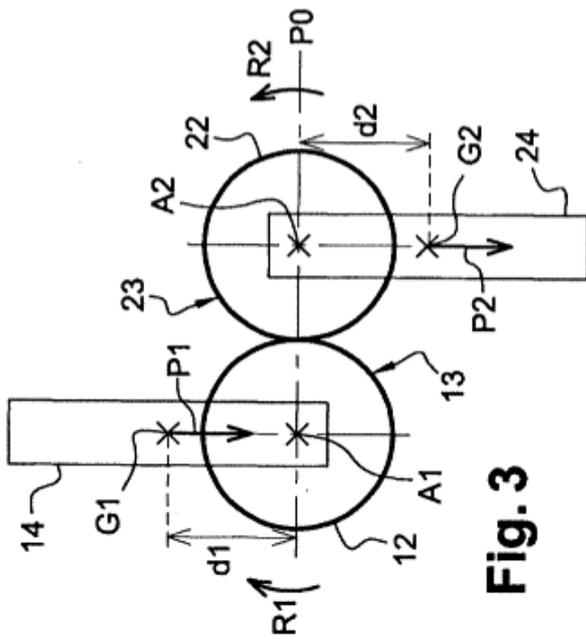
13. Máquina rotatoria según la reivindicación 9, caracterizada por que la máquina comprende varios pares de mecanismos (1) con balancín (4), estando los mecanismos (1) dispuestos en serie y sincronizados en cada par, estando los pares dispuestos en paralelo y sincronizados entre sí.
- 5 14. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizada por que la máquina es un motor de dos tiempos que comprende dos mecanismos (1) con balancines (4), por que los dos primeros elementos excéntricos (14) están dispuestos con una separación de media vuelta, y por que los dos segundos elementos excéntricos (24) están dispuestos con una separación de media vuelta.
- 10 15. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada por que la máquina es un motor de cuatro tiempos que comprende cuatro mecanismos (1) con balancines (4), por que los cuatro primeros elementos excéntricos (14) están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta, y por que los cuatro segundos elementos excéntricos (24) están dispuestos con una separación de un cuarto de vuelta.
- 15 16. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 7 a 15, caracterizada por que la base (3) es común a todos los balancines (4).
17. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 7 a 16, caracterizada por que la máquina comprende medios de arranque (40) de un mecanismo o mecanismos (1), que incluye por ejemplo una cadena o un sistema de engranajes, previstos para poner en rotación (R1; R2) una de las ruedas dentadas (12; 22).
- 20 18. Máquina rotatoria según la reivindicación 17, caracterizada por que los medios de arranque (40) comprenden un motor (41).
- 25 19. Máquina rotatoria según la reivindicación 17, caracterizada por que los medios de arranque (40) comprenden una manivela.
20. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 9 a 16, caracterizada por que la máquina carece de medios de arranque dedicados de un mecanismo o mecanismos (1), y por que el arranque de un mecanismo o mecanismos (1) puede realizarse por un simple empuje en el balancín o balancines (4) o en uno de los elementos excéntricos (14, 24).
- 30 21. Máquina rotatoria según una de las reivindicaciones 7 a 20, caracterizada por que la máquina comprende medios de recuperación de energía cuando el mecanismo (1) está en movimiento, por ejemplo en forma de un generador.
- 35 22. Procedimiento de implementación de un mecanismo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que comprende las siguientes etapas sucesivas:
- 40 - una etapa de posicionamiento de los elementos excéntricos (14; 24) uno respecto al otro y respecto a las ruedas dentadas (12; 22) de manera que los momentos (M1; M2) de la fuerza gravitatoria (P1; P2) de los elementos excéntricos (14; 24) tienen un mismo valor y un mismo sentido, variables según su posición angular alrededor de los ejes (A1; A2), y que para cada posición angular de las ruedas dentadas (12; 22) y de los elementos excéntricos (14; 24) alrededor de ejes (A1; A2), el mecanismo (1) presenta una configuración de equilibrio en reposo;
- 45 - una etapa de arranque de la rotación (R1; R2) de las ruedas dentadas (12; 22) y de los elementos excéntricos (14; 24) alrededor de los ejes (A1; A2), en la que el mecanismo (1) deja la configuración de equilibrio y se pone en movimiento; y
- 50 - una etapa de funcionamiento, en la que la rotación (R1; R2) de los elementos excéntricos (14; 24) alrededor de los ejes (A1; A2) genera fuerzas centrífugas en el mecanismo (1).



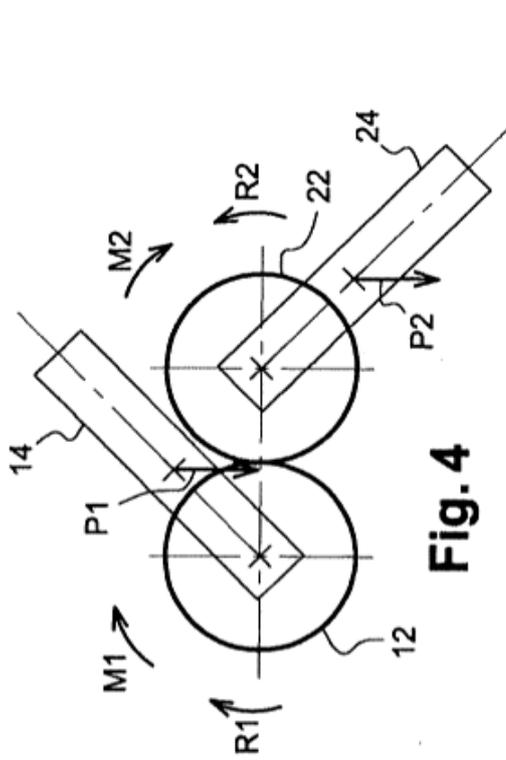
**Fig. 1**



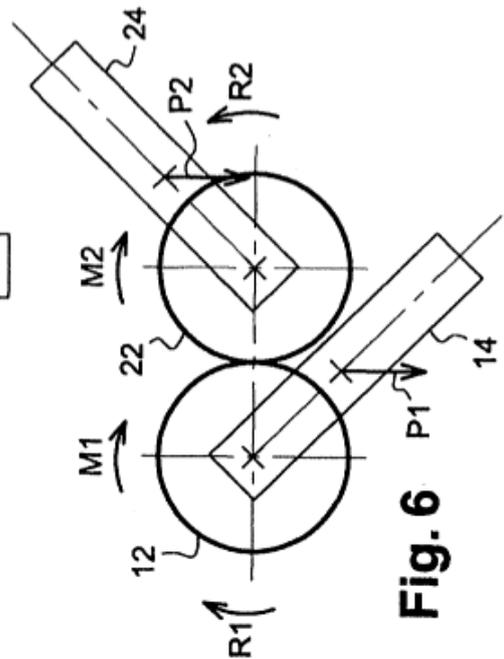
**Fig. 2**



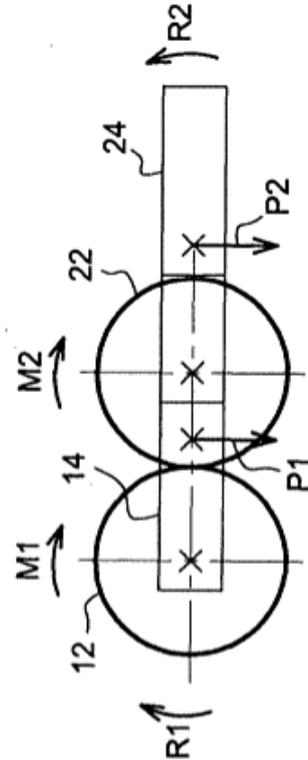
**Fig. 3**



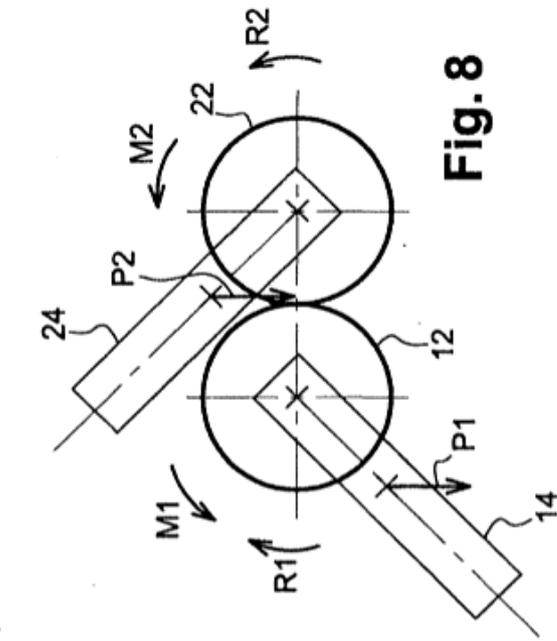
**Fig. 4**



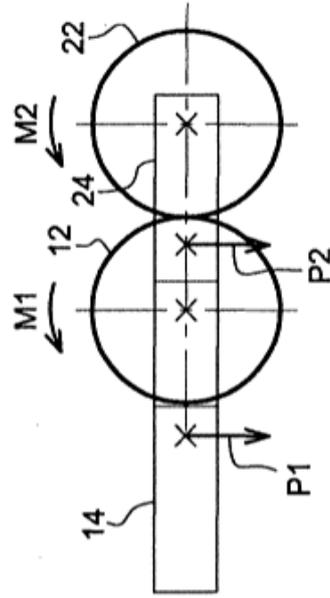
**Fig. 6**



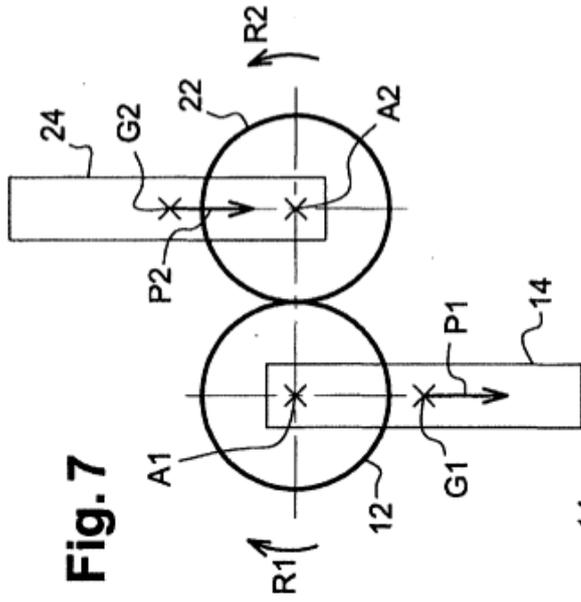
**Fig. 5**



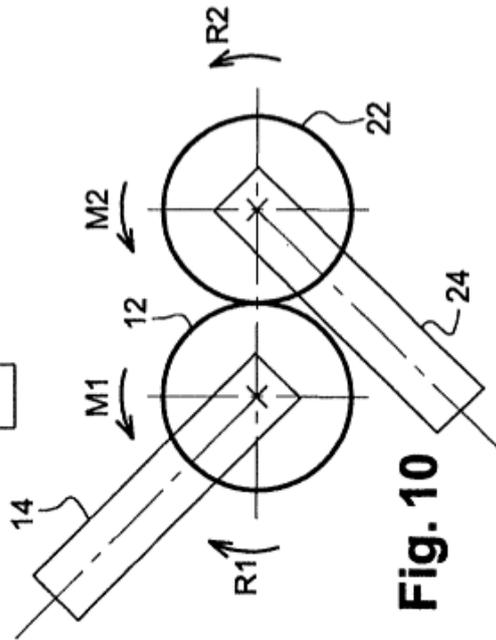
**Fig. 8**



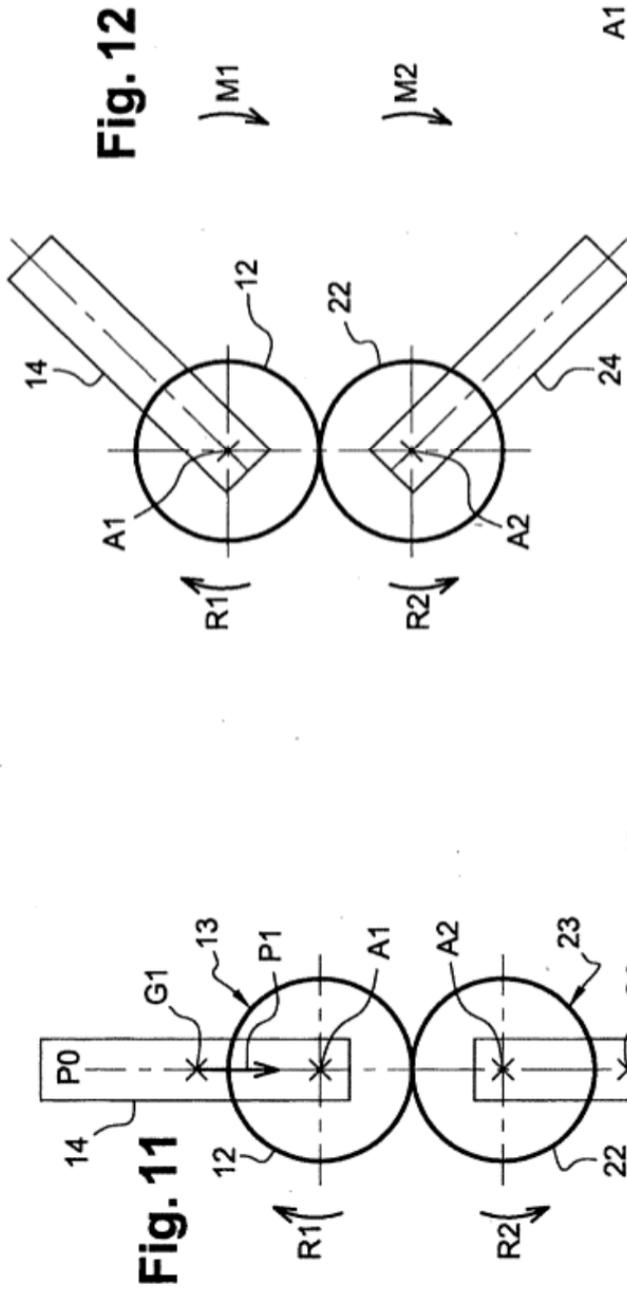
**Fig. 9**



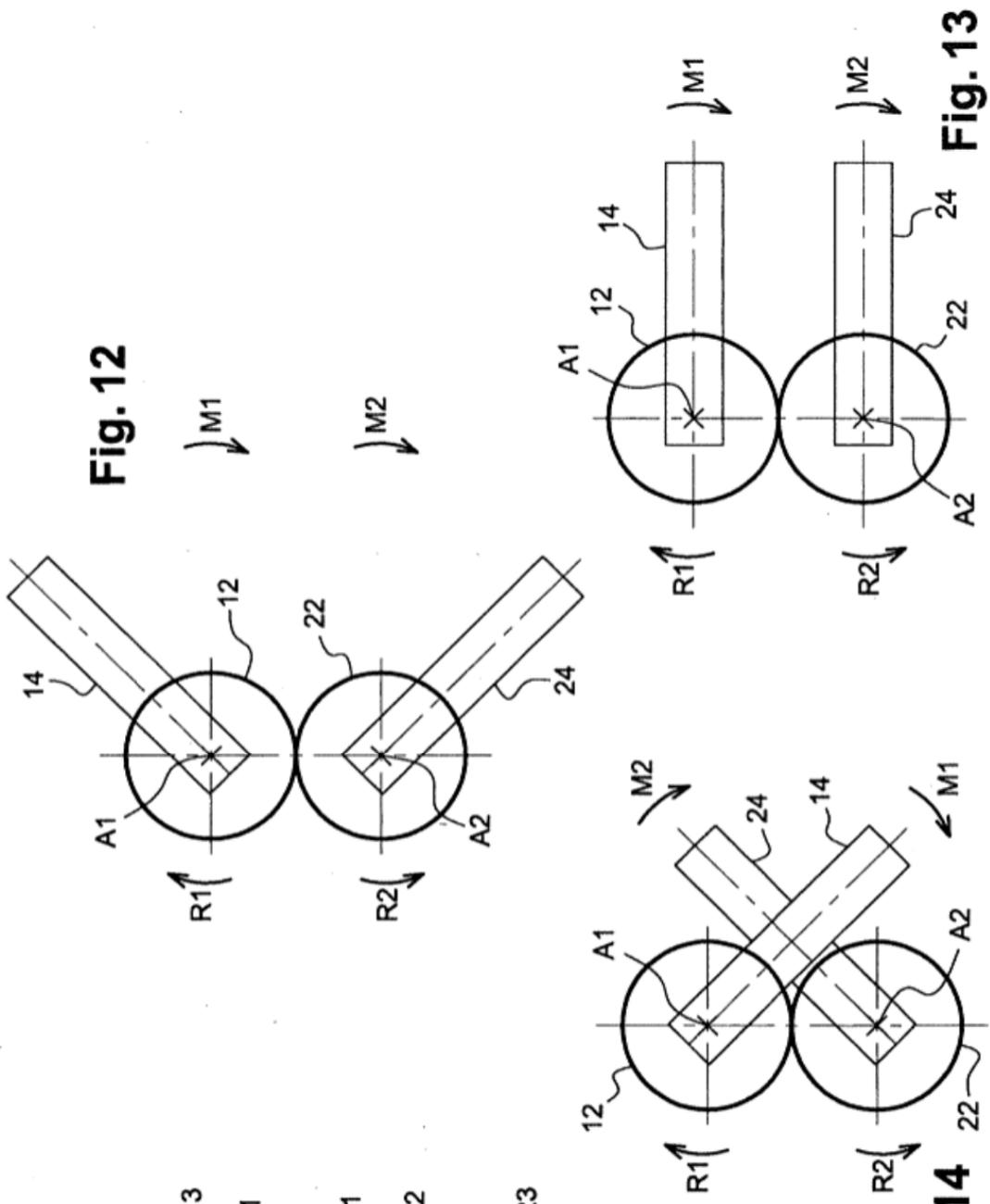
**Fig. 7**



**Fig. 10**



**Fig. 11**

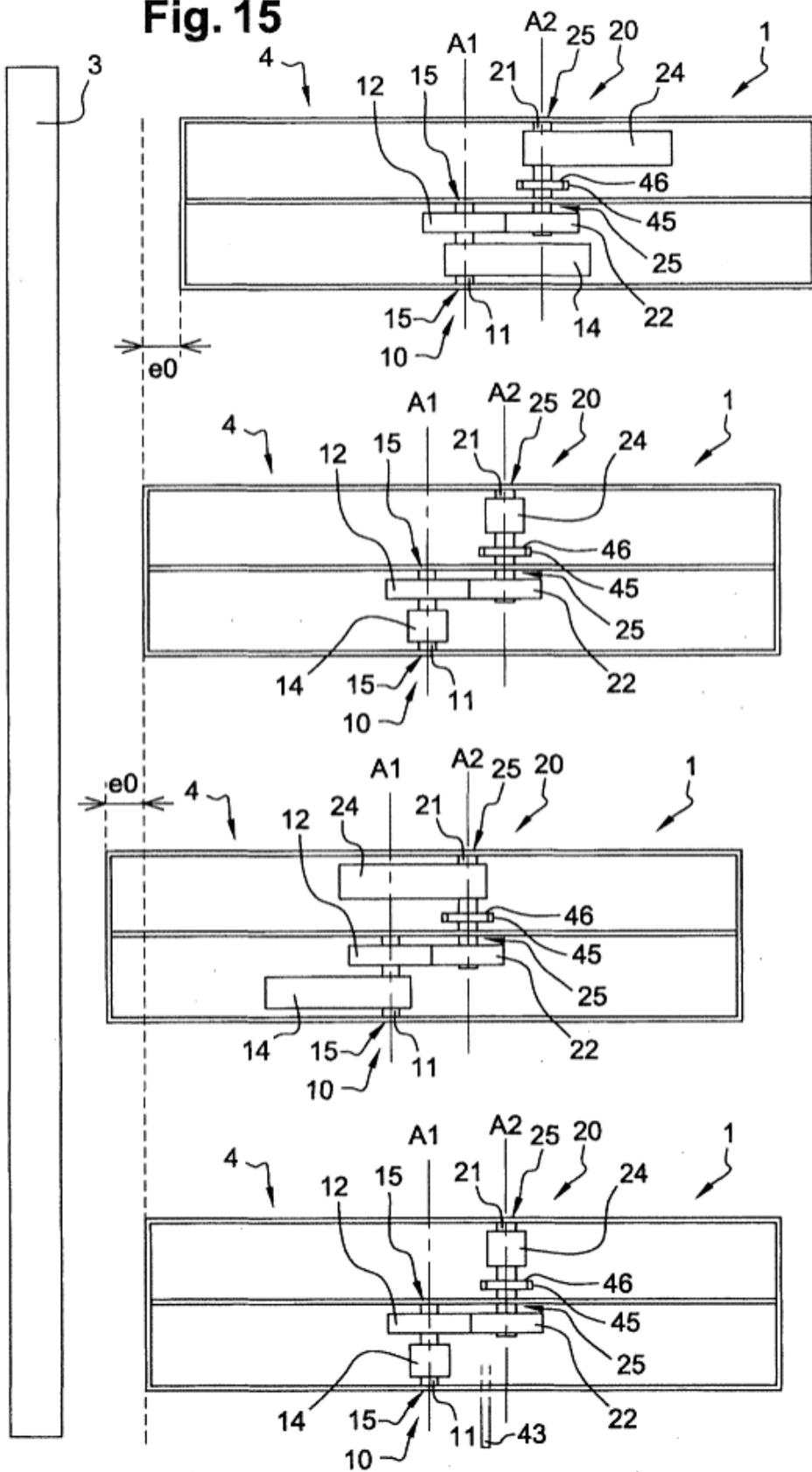


**Fig. 12**

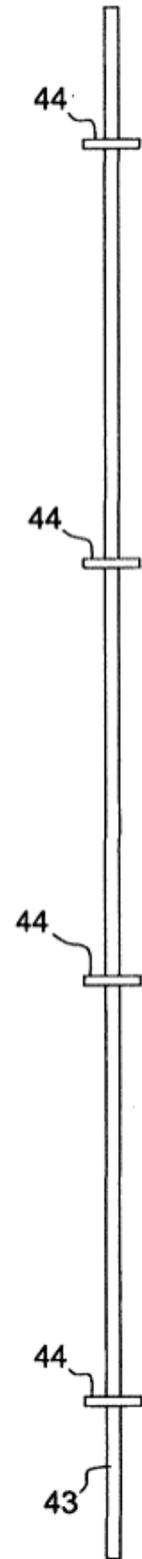
**Fig. 13**

**Fig. 14**

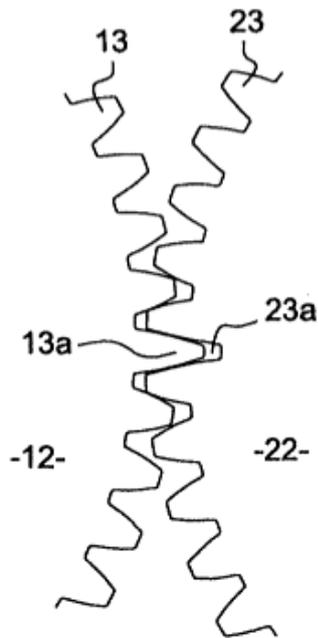
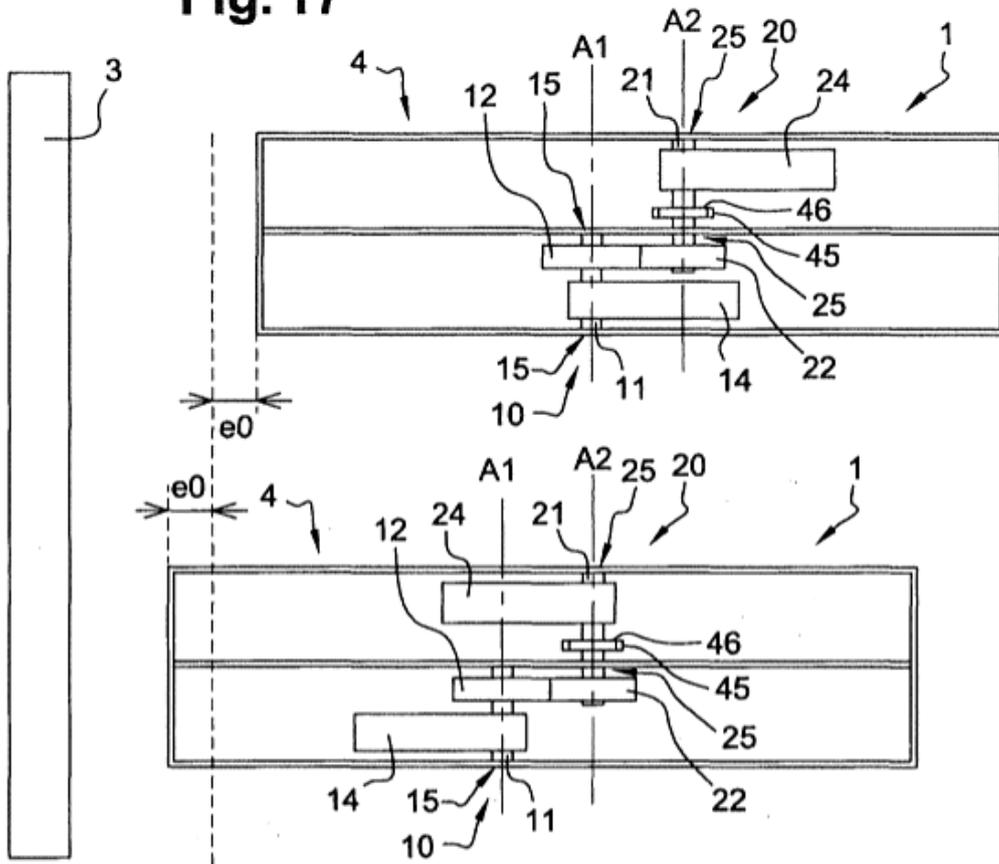
**Fig. 15**



**Fig. 16**



**Fig. 17**



**Fig. 18**

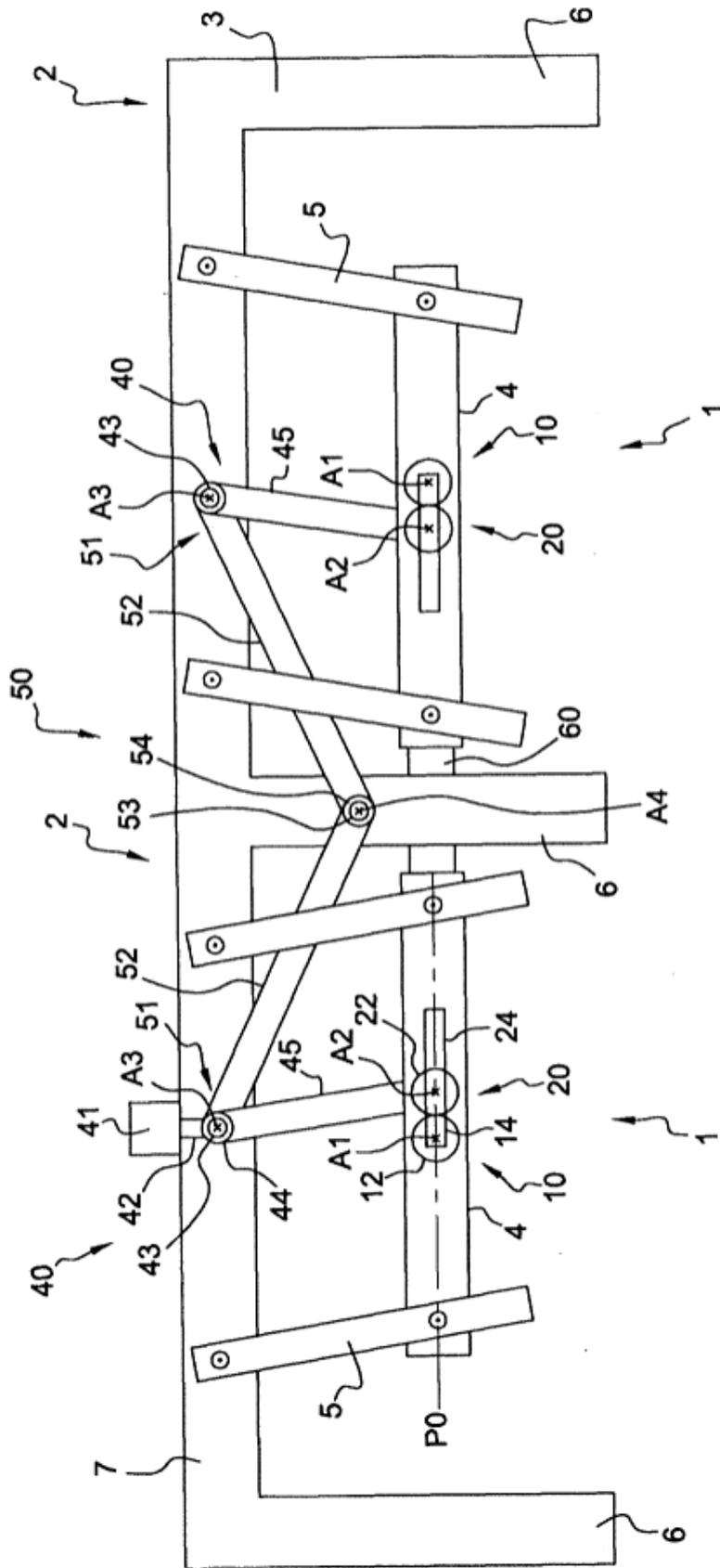


Fig. 19

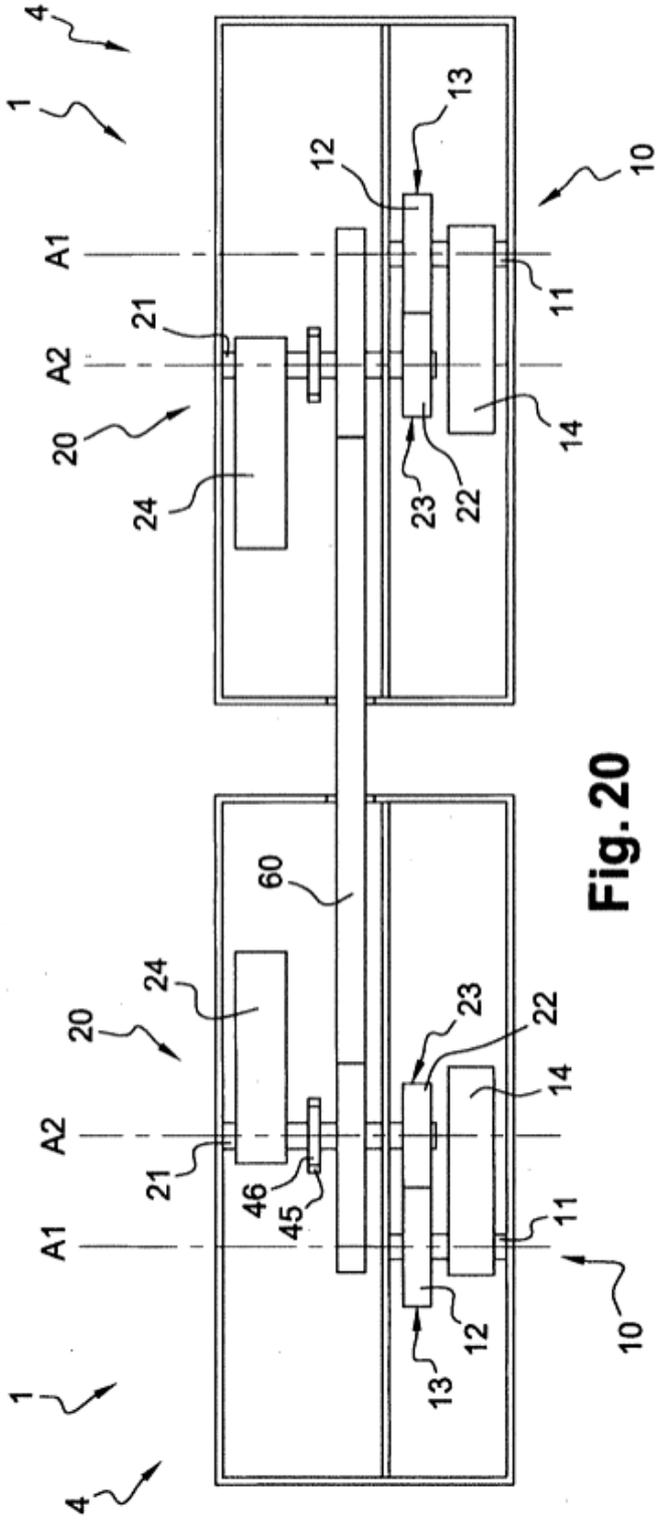


Fig. 20

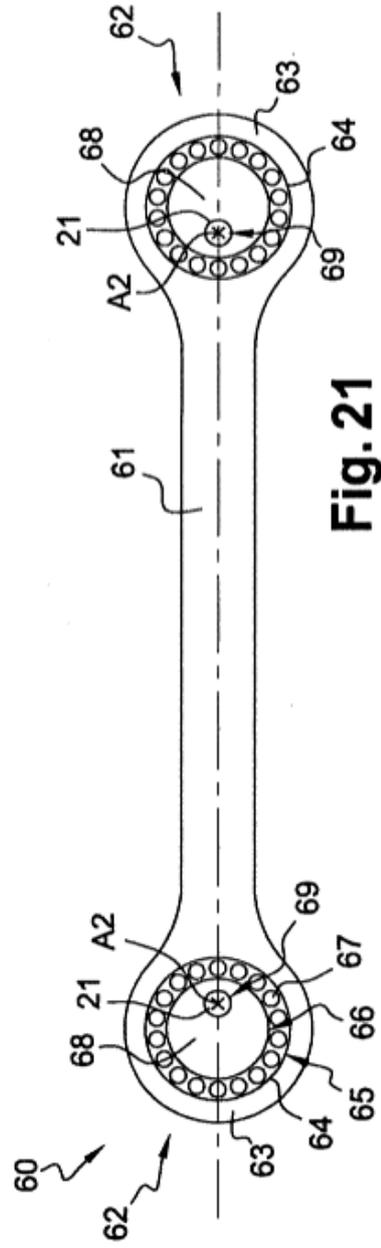


Fig. 21

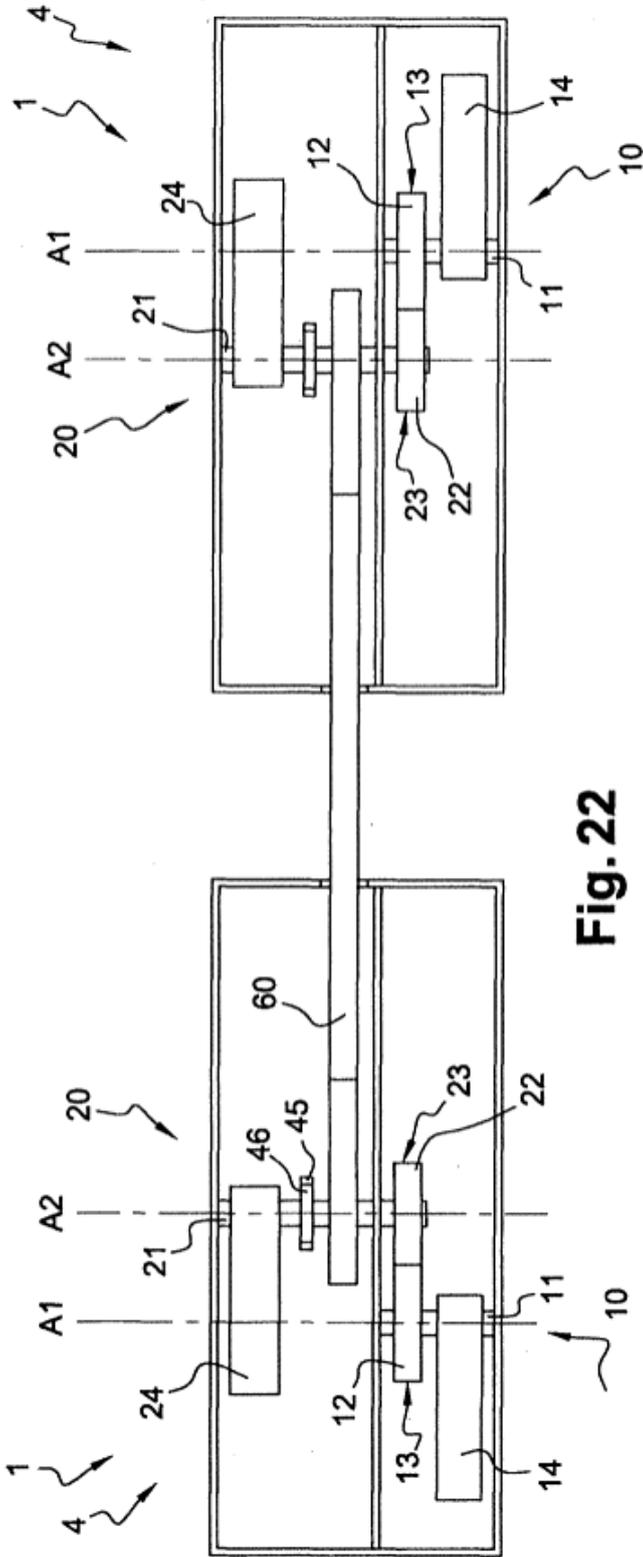


Fig. 22

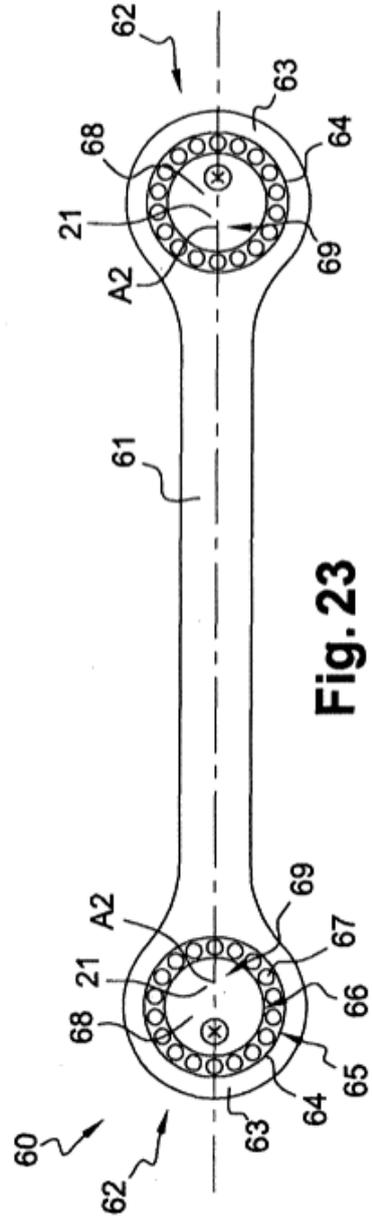


Fig. 23

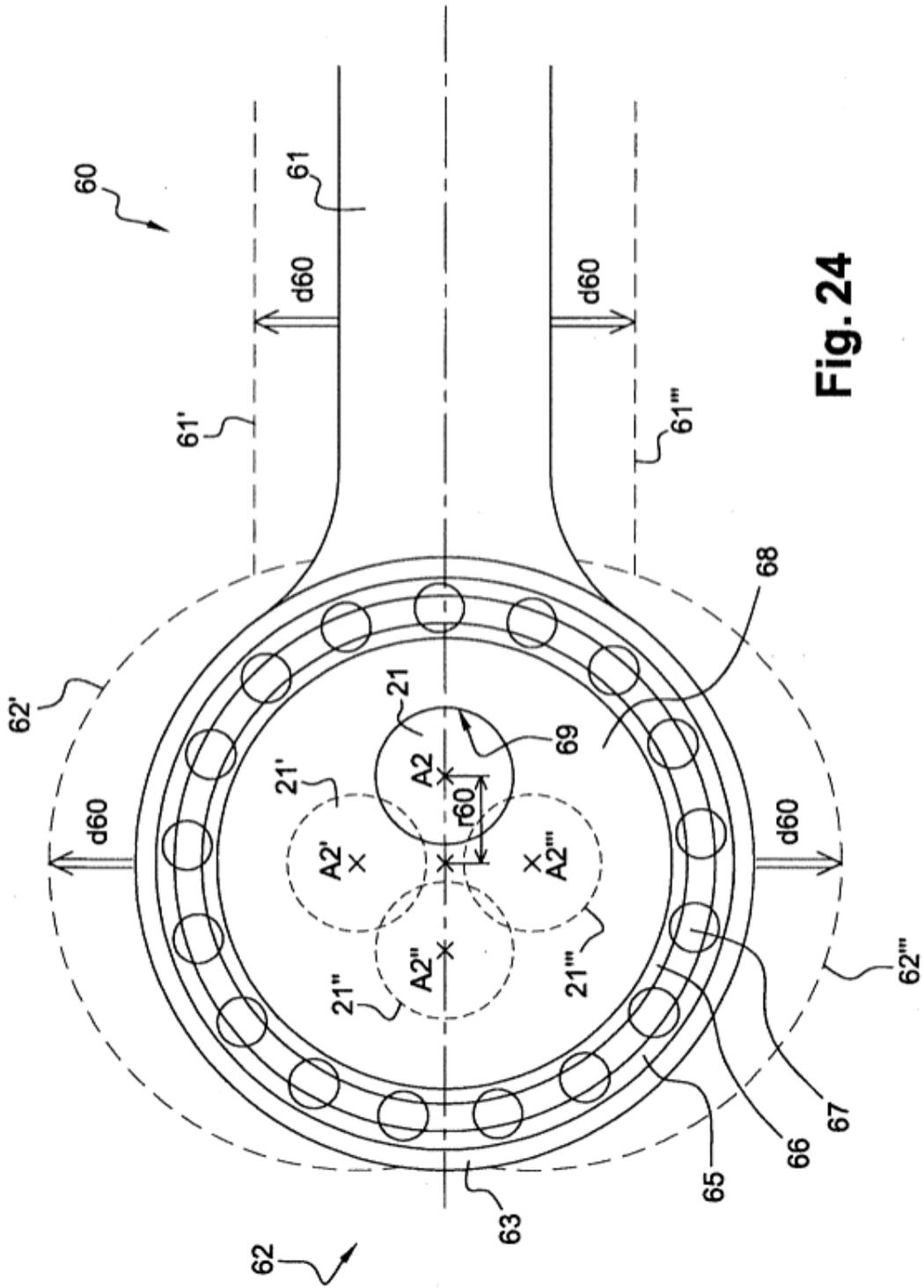


Fig. 24

