

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 931**

51 Int. Cl.:

**F03G 7/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2014 PCT/FR2014/052351**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15040340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2014 E 14784322 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3049669**

54 Título: **Dispositivo de rotación gravitacional**

30 Prioridad:

**23.09.2013 FR 1359120**

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

**17.11.2020**

73 Titular/es:

**PELLEGRIN, PHILIPPE (100.0%)  
307 Corniche Président Kennedy  
13007 Marseille, FR**

72 Inventor/es:

**PELLEGRIN, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 793 931 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**

Dispositivo de rotación gravitacional

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de rotación gravitacional y a un procedimiento de rotación de un dispositivo de este tipo.

10 Durante mucho tiempo se ha deseado encontrar un dispositivo de rotación gravitacional que utilice la energía gravitacional producida por el descenso de una o varias masas. Estos dispositivos comprenden a menudo unos discos accionados en rotación gracias a un par producido por una masa alejada de un eje de rotación, permitiendo el par producido accionar el disco en rotación y por consiguiente, un árbol motor por ejemplo. Esta rotación podría ser aprovechada a continuación para generar energía eléctrica.

15 El par contribuye a la rotación del dispositivo en fase descendente. En contrapartida, en fase ascendente, cuando la masa permanece a la misma distancia del eje de rotación, produce un par antagonista que frena la rotación del dispositivo. Por estas razones, los dispositivos de rotación gravitacional conocidos comprenden unos mecanismos que permiten que varíe la distancia entre la masa y el eje de rotación, dependiendo de si la masa está en fase ascendente o descendente.

20 La solicitud de patente FR 2 830 289 se refiere a un dispositivo rotativo gravitacional que comprende un disco rotativo alrededor de un eje de rotación, unas deslizaderas orientadas radialmente horizontales sobre el disco y un motor. Dos contrapesos son llevados por una cremallera montada sobre las deslizaderas. Los contrapesos son aptos para acercarse o alejarse del árbol de rotación del disco según una misma dirección bajo la acción del motor que induce una traslación de la cremallera y por lo tanto, de los contrapesos a lo largo de las deslizaderas que accionan la rotación del disco.

30 La solicitud de patente WO 02/070893 se refiere a un dispositivo rotativo gravitacional que comprende un soporte cerrado que tiene la forma de un disco, un árbol de rotación y unas masas semiesféricas. El soporte es fijo y el eje de rotación está montado descentrado con respecto al centro del disco. Las masas son aptas para girar alrededor del árbol y accionan el árbol en rotación. Con este fin, unos pares de masas están montados deslizantes en unas varillas fijadas sobre unos lados opuestos del árbol de rotación. Unos resortes cilíndricos están montados sobre cada varilla entre la masa y el extremo del árbol de rotación con el fin de controlar la distancia entre la masa y el árbol de rotación. En la fase descendente de una masa, el resorte se comprime por contacto de la masa contra la pared externa del disco. En la fase ascendente de la masa, el resorte se relaja. Por lo tanto, mediante la acción del resorte, para cada par de masas, la masa en fase descendente es la más alejada del árbol de rotación y la masa en fase descendente se acerca al árbol de rotación.

40 La solicitud de patente FR 2 812 348 se refiere a un dispositivo rotativo gravitacional que comprende dos piñones, una cadena y unos soportes en forma de gancho sobre los cuales están dispuestas unas masas que se extienden según una dirección longitudinal. Los dos piñones tienen unos ejes de rotación paralelos y están desplazados verticalmente uno con respecto al otro, estando la cadena tensada entre los dos piñones. Los soportes están fijados a la cadena y la accionan en rotación, y por consiguiente los piñones, gracias a las masas presentes sobre los soportes. Las masas se desplazan libremente en el sentido de inclinación del soporte, alejándose de la cadena en el sentido ascendente y acercándose a la cadena en el sentido descendente. En una posición vertical baja del dispositivo, un soporte relaja la masa correspondiente que es atrapada por una deslizadera dispuesta por debajo del piñón inferior. El soporte gira después de haber dado la vuelta al piñón inferior y recupera la masa relajada por el soporte anterior. La masa se dispone en el extremo interior del soporte, para la fase ascendente. Al llegar arriba del piñón superior, cuando tiene lugar el giro del soporte, la masa rueda y cae sobre el soporte siguiente. Debido a la inclinación del soporte hacia abajo, la masa se dispone en el extremo exterior del soporte, sostenida por el gancho, para la fase descendente.

55 La solicitud de patente CN 2603229 se refiere a un dispositivo que comprende una rueda dentada configurada para pivotar alrededor de un eje central y unida a dos sistemas de engranajes, un peso y un contrapeso montados sobre los extremos de una barra unida a la rueda, teniendo la barra un eje perpendicular al eje central y desplazado con respecto al centro de la rueda. Para poner en marcha el dispositivo, se pivota un peso 180° alrededor del eje perpendicular, provocando una media vuelta de la rueda, hasta el equilibrio del dispositivo. A continuación, un peso pivota de nuevo 180° alrededor del eje perpendicular. La rueda efectúa otra media vuelta, y vuelve a encontrarse en la posición inicial.

60 La solicitud de patente CN 1525063 se refiere a un dispositivo similar, que comprende además una segunda rueda dentada frente a la primera, así como un peso y un contrapeso montados de la misma manera. Los contrapesos de arriba se acercan uno al otro, y las ruedas giran independientemente en los sentidos opuestos, media vuelta cada una.

65 La solicitud de patente US 2008/011552 se refiere a un dispositivo que comprende unos brazos oscilantes fijados de manera rotativa alrededor de una parte central y unos pesos montados de manera deslizante sobre una barra

montada en los brazos oscilantes, teniendo cada barra unos rodillos en los extremos que se mantienen en un raíl fijo que define un camino asimétrico alrededor de la sección central. El movimiento rotativo es producido por la diferencia de alejamiento entre el eje del raíl y la posición de un rodillo que se encuentra en cada ciclo sucesivamente cerca y después alejado de este eje, creando un par motor.

5

La figura 1 representa una vista lateral de un dispositivo rotativo 1 descrito por la patente US 5.921.133. El dispositivo 1 está montado sobre un soporte 2 y comprende un primer disco 3, un segundo disco 4, comprendiendo cada uno un peso "no equilibrado" o excéntrico 5, 6 respectivamente, es decir para el cual el centro de gravedad está descentrado con respecto al centro del disco y cuyo peso no puede ser compensado por otra masa de manera que tenga el centro de gravedad en el centro del disco. Los discos 3, 4 están alineados axialmente y conectados por un árbol de soporte 7 con el fin de poder girar alrededor de un eje de rotación central AA'. Un embrague unidireccional o "rueda libre" primario 8 está montado sobre el árbol 7. Una pluralidad de engranajes 9 están montados equidistantes alrededor del exterior de la periferia del primer disco 3, estando las periferias del disco 3 y de los engranajes 9 dentadas para cooperar una con la otra. Cada engranaje 9 está atravesado por un árbol de rotación 10 orientado según un eje de rotación periférico BB'. Un peso "palanca" 11 está montado sobre cada árbol 10. El árbol 10 acopla así mecánicamente los engranajes 9 y el disco 4. Unas ruedas libres secundarias 12 están dispuestas entre los árboles de rotación 10, los engranajes 9 y el disco 4 con el fin de que la rotación de la palanca 11 alrededor del árbol de rotación 10 sea transmitida al segundo disco 4.

10

15

20

25

Según este documento, los pesos excéntricos 5, 6 accionan el dispositivo 1 inicialmente en rotación. A continuación, las palancas 11 comienzan a pivotar y hacen girar el disco 3 más rápido que el disco 4 debido a la rueda libre primaria 8. El disco 3 comienza a girar más rápido que el disco 4 ya que el disco 3 es empujado en el sentido contrario a las agujas del reloj por los engranajes 9. Debido a sus velocidades diferentes, los pesos 5, 6 de los discos 3, 4 comienzan a separarse y la rueda 3 gira con una velocidad creciente durante aproximadamente dos tercios de un ciclo de rotación y con velocidad decreciente durante aproximadamente un tercio de un ciclo de rotación, cuando la masa excéntrica 5 del disco 2 se acerca a la masa excéntrica 6 de la rueda 4.

30

Podría ser deseable proporcionar un nuevo dispositivo de rotación gravitacional.

35

Unos modos de realización de la invención se refieren a un dispositivo de rotación gravitacional que comprende un primer disco que comprende un eje central alrededor del cual el disco es apto para girar y por lo menos un eje de rotación periférico dispuesto a distancia y paralelo al eje central, por lo menos un árbol de rotación periférico dispuesto a distancia del eje central del primer disco, apto para girar alrededor del eje de rotación periférico, paralelo al eje central y acoplado al primer disco, y por lo menos un soporte de masa montado sobre el árbol de rotación periférico y que tiene una masa apta para alejarse del árbol de rotación con el fin de producir un par que hace que pivote el eje de rotación, y por consiguiente el primer disco.

40

Según la invención, el dispositivo comprende además un engranaje reductor dispuesto entre el árbol de rotación periférico y el primer disco, que comprende una pieza de entrada de rotación unida al árbol de rotación periférico y una pieza de salida de rotación unida al primer disco y coaxiales entre ellas, permitiendo el engranaje reductor que la rotación del árbol de rotación periférico sea transmitida al primer disco.

45

El dispositivo comprende además unos medios para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor en una posición fija con el fin de evitar que gire alrededor del eje de rotación periférico; una rueda libre dispuesta sobre el árbol de rotación periférico; y unos medios para modificar el ángulo de inclinación de un soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico con respecto a la horizontal que pasa por el eje de rotación periférico del árbol.

50

El dispositivo según la invención utiliza por lo menos un soporte de masa puesto en rotación por una masa descentrada con respecto a su eje de rotación. La masa descentrada puede estar constituida por el propio soporte de masa, cuando su centro de gravedad está lo suficientemente alejado de su eje de rotación, o por una masa suspendida sobre el soporte de masa y permite producir un par que actúa sobre el primer disco para ponerlo en rotación. Como el número de revoluciones efectuadas por el primer disco está limitado por el ángulo de inclinación del soporte de masa en su posición inicial, el dispositivo según la invención permite aumentar el número de revoluciones efectuadas utilizando un engranaje reductor (también denominado "reductor") situado entre el árbol de rotación del soporte de masa y el primer disco con el fin de aumentar la velocidad angular del primer disco con respecto al soporte de masa. La estructura particular del reductor permite aumentar la eficacia de transmisión del par producido por el soporte de masa hacia el primer disco.

60

En este modo de realización, el dispositivo comprende unos medios que permiten recrear energía potencial gravitacional y aumentar el número de vueltas que pueden ser efectuadas por el dispositivo. Para ello, se modifica la inclinación de uno o varios soportes de masa de manera que se recree un par alrededor de uno o varios ejes de rotación periféricos, cuando la masa excéntrica que crea el par está en vertical, o de manera que se prolongue la rotación del soporte de masa y por lo tanto la existencia del par producido. La rueda libre permite

65

modificar el ángulo de inclinación en el sentido contrario de rotación del soporte de masa permitiendo al mismo tiempo que el primer disco continúe girando en el mismo sentido de rotación.

- 5 En un modo de realización, el engranaje reductor comprende además una corona periférica unida a la pieza de entrada de rotación, un engranaje de salida unido a la pieza de salida de rotación, y por lo menos un engranaje satélite dispuesto entre la corona periférica y el engranaje de salida, y los medios para fijar por lo menos una parte del engranaje de reducción comprenden además unas puertas satélites fijadas a los engranajes satélites y unas piezas de enclavamiento fijadas a las puertas satélites.
- 10 En un modo de realización, el dispositivo comprende además un segundo disco apto para girar alrededor de un eje central y acoplado al primer disco con el fin de que una rotación del primer disco accione el segundo disco en rotación, estando los medios para fijar la parte del engranaje reductor acoplados al segundo disco.
- 15 En este modo de realización, los medios para fijar la parte del engranaje reductor en una posición determinada están acoplados a un segundo disco. Al girar el segundo disco en el mismo sentido y a la misma velocidad que el primer disco, la parte del engranaje reductor permanece en una posición fija con respecto al primer disco permitiendo al mismo tiempo la rotación del conjunto y haciendo efectiva la transmisión del par producido por el soporte de masa.
- 20 En un modo de realización, el eje central del segundo disco está descentrado con respecto al eje central del primer disco.
- 25 En este modo de realización, el segundo disco está descentrado con respecto al primer disco. Esto simplifica en gran medida la realización del reductor y la conexión de los medios de fijación del engranaje satélite sobre el segundo disco.
- 30 En un modo de realización, el dispositivo comprende por lo menos dos árboles de rotación periféricos, estando cada uno dispuesto a una distancia sustancialmente igual del eje central del primer disco y teniendo un eje de rotación periférico paralelo al eje central acoplado al primer disco y equidistante angularmente con respecto al centro del primer disco; y por lo menos dos soportes de masa, montado cada uno sobre un árbol de rotación periférico y que tiene una masa apta para estar alejada del árbol de rotación periférico con el fin de producir un par que hace que pivote el árbol de rotación periférico, y por consiguiente el primer disco.
- 35 En este modo de realización, el dispositivo comprende por lo menos dos soportes de masa situados a una misma distancia con respecto al eje central del primer disco y equidistantes angularmente con respecto al centro del primer disco. Por lo tanto, el sistema puede estar mantenido en equilibrio cuando las por lo menos dos masas están situadas sobre el árbol de rotación del soporte de masa y puesto en marcha cuando una de las masas se aleja del eje de rotación.
- 40 En un modo de realización, el primer disco comprende un árbol de rotación central y el segundo disco comprende un árbol de rotación central, estando los árboles de rotación centrales unidos por una pieza de conexión.
- 45 En este modo de realización, la pieza de conexión ayuda a soportar y a hacer que giren los dos discos por medio de sus árboles de rotación centrales, que generalmente son bastante sólidos.
- 50 En un modo de realización, el dispositivo comprende además un elemento de soporte unido al árbol de rotación central del segundo disco permitiendo al mismo tiempo que giren el primer disco y el segundo disco.
- 55 En este modo de realización, el elemento de soporte permite alejar el dispositivo del suelo permitiendo al mismo tiempo que giren los discos.
- 60 En un modo de realización, el dispositivo comprende además un tercer disco dispuesto frente al primer disco, apto para girar alrededor del eje central del primer disco y soportando un extremo de los árboles de rotación periféricos.
- 65 En este modo de realización, cuando unas masas significativas son sostenidas por el soporte de masa, es ventajoso utilizar un tercer disco unido a los árboles de rotación periféricos para distribuir mejor la carga.
- 60 En un ejemplo que no forma parte de la invención, los medios para modificar el ángulo comprenden una leva interior que comprende una superficie de guiado y dispuesta sobre el primer disco y un rodillo de rodamiento dispuesto sobre una superficie interior de un soporte de masa y apto para entrar en contacto con la superficie de guiado de la leva durante la rotación del primer disco, con el fin de guiar la rotación del soporte de masa en el sentido opuesto de la rotación del primer disco, gracias a la rueda libre y de cambiar el ángulo de inclinación del soporte de masa.

En este ejemplo, la modificación de la inclinación del soporte de masa se realiza mediante el guiado de un rodillo de rodamiento contra una leva, siendo la leva interior al dispositivo rotativo.

5 En un modo de realización, los medios para modificar el ángulo comprenden por lo menos una leva exterior dispuesta frente al extremo exterior de un soporte de masa y que comprende una superficie de guiado y un rodillo de rodamiento dispuesto sobre una superficie exterior de un soporte de masa y apto para entrar en contacto con la superficie de guiado de la leva durante la rotación del primer disco, con el fin de guiar la rotación del soporte de masa en el sentido opuesto de la rotación del primer disco, gracias a la rueda libre y de cambiar el ángulo de inclinación del soporte de masa.

10 En este modo de realización, la leva es exterior al dispositivo rotativo. Este modo de realización es particularmente ventajoso cuando las masas consideradas son relativamente grandes.

15 En un modo de realización, el dispositivo comprende además un motor unido a la leva exterior, y apto para accionar en rotación la leva alrededor de un eje de rotación de la leva en el mismo sentido de rotación que el primer disco.

20 En este modo de realización, un motor permite accionar la leva en rotación. El rodillo de rodamiento no se desliza contra la superficie de la leva y la leva es accionada en rotación por el motor. Esto aporta una energía exterior.

25 En un modo de realización, el soporte de masa comprende dos placas triangulares, dispuestas a distancia una de la otra y en unos planos paralelos, unidas una a la otra por unos elementos de soporte longitudinales, comprendiendo los lados superiores de las placas unos raíles; y en el que una barra portamasas está soportada en sus dos extremos por los raíles y es apta para desplazarse en una dirección a lo largo de los lados superiores de las placas.

En este modo de realización, la estructura particular del soporte de masa permite soportar grandes masas y aumentar el par producido y transmitido al primer disco.

30 En un modo de realización, los raíles del soporte de masa comprenden cada uno una pluralidad de cuñas electromagnéticas aptas para elevarse con el fin de bloquear el desplazamiento de la barra portamasas y para descender con el fin de permitir el desplazamiento de la barra portamasas a lo largo de los lados superiores de las placas.

35 En este modo de realización, cuando los soportes de masa están inclinados con respecto a la horizontal, la barra portamasas puede desplazarse a lo largo de los lados superiores de las placas según una dirección  $d_2$  por simple acción de la gravedad. Las cuñas electromagnéticas permiten liberar o enclavar la posición de la barra portamasas. Por lo tanto, es posible, variando la distancia entre el eje de rotación del soporte de masa y la masa descentrada, variar el par producido.

40 Unos modos de realización de la invención se refieren además a un procedimiento de rotación de un dispositivo de rotación gravitacional según la invención, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes: alejar la masa de un soporte de masa con respecto al árbol de rotación periférico con el fin de producir un par que hace que pivote el árbol de rotación periférico, y por consiguiente el primer disco; y modificar el ángulo de inclinación de un soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico con respecto a la horizontal que pasa por del eje periférico del árbol.

45 El procedimiento según la invención permite una puesta en marcha del sistema alejando la masa sobre el soporte de masa. En este modo de realización, es posible recrear energía potencial gravitacional y aumentar el número de vueltas que pueden ser efectuadas por el dispositivo modificando el ángulo de inclinación de un soporte de masa con respecto al eje de rotación periférico.

50 Unos modos de realización de la invención se refieren además a un procedimiento de montaje de un dispositivo de rotación gravitacional según la invención. El procedimiento comprende las etapas siguientes: montar un primer disco que comprende un eje central alrededor del cual el disco es apto para girar, y por lo menos un eje de rotación periférico dispuesto a distancia y paralelo al eje central; montar por lo menos un árbol de rotación periférico dispuesto a distancia del eje central del primer disco, apto para girar alrededor del eje de rotación periférico, paralelo al eje central y acoplado al primer disco; montar un engranaje reductor entre el árbol de rotación periférico y el primer disco, comprendiendo el engranaje reductor una pieza de entrada de rotación unida al árbol de rotación periférico y una pieza de salida de rotación unida al primer disco y coaxiales entre ellas, permitiendo el engranaje reductor que la rotación del árbol de rotación periférico sea transmitida al primer disco; montar unos medios para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor en una posición fija con el fin de evitar que gire alrededor del eje de rotación periférico; montar una rueda libre sobre el árbol de rotación periférico; montar por lo menos un soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico, teniendo el soporte de masa una masa apta para alejarse del árbol de rotación con el fin de producir un par que hace que pivote el árbol

de rotación; y montar unos medios para modificar el ángulo de inclinación del soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico con respecto a la horizontal que pasa por el eje de rotación periférico del árbol.

5 Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán más claramente de la lectura de la descripción siguiente, realizada de manera ilustrativa y no limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

- la figura 1, descrita anteriormente, representa una vista lateral de un dispositivo rotativo conocido,
- 10 - las figuras 2A a 2D representan un primer aspecto del principio de funcionamiento de un dispositivo rotativo,
- las figuras 3A y 3B representan un segundo aspecto del principio de funcionamiento de un dispositivo rotativo,
- 15 - las figuras 4A a 4D representan diferentes vistas de un dispositivo rotativo según un primer modo de realización,
- la figura 5 representa una vista en sección detallada de un reductor según un modo de realización,
- 20 - la figura 6 representa una vista en perspectiva de un dispositivo rotativo según otro modo de realización,
- la figura 7 representa una vista en perspectiva detallada de un soporte de masa según un modo de realización,
- 25 - la figura 8A representa un ejemplo de dispositivo rotativo que no forma parte de la invención,
- la figura 8B representa una vista en perspectiva de un soporte de masa según un ejemplo que no forma parte de la invención,
- 30 - la figura 9 representa una vista frontal del dispositivo rotativo de la figura 8A equipado con el soporte de masa de la figura 8B,
- la figura 10 representa una vista en perspectiva de un dispositivo rotativo según otro modo de realización,
- 35 - la figura 11 representa una vista frontal de un dispositivo de rotación según otro modo de realización,
- la figura 12 representa una vista en perspectiva de un soporte de masa según otro modo de realización, y
- 40 - la figura 13 muestra una vista en sección detallada de un reductor según otro modo de realización.

Las figuras 2A a 2D representan un primer aspecto del principio de funcionamiento de un dispositivo rotativo en el que las masas  $M_i$  crean unos pares motores que provocan la rotación de un disco D.

45 Las figuras 2A a 2D muestran el disco D de centro O que puede girar alrededor de un eje de rotación central AA', siendo el eje AA' perpendicular al disco D y pasando por el centro O del disco. El disco D comprende asimismo una pluralidad I de barras de soporte  $S_i$  (siendo el índice de 1 a I, se considera en este caso cuatro barras de soporte S1, S2, S3, S4) fijadas al disco D en I puntos de fijación  $P_i$  (en este caso P1, P2, P3, P4) en medio de cada barra  $S_i$ . Las barras son fijas y paralelas entre sí. Los puntos de fijación  $P_i$  están dispuestos esencialmente a una distancia  $d_1$  del centro O del disco. Para cada par de puntos  $P_i$  adyacentes, se forma un ángulo  $\alpha_0$  entre estos dos puntos y el centro O del disco D. El ángulo  $\alpha_0$  formado para cada par de puntos  $P_i$  adyacentes es sustancialmente el mismo.

55 Una masa  $M_i$  (en este caso M1, M2, M3, M4) está fijada sobre cada barra  $S_i$  y puede estar colocada a uno y otro lado del punto de fijación  $P_i$  de la barra  $S_i$ , produciendo un par o bien en el sentido de las agujas del reloj, o bien en sentido contrario.

60 En la figura 2A, las barras  $S_i$  son horizontales y cada masa  $M_i$  está dispuesta en el medio (en un punto  $P_i$ ) de la barra  $S_i$  correspondiente. El sistema está en equilibrio y el disco D inmóvil.

En la figura 2B, una de las masas, por ejemplo la masa M1, ha sido desplazada y se encuentra en uno de los extremos de la barra S1, a la derecha del punto P1. La masa M1 produce entonces un par C1 alrededor del punto P1 que acciona el disco D en rotación. El disco D gira en el mismo sentido que el par C1 y ello, cualquiera que sea la posición de la barra B1 (arriba, abajo, a la derecha, a la izquierda) en el disco D.

65

En la figura 2C, el sistema está de nuevo en equilibrio, habiendo efectuado el disco D una rotación de 90 grados (un cuarto de vuelta). Las barras S1 a S4 están en posición vertical, estando las masas M2 a M4 siempre fijadas en el medio de las barras S2 a S4 respectivamente.

- 5 En la figura 2D, las masas M1 a M4 han sido desplazadas a un mismo lado de las barras S1 a S4 respectivas. Se ha obtenido un par C cuatro veces mayor hasta un nuevo equilibrio del sistema en el que las cuatro barras Si están en posición vertical con las masas Mi colgando de uno de los extremos. El disco D ha efectuado también, como se representa en la figura 2D, una rotación de 90 grados (un cuarto de vuelta).
- 10 En la presente configuración, cuando las barras Si están fijadas directamente al disco, la rotación del disco está limitada por el número de barras utilizadas para generar la rotación del disco y la orientación inicial de las barras.

Las figuras 3A y 3B representan un segundo aspecto del principio de funcionamiento de un dispositivo rotativo.

- 15 Como se ilustra en las figuras 2A a 2D, el ángulo de rotación del disco D está limitado en efecto por el número de barras, el par producido por cada una de las barras y la orientación inicial de las barras. Podría ser deseable aumentar el ángulo de rotación del disco y por eso mismo el número de vueltas efectuadas por el disco. Un engranaje reductor (no mostrado), denominado en lo sucesivo "engranaje reductor", puede ser utilizado para modificar la relación entre la velocidad angular de rotación de la barra Si y la del disco D con el fin de aumentar el
- 20 ángulo de rotación del disco D. El reductor, montado típicamente sobre el árbol de rotación de la barra y por el otro lado del disco, une así la barra Si al disco D.

- La figura 3A ilustra de manera esquemática la rotación de una misma barra S1 unida a un reductor que tiene una relación de 1/4. En su posición inicial P1, la barra es horizontal. El desplazamiento de la masa M1 en el extremo derecho de la barra acciona el disco D en rotación en 180 grados hasta una posición intermedia P1'. Se constata que, para una relación de engranaje de 1/4 y para una rotación del disco D de 180 grados, la barra S1 ha efectuado una rotación de -45 grados.
- 25

- Para dar un orden de magnitud, el cambio de inclinación de la barra tras una cierta rotación del disco, por ejemplo, cuando el disco gira en un ángulo de 180 grados y la barra pasa de una posición inicial P1 a una posición intermedia P1', puede ser determinado restando al ángulo inicial de la barra el ángulo de rotación del disco multiplicado por la relación del engranaje. Por ejemplo, si en la posición P1, la barra tiene un ángulo con respecto a la horizontal de 0 grados, si el disco ha girado 180 grados y si la relación de engranaje es 1/4, el ángulo final de la barra es igual a  $0 - (180 * 1/4) = 0 - 45 = -45$  grados.
- 30

- La figura 3B ilustra de manera esquemática la barra S1 tras una rotación suplementaria del disco D de 180 grados, cuando tiene lugar el paso de la posición intermedia P1' a la posición final P1" (que corresponde en este caso a la posición inicial P1). La masa M1 ha continuado entonces accionando el disco D en rotación y se puede constatar que, para una relación de engranaje de 1/4 y para una rotación del disco D de 180 grados, la barra S1 ha efectuado una rotación suplementaria de -45 grados, lo cual corresponde a una rotación total de -90 grados.
- 35

- En el presente caso, el disco D ha efectuado una rotación de una vuelta completa con un par ejercido por una sola barra, en lugar de un cuarto de vuelta solamente, como se muestra en la figura 2C. Por consiguiente, si una masa Mi está fijada a un extremo de una barra Si, el par C puede continuar ejerciéndose sobre el disco D más tiempo hasta que la barra Si alcance una posición de equilibrio vertical.
- 40

- El número de vueltas efectuadas depende por lo tanto de la posición inicial de las barras, del valor de la relación de engranaje que debe ser inferior a uno (1) y del valor del par producido por la rotación de una barra. El valor del par, y por lo tanto la potencia, depende del valor de la masa suspendida de la barra, de la distancia de la masa con respecto al punto de fijación y del número de barras utilizadas.
- 45

Las figuras 4A a 4D representan diferentes vistas de un dispositivo rotativo 20 según un primer modo de realización.

- 55 La figura 4A representa una vista frontal del dispositivo 20. El dispositivo 20 comprende un primer disco (o disco de par) 21, un segundo disco (o disco de mantenimiento) 22, un árbol de rotación central 23 del primer disco, un árbol de rotación central 24 del segundo disco (no mostrado en la figura 4A), un elemento de soporte 25, una pluralidad I de árboles de rotación periféricos 26i y una misma pluralidad I de soportes de masa 27i, de los cuales solo el árbol 261 y el soporte 271 se muestran en la figura 4A por razones de claridad.
- 60

- El primer disco 21 comprende un centro O1 y puede girar alrededor de un eje de rotación central AA' que se extiende a lo largo del árbol de rotación 23. El eje AA' es entonces perpendicular al disco 21 y pasa por el centro O1. Cada soporte de masa 27i está fijado, mediante el árbol de rotación periférico 26i respectivo, al disco 21 en un punto de fijación Pi (en este caso P1, P2, P3, P4). Los puntos de unión Pi están dispuestos cada uno esencialmente a una misma distancia d1 del centro O1 del disco. Para cada par de puntos Pi adyacentes, se
- 65

forma un ángulo  $\alpha_1$  entre estos dos puntos y el centro O del disco D. El ángulo  $\alpha_1$  formado para cada par de puntos  $P_i$  adyacentes es sustancialmente el mismo.

5 Los árboles de rotación periféricos  $26_i$  están fijados de manera que puedan girar alrededor de los ejes de rotación periféricos  $BiBi'$  ( $B1B1'$ ,  $B2B2'$ ,  $B3B3'$ ,  $B4B4'$ ), siendo cada eje  $BiBi'$  perpendicular al disco 21 y pasando por el punto de fijación  $P_i$  correspondiente. Cada soporte de masa  $27_i$  comprende una masa  $M_i$  ( $M1$ ,  $M2$ ,  $M3$ ,  $M4$ ).

10 Los árboles de rotación  $26_i$  están equipados cada uno con una rueda libre  $28_i$  que transmite un par en un sentido y que gira libremente en el otro. Esta rueda libre está unida a un árbol de acoplamiento  $29_i$  que atraviesa el disco 21 y que recibe un reductor  $30_i$  (ninguno mostrado en la figura 4A).

15 De manera similar, el segundo disco 22 comprende un centro  $O2$  y puede girar alrededor de un eje de rotación central  $CC'$  que se extiende a lo largo del árbol de rotación 24. El eje  $CC'$  es entonces perpendicular al disco 22 y pasa por el centro del disco  $O2$ . El segundo disco 22 está montado sobre el elemento de soporte 25. Además, el segundo disco 22 comprende cuatro puntos de fijación  $Q_i$  (en este caso,  $Q1$ ,  $Q2$ ,  $Q3$ ,  $Q4$ ) que serán explicados más adelante.

20 Como se puede observar en la figura 4A, los discos 21, 22 están desplazados axialmente uno del otro con el fin de que sus ejes de rotación centrales  $AA'$ ,  $CC'$  no coincidan. Este desplazamiento puede ser horizontal, vertical, diagonal, etc. Sin embargo, la configuración en la que los discos 21, 22 están desplazados verticalmente uno con respecto al otro permite soportar mejor el peso del dispositivo, como se describe más adelante.

25 Como se explicará a continuación, la rotación de los soportes de masa  $27_i$  alrededor de los árboles de rotación  $26_i$  crea un par que es transmitido al reductor  $30_i$  correspondiente a través de la rueda libre  $28_i$  y del árbol de acoplamiento  $29_i$ . El reductor  $30_i$  transfiere a continuación la rotación al primer disco 21. El segundo disco 22 está unido al primer disco 21 y gira con el primer disco 21.

30 La figura 4B es una vista posterior del primer disco 21. Los reductores  $30_i$  (en este caso, 301, 302, 303, 304) están montados sobre los árboles de acoplamiento  $29_i$  correspondientes. Aunque cada reductor  $30_i$  comprende los mismos elementos, se muestra cada reductor de manera diferente en la figura 4B con el fin de poder distinguir mejor sus diferentes características, inmateriales y materiales según diferentes planos. Los reductores  $30_i$  son unos trenes de engranajes coaxiales montados en un plano vertical, es decir en el que los ejes de rotación de las piezas de entrada y de salida de rotación son coaxiales.

35 Se observará que en otros modos de realización (como se explicará más adelante en relación con la figura 13), los reductores pueden estar constituidos por trenes de engranajes que no son coaxiales, sino que están desplazados verticalmente.

40 Como se muestra en relación con el reductor 301, el reductor comprende una corona periférica con engranaje interno o "corona periférica" 31, cuatro engranajes satélites  $32-j$ , siendo  $j$  el índice del engranaje satélite, en este caso 1 a 4 ( $32-1$ ,  $32-2$ ,  $32-3$ ,  $32-4$ ) y un engranaje de salida 33 situados alrededor del árbol de acoplamiento  $29_i$ . La corona periférica 31 está unida al árbol de acoplamiento  $29_i$  por un anillo de centrado (no mostrado en el reductor 301) y constituye la entrada del reductor. El engranaje de salida 33 se sitúa alrededor del árbol de acoplamiento  $29_i$  y constituye la salida del reductor. Por último, los satélites  $32-1$ ,  $32-2$  están dispuestos entre la corona periférica 31 y el engranaje de salida 33 por un lado, y los satélites  $32-3$ ,  $32-4$  están dispuestos entre la corona periférica 31 y el engranaje de salida 33 por el otro lado. Estos engranajes satélites  $32-j$  transfieren el movimiento de la corona 31 al engranaje de salida 33. La corona periférica 31, los satélites  $32-j$  y el engranaje de salida 33 están situados esencialmente en un mismo plano vertical. La utilización de cuatro engranajes satélites  $32-j$  permite que la corona periférica 31 y el engranaje de salida 33 giren en el mismo sentido, con el fin de que el árbol de rotación periférico  $26_i$  y el primer disco 21 giren en el mismo sentido.

50 Como se muestra en relación con el reductor 302, el reductor comprende además un portasatélites 34 en el que están fijados los satélites  $32-j$  por unas varillas de mantenimiento  $35-j$  que atraviesan respectivamente los centros de los satélites  $32-j$ . Una pieza de enclavamiento  $36_i$ , de la cual en la figura 4B solo es visible una primera parte  $36_i-1$  que se extiende verticalmente por encima del reductor 302, está unida al portasatélites 34 por la varilla  $35-1$  que fija el eje de rotación del satélite  $32-1$  sobre el portasatélites 34. El portasatélites 34 y la primera parte  $36_i-1$  de la pieza de enclavamiento  $36_i$  están respectivamente en unos planos situados delante y detrás del plano vertical que comprende la corona 31, los satélites  $32-1$ ,  $32-2$ ,  $32-3$ ,  $32-4$  y el engranaje de salida 33.

60 La pieza de enclavamiento  $36_i$  comprende asimismo una segunda parte horizontal  $36_i-2$ , mostrada más particularmente en las figuras 4C y 4D, un extremo de la cual está fijado al extremo superior de la primera parte  $36_i-1$  y el otro extremo de la cual está fijado al segundo disco 22. La pieza de enclavamiento  $36_i$  permite por lo tanto enclavar la posición del portasatélites 34 con respecto al segundo disco 22 y por consiguiente, fijar la posición de los satélites.

65 Como se muestra en relación con el reductor 303, el reductor comprende además una pieza de entrada de rotación o "pieza de fijación" 37 que une el árbol de acoplamiento  $29_i$  a la corona periférica 31. La pieza de

fijación 37 comprende una primera parte 37-1 o "anillo de centrado" que está fijado y centrado sobre el árbol de acoplamiento y una segunda parte 37-2 que es una parte cilíndrica que lleva la corona periférica 31 y a la que está fijada por tornillos 38.

5 Por último, como se muestra en relación con el reductor 304, cada satélite 32-j (32-1, 32-2, 32-3, 32-4) puede girar alrededor de su propio eje de rotación satélite DjDj' siguiendo al mismo tiempo la rotación del primer disco 21 alrededor de su eje AA'. En contrapartida, la corona periférica 31 y el engranaje de salida 33 pueden girar alrededor del eje BiBi' siguiendo al mismo tiempo la rotación del primer disco 21 alrededor de su eje AA'. Por el contrario, los satélites 32-j (32-1, 32-2, 32-3, 32-4) no pueden girar alrededor del eje BiBi' ya que están  
10 bloqueados en una posición predeterminada, en este caso vertical, por el portasatélites 34 y la pieza de enclavamiento 36i.

La figura 4C representa una vista frontal del segundo disco 22 que comprende el centro O2, el árbol de rotación 24 y el eje de rotación CC'. Además, el segundo disco 22 comprende los cuatro puntos de fijación Qi (en este caso, Q1, Q2, Q3, Q4), las segundas partes de las piezas de enclavamiento horizontales 36i-2 (en este caso, 361-2, 362-2, 363-2, 364-2) y una pieza de conexión 39. Los puntos de fijación Qi corresponden esencialmente a los puntos de fijación Pi del primer disco, siendo los mismos las distancias d1 con respecto al centro del disco y los ángulos a1 formados entre dos puntos de fijación consecutivos y el centro del disco.

20 Las segundas partes 36i-2 de las piezas de enclavamiento 36i se extienden perpendicularmente al plano de la figura y están fijadas por uno de sus extremos a los puntos de fijación Qi y por el otro extremo a los extremos superiores de las primeras partes 36i-1 de las piezas de enclavamiento de los engranajes satélites, como se muestra en la figura 4D. La pieza de enclavamiento 36i permite inmovilizar los satélites 32-1, 32-2, 32-3, 32-4 de cada reductor dispuesto sobre el primer disco 21 ya que el segundo disco 22 gira con la misma velocidad que el  
25 primer disco.

Por último, la pieza de conexión 39 une el árbol de rotación 23 del primer disco al árbol de rotación 24 del segundo disco. La pieza de conexión 39 tiene principalmente una función de soporte del árbol de rotación del primer disco.

30 La figura 4D representa una vista lateral del dispositivo 20 de la figura 4A y muestra los discos 21, 22, los árboles de rotación centrales 23, 24, el elemento de soporte 25, los árboles de rotación periféricos 262, 264, las ruedas libres 282, 284, los árboles de acoplamiento 292, 294, los reductores 302, 304, las piezas de enclavamiento 362, 364, la pieza de conexión 39 y por último los ejes de rotación AA', B2B2', B4B4', CC".

35 Como se puede observar, el elemento de soporte 25 está acoplado al árbol de rotación 24 del segundo disco 22 para mantenerlo en una posición vertical, permitiendo al mismo tiempo que el segundo disco 22 gire alrededor de su eje CC'. Como los discos 21, 22 están unidos por la pieza de conexión 39, y en menor medida por las piezas de enclavamiento 36i (362, 364), el primer disco 21 está soportado así de una manera indirecta por el elemento de  
40 soporte 25.

La figura 5 representa una vista en sección detallada de un reductor 40i según un modo de realización. Más particularmente, la figura 5 representa el primer disco 21, un árbol de rotación periférico 26i, una rueda libre 28i, un árbol de acoplamiento 29i y el reductor 40i. Como recordatorio, el eje de rotación periférico 26i es accionado en rotación por un soporte de masa 27i (no mostrado en la figura 5).

El reductor 40i comprende una pieza de entrada de rotación 41, una corona periférica con engranaje interno primario 42, dos engranajes satélites primarios 43-1, 43-2, un primer portasatélites 44, un engranaje de salida 45, una pieza intermedia de transición 46, una corona periférica con engranaje interno secundario 47, dos engranajes satélites secundarios 48-1, 48-2, un segundo portasatélites 49, un engranaje de salida 50 y una pieza de salida de rotación 51. El reductor 40i comprende así dos niveles de reducción, comprendiendo el primer nivel los elementos 42 a 45, comprendiendo el segundo nivel los elementos 47 a 50, formando la pieza intermedia 46 a la vez la pieza de salida de rotación del primer nivel y la pieza de entrada de rotación del segundo nivel de reducción.

55 La pieza de entrada 41 comprende una primera parte 41-1 o "anillo de centrado" que está fijado y centrado sobre el árbol de acoplamiento 29i y una segunda parte 41-2 que es una pieza cilíndrica que lleva la corona periférica 42 y a la que está fijada por unos tornillos 52. La pieza de entrada 41 transmite así el movimiento rotativo del árbol de acoplamiento 29i a la corona periférica primaria 42.

60 La corona periférica primaria 42 está en contacto con los extremos exteriores de los engranajes satélites primarios 43-1, 43-2 que son aptos para girar alrededor de sus ejes de rotación D1D1' y D2D2' respectivos. Además, los satélites 43-1, 43-2 están fijados en sus centros, por ejemplo por medio de varillas de mantenimiento 53-1, 53-2, respectivamente, al primer portasatélites 44. Se observa en este caso que el portasatélites 44 está montado de manera que pueda facilitar la rotación del árbol de acoplamiento con respecto  
65 al portasatélites y puede comprender un rodamiento de bolas.

Además, se observa que en lugar de cuatro satélites 32-j como se muestra en relación con la figura 4B, cada nivel comprende únicamente dos satélites 43-1, 43-2, 48-1, 48-2. En este caso, la corona periférica 42 y el engranaje de salida 45 giran en unos sentidos opuestos, pero el segundo nivel de reducción permite obtener una rotación del primer disco 21 en el mismo sentido que el árbol de rotación periférico 26i. Los engranajes satélites primarios 43-1, 43-2 están en contacto, en sus extremos interiores, con el engranaje de salida 45 que tiene un extremo interior apto para girar alrededor del árbol de acoplamiento 29i. La pieza intermedia 46 comprende un extremo interior acoplado al engranaje de salida 45 por unos tornillos 54 y un extremo exterior acoplado a la corona periférica secundaria 47 por unos tornillos 55. La pieza intermedia 46 asegura así la unión entre los dos niveles de reducción del reductor 40i.

Asimismo, la corona periférica secundaria 47 está en contacto con los extremos exteriores de los engranajes satélites secundarios 48-1, 48-2 que son aptos para girar alrededor de sus ejes de rotación D1D1' y D2D2' respectivos. Además, los satélites 48-1, 48-2 están fijados en sus centros, por ejemplo por medio de varillas de mantenimiento 56-1, 56-2, respectivamente, al segundo portasatélites 49. Asimismo, el portasatélites 49 está montado de manera que facilite la rotación del árbol de acoplamiento con respecto al portasatélites y puede comprender un rodamiento de bolas.

Los engranajes satélites secundarios 48-1, 48-2 están en contacto, en sus extremos interiores, con el engranaje de salida 50 que es apto para girar alrededor del árbol de acoplamiento 29i y acoplado a la pieza de salida 52 mediante unos tornillos 57. La pieza de salida 51 está acoplada al primer disco 21 mediante una pluralidad de bulones 58 y comprende un rodamiento de bolas para facilitar la rotación del primer disco alrededor del árbol de acoplamiento 29i. El primer disco 21 es accionado así en rotación por el reductor 40i y el árbol de rotación periférico 26i, siendo este accionado en rotación por unos soportes de masa.

De manera similar a lo que se ha explicado en relación con las figuras 4B a 4D, una pieza de enclavamiento 59i une los portasatélites 44, 49 del reductor 40i al segundo disco 22 con el fin de impedir la rotación de los portasatélites 44, 49 y de bloquear la posición de los satélites 43-1, 43-2 y 48-1, 48-2 sin obstaculizar su rotación alrededor de los ejes D1D1', D2D2'. La pieza de enclavamiento 59i comprende entonces una primera parte vertical 59i-1 unida al portasatélites 44, una parte horizontal 59i-2 unida al segundo disco 22, y una segunda parte vertical 59i-3 unida al portasatélites 49, estando los extremos superiores de las partes 59i-1, 59i-3 unidas a la parte horizontal 59i-2.

La figura 6 representa una vista en perspectiva de un dispositivo rotativo 60 según otro modo de realización de la invención. El dispositivo rotativo 60 comprende, además de un primer disco 61 y un segundo disco 62, un tercer disco (o disco de soporte) 63 dispuesto frente al primer disco 61 y que tiene el mismo eje de rotación central AA'.

Los discos 61, 62 son esencialmente los mismos que los discos 21, 22 descritos en relación con las figuras 4A a 4D y no se describirán de nuevo. El conjunto está montado sobre un elemento de soporte 64 que mantiene el segundo disco 62, como se describe en relación con la figura 4D, y el tercer disco 63.

Una pluralidad I de árboles de rotación periféricos 65i se extienden entre los discos 61, 63 y están montados sobre unos puntos de fijación Pi. Una misma pluralidad I de soportes de masa 66i (de los cuales solamente se muestra uno en la figura 6 por razones de claridad) están montados sobre los árboles de rotación 65i que se extienden según unos ejes de rotación periféricos BiBi'.

Se observa en este caso que un árbol de rotación central podría extenderse entre los centros de los discos 61, 63, por ejemplo, para soportar mejor o para ayudar a la rotación de los discos, pero, en este caso, las dimensiones de los soportes de masa deberían estar restringidas con el fin de no chocar con el árbol de rotación central en su propia rotación.

La figura 7 representa una vista en perspectiva de un soporte de masa 66i según un modo de realización. En este modo de realización, el soporte de masa tiene la forma de un plato triangular.

Un extremo del árbol de rotación 66i comprende una rueda libre 67i, configurada para enfrentarse al primer disco 61, mientras que el otro extremo del árbol de rotación es un cojinete sencillo 68i, configurado para enfrentarse al tercer disco 63. Por consiguiente, el tercer disco 63 sirve esencialmente para soportar el peso de los soportes de masa que puede ser de varios cientos de quilos o más, según la aplicación considerada.

El soporte de masa 66i comprende cinco caras 69A a 69E. Las caras 69A, 69B son unas placas en forma de triángulo en ángulo recto dispuestas en cada extremo del soporte de masa y enfrentadas a los discos 61, 63 respectivamente. Las caras 69A, 69B comprenden unos orificios 70 por los cuales puede pasar el árbol de rotación 65i. La cara 69C es una placa que se extiende horizontalmente, dispuesta hacia abajo, y une los lados horizontales inferiores de las caras 69A, 69B. La cara 69D es una placa que se extiende verticalmente, dispuesta lateralmente, y une los lados verticales de las caras 69A, 69B. La cara 69D forma un ángulo  $\alpha$  de aproximadamente 90 grados con la cara 69C. Por último, la cara 69E está abierta y forma la hipotenusa de la forma triangular. El espacio interior formado por las caras 69A a 69E está vacío para permitir la instalación y el desplazamiento de las masas.

5 Las caras 69A, 69B comprenden, en su lado superior, unos raíles 71, 72 dispuestos a lo largo de la hipotenusa de los triángulos de ángulo esencialmente recto  $\alpha_2$  (90 grados). Una barra de masa 73 que comprende unas ruedas 74 está soportada por los raíles 71, 72 y puede desplazarse en un movimiento de vaivén en la dirección  $d_2$ . Una masa  $M_i$ , representada esquemáticamente por una flecha, puede estar constituida por una masa enganchada a la barra 73 o estar constituida simplemente por la propia masa de la barra.

10 Se puede apreciar que tras algunas rotaciones del dispositivo, los soportes de masa se encontrarán en unas posiciones verticales, como se muestra en las figuras 2D y 3B. El dispositivo se detendrá, ya que no habrá ningún par más provocado alrededor de los ejes de rotación periféricos BiBi'. Con el fin de continuar haciendo que gire el dispositivo, sería preciso utilizar un medio que permita "reinicializar" el sistema recreando un par alrededor de uno o varios ejes de rotación periféricos, por ejemplo cambiando la inclinación del soporte de masa con el fin de recrear energía potencial gravitacional y de aumentar el número de vueltas que pueden ser efectuadas por el dispositivo.

15 La figura 10 representa una vista en perspectiva de un dispositivo rotativo 90 según otro modo de realización que permite la reinicialización del par del soporte de masa. El dispositivo comprende los discos 61, 62, 63, descritos en relación con la figura 6, unos soportes de masa 91i (de los cuales solo uno se muestra en la figura 10 por razones de claridad) y dos levas "exteriores" 92, 93.

20 Las levas 92, 93 están unidas entre ellas por un árbol de rotación 94, que es rotativo alrededor de un eje de rotación EE'. Un motor 95 está unido al árbol de rotación 94 para hacerlo girar, y por consiguiente las levas 92, 93.

25 El soporte de masa 91i comprende unas varillas 96 y unos rodillos 97 dispuestos sobre los extremos exteriores del soporte con el fin de entrar en contacto con las levas 92, 93. La rotación de las levas alrededor del eje EE' permite facilitar la reinicialización del ángulo de inclinación del soporte de masa 91i. Los rodillos 97 no se deslizan a lo largo de la periferia de las levas 92, 93. Por el contrario, la posición del rodillo 97 es fija con respecto a la periferia del disco. El motor 95 acciona en rotación el árbol de rotación 94 y las levas 92, 93 en un sentido (en este caso, en sentido contrario a las agujas del reloj). La rotación de las levas exteriores anula la masa gravitacional del soporte y el par del soporte alrededor de su eje periférico, modifica la trayectoria de los rodillos y reinicializa el ángulo de inclinación del soporte.

35 La figura 11 representa un dispositivo de rotación 100 según otro modo de realización que permite la reinicialización del par de un soporte de masa. El dispositivo comprende un primer disco 101, una pluralidad I de soportes de masas 102i y una misma pluralidad I de dispositivos motorizados 103i dispuestos en el primer disco 101. Cada dispositivo motorizado 103i está unido al extremo exterior de un soporte de masa correspondiente por un cable 104i.

40 En esta figura, están representados el mismo soporte de masa 102i y el mismo dispositivo motorizado 103i para cuatro posiciones P21, P22, P23 y P24 diferentes cuando tiene lugar la rotación del primer disco alrededor del eje de rotación AA'. En esta figura, la posición P21 es directamente vertical por debajo del centro O1 del primer disco, con un ángulo de 0 grados con la vertical, P22 es directamente horizontal a la izquierda del centro O1, con un ángulo de 90 grados con la vertical, P23 es directamente vertical por encima del centro O1, con un ángulo de 180 grados con la vertical, y P24 es directamente horizontal a la derecha del centro O1, con un ángulo de 270 grados con la vertical.

45 Entre la posición P24 (la posición de inclinación mínima del plato) y la posición P21 (la posición de reinicialización de la inclinación del plato), se activa el dispositivo motorizado 103i y ejerce una tracción sobre el cable 104i que permite modificar el ángulo de inclinación del soporte de masa 102i. En contrapartida, entre las posiciones P21 y P24, el cable 104i permanece tensado pero no obstaculiza la rotación del soporte de masa.

50 Con el fin de permitir que el cable 104i permanezca tensado permitiendo al mismo tiempo que el soporte de masa 102i gire en un sentido (en este caso, el sentido de las agujas del reloj) y ejerza un par, el dispositivo 103i comprende además una polea sobre la cual se desliza el cable 104i, un resorte de retroceso y una rueda libre (no mostrados en la figura 11).

55 En un modo de realización, el motor 103i es activado por la detección del paso por la posición P24 del primer disco con la ayuda de sensores ópticos o electromagnéticos conocidos por el experto en la materia. De manera similar, el motor 103i es detenido por la detección del paso por la posición P21 del primer disco.

60 La figura 12 representa una vista en perspectiva de un soporte de masa 110i según otro modo de realización, en el que el propio soporte comprende unos medios para modificar el centro de gravedad de su masa M. El soporte de masa 110i es similar al soporte de masa descrito anteriormente con referencia a la figura 7. El soporte de masa 110i comprende unos raíles 111, 112 y una pluralidad de "cuñas electromagnéticas" 113 dispuestas según la dirección  $d_2$  sobre cada raíl. Las cuñas 113 son mandadas a distancia y se elevan y descienden en función de una corriente eléctrica de mando.

65

Una barra portamasas 114 que comprende unas ruedas 115 en sus extremos puede deslizarse sobre los raíles 111, 112 gracias a las ruedas 115. La posición de la barra portamasas sobre los raíles puede ser bloqueada por dos cuñas electromagnéticas elevadas a uno y otro lado de las dos ruedas 115, o por un solo lado, dejando la barra móvil libremente entre un extremo del raíl y la cuña.

5

Cuando todas las cuñas han descendido, la barra portamasas 114 puede desplazarse a lo largo de los raíles 111, 112 debido a la inclinación del soporte de masa 110i. La posición de la barra portamasas es bloqueada de nuevo cuando otras cuñas son elevadas de nuevo.

10

Como el ángulo de inclinación del soporte puede cambiar, la barra portamasas en libre movimiento puede alejarse del eje de rotación del plato o, por el contrario, acercarse al mismo. Cuando se acerca, el par disminuye, cuando se aleja, el par aumenta. Cuando la barra portamasas está posicionada verticalmente con respecto al eje de rotación del soporte de masa, el par es nulo, sin considerar la masa del propio soporte.

15

Por lo tanto, es posible mandar el valor del par aplicado al disco liberando o bloqueando la barra portamasas para una inclinación predeterminada del soporte de masa. Por lo tanto, la fuerza motriz del sistema puede ser mandada y ajustada a distancia con la ayuda de la fuerza gravitacional.

20

Además, la inclinación de los soportes de masa se puede elegir para que sea relativamente pequeña, como se ha descrito anteriormente en relación con el ejemplo de la figura 7, con el fin de facilitar el ajuste de la posición de la barra portamasas a lo largo del raíl.

25

La figura 13 representa una vista en sección detallada de un reductor 120i según un modo de realización. Más particularmente, la figura 13 representa un primer disco 118, un árbol de acoplamiento 119 y el reductor 120i. Como recordatorio, el eje de acoplamiento 119 es accionado en rotación por un soporte de masa montado en un árbol de rotación periférico unido al árbol de acoplamiento por una rueda libre (ninguno mostrado en la figura 13).

30

El reductor 120i comprende una pieza de entrada de rotación 121 o "anillo de centrado" que está fijada y centrada sobre el árbol de acoplamiento 119, un primer engranaje 122, un segundo engranaje 123, un árbol de acoplamiento adicional 124, un tercer engranaje 125, un cuarto engranaje 126 y una pieza de salida de rotación 127. El cuarto engranaje 126 está unido a la pieza de salida 127 por unos tornillos 128, y la pieza de salida 127 está acoplada al primer disco 118 por una pluralidad de bulones 129 y comprende un rodamiento de bolas para facilitar la rotación del primer disco alrededor del árbol de acoplamiento 119.

35

Los engranajes 122, 126 son rotativos alrededor del eje BiBi'. Los engranajes 123, 125 son rotativos alrededor del eje DjDj' y están acoplados en sus centros por el árbol de acoplamiento adicional 124. El primer engranaje 122 y el segundo engranaje 123 están unidos por sus exteriores, y el tercer engranaje 125 y el cuarto engranaje 126 están unidos asimismo por sus exteriores. Por consiguiente, el engranaje 120i no comprende ninguna corona periférica, ni engranajes satélites con respecto al mostrado en relación con la figura 5.

40

Por consiguiente, la rotación del árbol de acoplamiento 119 es transmitida consecutivamente a la pieza de entrada de rotación 121, al primer engranaje 122, al segundo engranaje 123, al árbol de acoplamiento adicional 124, al tercer engranaje 125, al cuarto engranaje 126, a la pieza de salida 127, y al disco 118.

45

El engranaje 120i comprende además una pieza de bloqueo 130 y una pieza de enclavamiento 131 que está unida a la pieza de bloqueo 130 por un tornillo 132. El árbol de acoplamiento adicional 124 atraviesa la pieza de bloqueo 130 y puede girar alrededor del eje DjDj' pero no puede girar alrededor del eje BiBi' a causa de la pieza de enclavamiento 131, que está unida a un segundo disco, como se ha descrito en relación con las figuras 4B a 4D, por ejemplo. El árbol de acoplamiento 119 atraviesa también la pieza de bloqueo 130 y puede girar alrededor del eje BiBi.

50

Unos modos de realización de la invención se refieren asimismo a un procedimiento de montaje de un dispositivo de rotación gravitacional como se ha descrito anteriormente.

55

El procedimiento de montaje comprende las etapas siguientes:

- una etapa S1 de montaje de un primer disco, por ejemplo en un soporte;
- una etapa S2 de montaje de por lo menos un árbol de rotación periférico sobre el primer disco, estando el árbol de rotación periférico dispuesto a distancia de un eje central (AA') del primer disco, apto para girar alrededor de un eje de rotación periférico (BiBi'), paralelo al eje central y acoplado al primer disco;
- una etapa S3 de montaje de un engranaje reductor 30i, 40i; 120i entre el árbol de rotación periférico y el primer disco;

65

- una etapa S4 de montaje de los medios de enclavamiento para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor en una posición fija con el fin de impedir que gire alrededor del eje de rotación periférico;
- una etapa S5 de montaje de una rueda libre sobre el árbol de rotación periférico;
- una etapa S6 de montaje de por lo menos un soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico; y
- una etapa S7 de montaje de los medios para modificar el ángulo de inclinación del soporte de masa sobre el árbol de rotación periférico.

Se entenderá que estas etapas se pueden cumplir en un orden diferente. Por ejemplo, un soporte de masa puede ser montado sobre un árbol de rotación antes del montaje del árbol sobre el primer disco, el engranaje reductor puede ser montado sobre el árbol de rotación después del montaje de la rueda libre, etc.

Además, el procedimiento de montaje puede comprender unas etapas de montaje de un segundo disco sobre el soporte, la conexión de los medios para fijar las partes del engranaje reductor al segundo disco, el montaje de un tercer disco frente al primero, etc.

El experto en la materia comprenderá que los modos de realización descritos anteriormente son susceptibles de modificaciones, en particular como sigue.

Se observa en este caso que un sistema de recuperación de la energía producida por la rotación del dispositivo rotativo puede ser acoplado al dispositivo rotativo, por ejemplo a nivel de los árboles de rotación centrales.

En un modo de realización, el dispositivo comprende un motor acoplado a cada árbol de rotación periférico, por ejemplo por el lado externo del tercer disco, y apto para hacer que el árbol gire en el sentido opuesto a la rotación del primer disco (en este caso, en sentido contrario a las agujas del reloj). El motor puede estar equipado con medios de control que permiten activar el motor en el momento apropiado. Estos medios de control pueden ser por ejemplo un sensor que detecta la posición angular del árbol de rotación con respecto al centro de los discos o un temporizador regulado con el tiempo de rotación del disco.

En un modo de realización, el dispositivo comprende varios medios para modificar el ángulo de inclinación, por ejemplo unas levas interiores y exteriores a la vez, una leva interior y un motor acoplado al árbol de rotación, etc.

Aunque anteriormente se ha descrito el dispositivo rotativo con una pluralidad de soportes de masa, el experto en la materia comprenderá que es suficiente un solo soporte de masa para hacer que gire el dispositivo, por lo menos parcialmente, como se ha visto en relación con las figuras 3A, 3B. En este caso, una pluralidad de medios que permiten cambiar la inclinación del soporte puede estar dispuesta alrededor del dispositivo con el fin de interactuar regularmente con el único soporte de masa.

Además, se observará que no es necesario que los árboles de rotación del primer disco y del segundo disco estén unidos. Las piezas de enclavamiento pueden ser suficientes efectivamente para soportar el primer disco y hacer que el segundo disco gire según el peso y las dimensiones de los discos.

Además, se observará que en lugar de piezas de enclavamiento unidas al segundo disco, las piezas de enclavamiento pueden estar unidas a unos puntos fijos del primer disco, a una corona que rodea el reductor y gira en el sentido opuesto, a una ranura realizada en un soporte, etc. En este caso, el segundo disco no es esencial.

Además, se observará que el segundo disco puede tener su eje de rotación central coaxial con el eje de rotación central del primer disco.

Los soportes de masa pueden, evidentemente, tener unas formas diversas, por ejemplo estar realizados de una sola pieza, extenderse sobre dos dimensiones solamente, comprender unos tubos interconectados en lugar de placas, etc.

Además, la cantidad de engranajes satélites puede variar, según la relación de engranaje, la cantidad de niveles de reducción, etc. Asimismo, el número de niveles de reducción puede variar.

En lugar de cuñas electromagnéticas, como se muestra en la figura 12, se podría imaginar una especie de "correa deslizante" sobre la cual está fijada una masa, y un motor que desplaza esta correa.

En un modo de realización, las piezas de entrada y/o de salida de rotación son unos engranajes unidos directamente a los árboles de rotación y/o a los discos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de rotación gravitacional (20; 60; 80; 90; 100) que comprende:

- 5 - un primer disco (21; 61; 81; 101; 118) que comprende:
- un eje central (AA') alrededor del cual el disco es apto para girar; y
  - por lo menos un eje de rotación periférico (BiBi') dispuesto a distancia y paralelo al eje central (AA');
- 10 - por lo menos un árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) dispuesto a distancia del eje central (AA') del primer disco (21; 61; 81; 101), apto para girar alrededor del eje de rotación periférico (BiBi'), paralelo al eje central (AA') y acoplado al primer disco (21; 61; 81; 101; 118); y
- 15 - por lo menos un soporte de masa (27i; 66i; 86i; 91i; 102i; 110i) montado sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i);

caracterizado por que el soporte de masa comprende una masa (Mi) apta para ser alejada del árbol de rotación con el fin de producir un par que hace que gire el árbol de rotación y, por consiguiente, el primer disco, y por que el dispositivo comprende además:

- 20 - un engranaje reductor (30i, 301, 302, 303, 304; 40i; 120i) desde el primer disco al soporte de masa, dispuesto entre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) y el primer disco (21; 61; 81; 101; 118) y que comprende una pieza de entrada de rotación (37; 41; 121) unida al árbol de rotación periférico y una pieza de salida de rotación (33; 51; 127) unida al primer disco y coaxiales entre ellas, permitiendo el engranaje reductor que la rotación del árbol de rotación periférico sea transmitida al primer disco;
- 25 - unos medios (34, 35i, 35i-1, 35i-2, 36i; 44, 49, 531, 532, 561, 562, 59i, 59i-1, 59i-2, 59i-3; 130, 131, 132) para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor en una posición fija con el fin de impedir que gire alrededor del eje de rotación periférico;
- 30 - una rueda libre (28i; 67i) dispuesta sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i, 85i); y
- 35 - unos medios (82, 84, 87, 88; 92, 93, 94, 95, 96, 97; 103i, 104i; 111, 112, 113, 114, 115) para modificar el ángulo de inclinación (a11, a12, a13, a14) de un soporte de masa (86i; 91i; 102i; 110i) sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) con respecto a la horizontal que pasa por el eje de rotación periférico (BiBi') del árbol.

2. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según la reivindicación 1, en el que:

- 40 el engranaje reductor comprende además:
- una corona periférica (31; 42, 47) unida a la pieza de entrada de rotación (41);
  - un engranaje de salida (33; 45, 50) unido a la pieza de salida de rotación; y
  - por lo menos un engranaje satélite (32-j, 32-1, 32-2, 32-3, 32-4; 43-1, 43-2, 48-1, 48-2) dispuesto entre la corona periférica (31; 42, 47) y el engranaje de salida (33; 45, 50); y
- 50 los medios para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor comprenden además unos portasatélites (34; 43, 49) fijados a los engranajes satélites y unas piezas de enclavamiento (36; 59i) fijadas a los portasatélites.

3. Dispositivo (20; 60; 80; 90; 100) según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un segundo disco (22; 62) apto para girar alrededor de un eje central (CC') y acoplado al primer disco (21; 61; 81; 101; 118) con el fin de que una rotación del primer disco (21; 61; 81; 101; 118) accione el segundo disco (22; 62) en rotación,

estando acoplados al segundo disco (22; 62) los medios (34, 35i, 35i-1, 35i-2, 36i; 44, 49, 531, 532, 561, 562, 59i, 59i-1, 59i-2, 59i-3; 130, 131, 132) para fijar la parte del engranaje reductor.

4. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según la reivindicación 3, en el que el eje central (CC') del segundo disco (22; 62) está descentrado con respecto al eje central (AA') del primer disco (21; 61; 81; 101; 118).

5. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:

- 5
- por lo menos dos árboles de rotación periféricos (26i; 65i; 85i), estando cada uno dispuesto a una distancia (d1) sustancialmente igual del eje central (AA') del primer disco y presentando un eje de rotación periférico (BiBi', B1B1') paralelo al eje central (AA'), acoplado al primer disco (21; 61; 81; 101), y equidistante angularmente (a1) con respecto al centro (O1) del primer disco (21; 61; 81; 101); y
- 10
- por lo menos dos soportes de masa (27i; 66i; 86i; 91i; 102i; 110i), montado cada uno sobre un árbol de rotación periférico (26i; 65i, 85i) y que presentan una masa (Mi) apta para ser alejada del árbol de rotación periférico con el fin de producir un par que hace que gire el árbol de rotación periférico, y por consiguiente el primer disco (21; 61; 81; 101).
- 15
6. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según una de las reivindicaciones 3 a 5, en el que:
- el primer disco (21; 61; 81; 101; 118) comprende un árbol de rotación central (23); y
  - el segundo disco (22; 62) comprende un árbol de rotación central (24);
- estando unidos los ejes de rotación centrales (23; 24) por una pieza de conexión (39).
- 20
7. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según la reivindicación 6, que comprende además un elemento de soporte (25; 64) unido al árbol de rotación central (24) del segundo disco (22; 62) permitiendo al mismo tiempo que giren el primer disco (21; 61; 81; 101) y el segundo disco (22; 62).
- 25
8. Dispositivo (60; 80; 90, 100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además un tercer disco (63) dispuesto frente al primer disco (61; 81; 101), apto para girar alrededor del eje central (AA') del primer disco (61; 81; 101) y que soporta un extremo del o de los árboles de rotación periféricos (65i; 85i).
- 30
9. Dispositivo (90) según la reivindicación 1, en el que los medios para modificar el ángulo comprenden:
- por lo menos una leva exterior (92, 93) dispuesta frente al extremo exterior de un soporte de masa (91i) y que comprende una superficie de guiado; y
  - un rodillo de rodamiento (97) dispuesto sobre una superficie exterior de un soporte de masa (91i) y apto para entrar en contacto con la superficie de guiado de la leva (92, 93) durante la rotación del primer disco (61), con el fin de guiar la rotación del soporte de masa en el sentido opuesto a la rotación del primer disco (61), gracias a la rueda libre (67i) y de cambiar el ángulo de inclinación del soporte de masa.
- 35
10. Dispositivo (90) según la reivindicación 9, que comprende además un motor (95) unido a la leva exterior (92, 93) y apto para accionar en rotación (94) la leva alrededor de un eje de rotación (EE') de la leva en el mismo sentido de rotación que el primer disco (61).
- 40
11. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el soporte de masa (66i; 86i; 91i; 102i; 110i) comprende dos placas de forma triangular (69A, 69B), dispuestas a distancia una de la otra y en unos planos paralelos, unidas una a la otra por unos elementos de soporte longitudinales (69C, 69D), comprendiendo los lados superiores de las placas unos raíles (71, 72; 111, 112); y
- 45
- en el que una barra portamasas (73; 114) está soportada en sus dos extremos por los raíles y es apta para desplazarse en una dirección (d2) a lo largo de los lados superiores de las placas.
- 50
12. Dispositivo (20; 60; 80; 90, 100) según la reivindicación 11, en el que los raíles (111, 112) del soporte de masa (110i) comprenden cada uno una pluralidad de cuñas electromagnéticas (113) aptas para elevarse con el fin de bloquear el desplazamiento de la barra portamasas (114) y para descender con el fin de permitir el desplazamiento de la barra portamasas (114) a lo largo de los lados superiores de las placas.
- 55
13. Procedimiento de rotación de un dispositivo de rotación gravitacional según la reivindicación 1, que comprende las etapas siguientes:
- alejar la masa (Mi) de un soporte de masa (27i; 66i; 86i; 91i; 102i; 110i) con respecto al árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) con el fin de producir un par que hace que pivote el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i), y por consiguiente el primer disco (21; 61; 81; 101); y
  - modificar (82, 84, 87, 88; 92, 93, 94, 95, 96, 97; 103i, 104i; 111, 112, 113, 114, 115) el ángulo de inclinación (a11, a12, a13, a14) de un soporte de masa (86i; 91i; 102i; 110i) sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) con respecto a la horizontal que pasa por el eje de rotación periférico (BiBi') del árbol.
- 60
- 65

14. Procedimiento de montaje de un dispositivo de rotación gravitacional (20; 60; 80; 90; 100) según la reivindicación 1, que comprende las etapas siguientes:

- 5
- montar (S1) un primer disco (21; 61; 81; 101) que comprende:
    - un eje central (AA') alrededor del cual el disco es apto para girar; y
    - por lo menos un eje de rotación periférico (BiBi') dispuesto a distancia y paralelo al eje central (AA');

10

  - montar (S2) por lo menos un árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) desde el primer disco al soporte de masa, dispuesto a distancia del eje central (AA') del primer disco (21; 61; 81; 101), apto para girar alrededor del eje de rotación periférico (BiBi'), paralelo al eje central (AA'), y acoplado al primer disco (21; 61; 81; 101);

15

  - montar (S3) un engranaje reductor (30i, 301, 302, 303, 304; 40i; 120i) entre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) y el primer disco (21; 61; 81; 101; 118), comprendiendo el engranaje reductor una pieza de entrada de rotación (37; 41; 121) unida al árbol de rotación periférico y una pieza de salida de rotación (33; 51; 127) unida al primer disco y coaxiales entre ellas, permitiendo el engranaje reductor que la rotación del árbol de rotación periférico sea transmitida al primer disco;

20

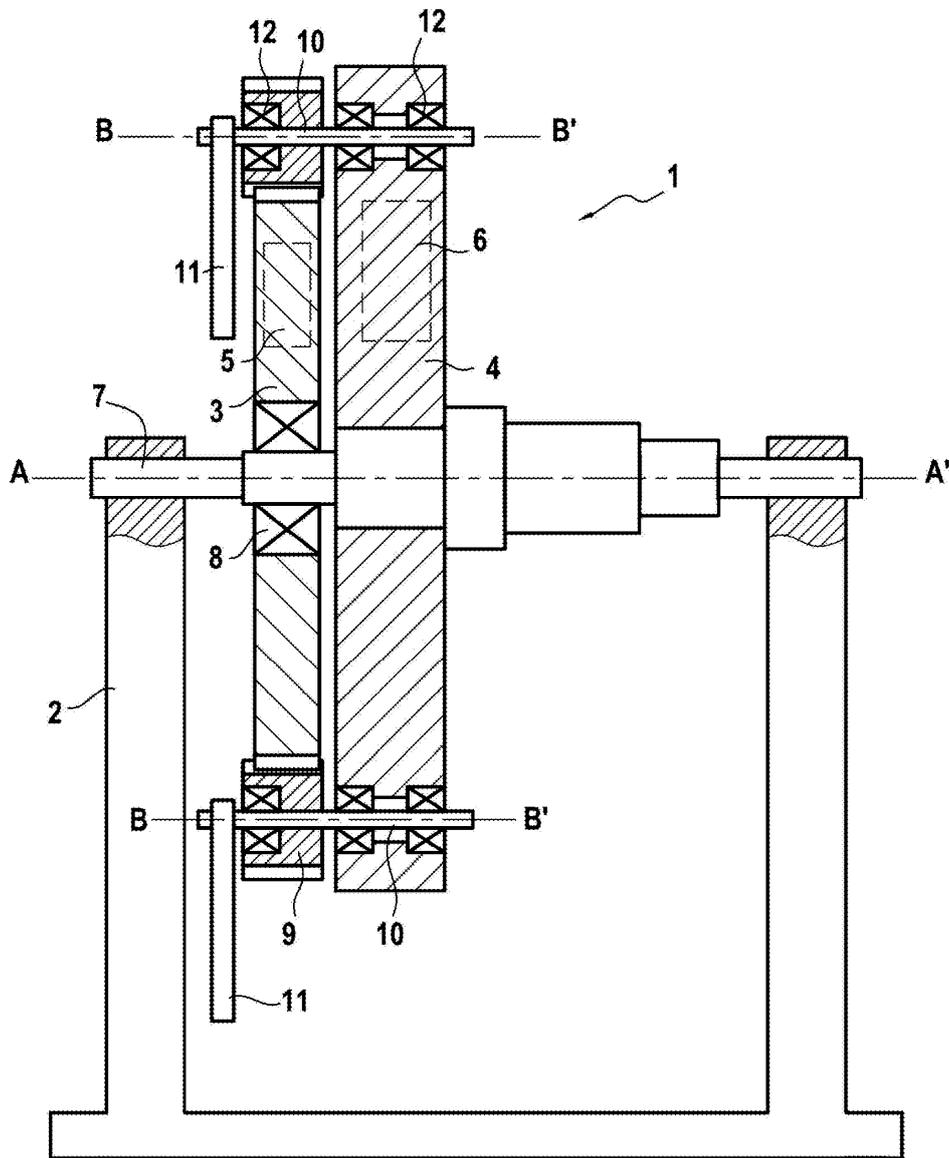
  - montar (S4) unos medios (34, 35i, 35i-1, 35i-2, 36i; 44, 49, 531, 532, 561, 562, 59i, 59i-1, 59i-2, 59i-3; 130, 131 132) para fijar por lo menos una parte del engranaje reductor en una posición fija con el fin de evitar que gire alrededor del eje de rotación periférico;

25

  - montar (S5) una rueda libre (28i; 67i) sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i, 85i);
  - montar (S6) por lo menos un soporte de masa (27i; 66i; 86i; 91i; 102i; 110i) sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i), presentando el soporte de masa una masa (Mi) apta para ser alejada del árbol de rotación con el fin de producir un par que hace que pivote el árbol de rotación; y

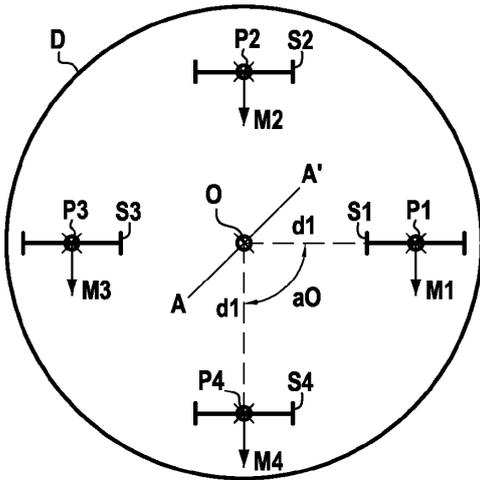
30

  - montar (S7) unos medios (82, 84, 87, 88; 92, 93, 94, 95, 96, 97; 103i, 104i; 111, 112, 113, 114, 115) para modificar el ángulo de inclinación (a11, a12, a13, a14) del soporte de masa (86i; 91i; 102i; 110i) sobre el árbol de rotación periférico (26i; 65i; 85i) con respecto a la horizontal que pasa por el eje de rotación periférico (BiBi') del árbol.

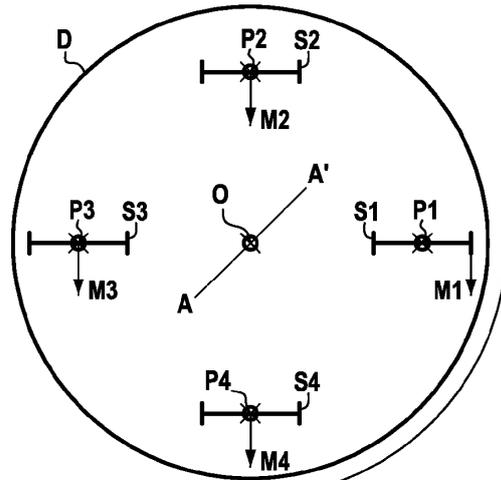


**FIG. 1**

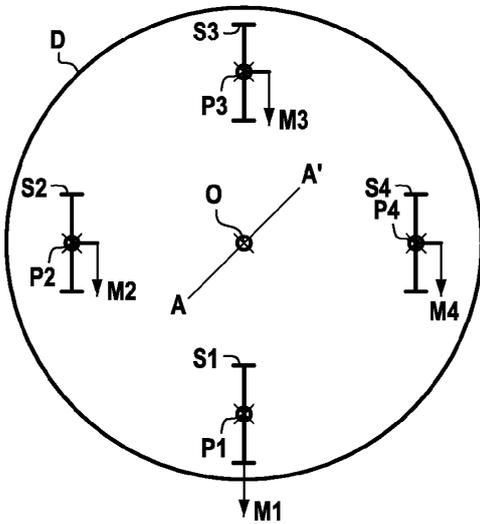
(TÉCNICA ANTERIOR)



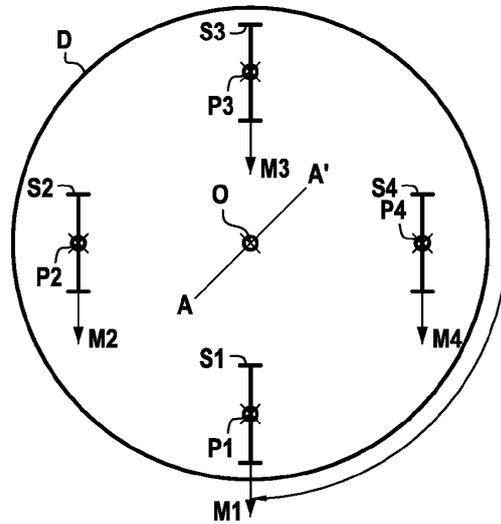
**FIG. 2A**



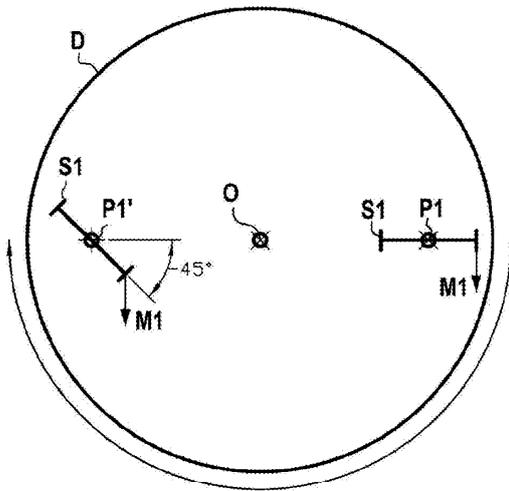
**FIG. 2B**



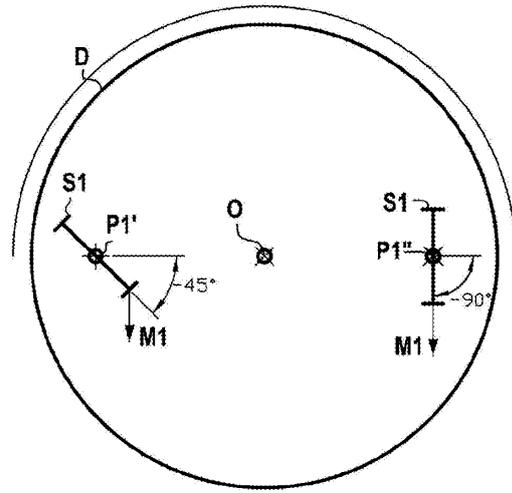
**FIG. 2C**



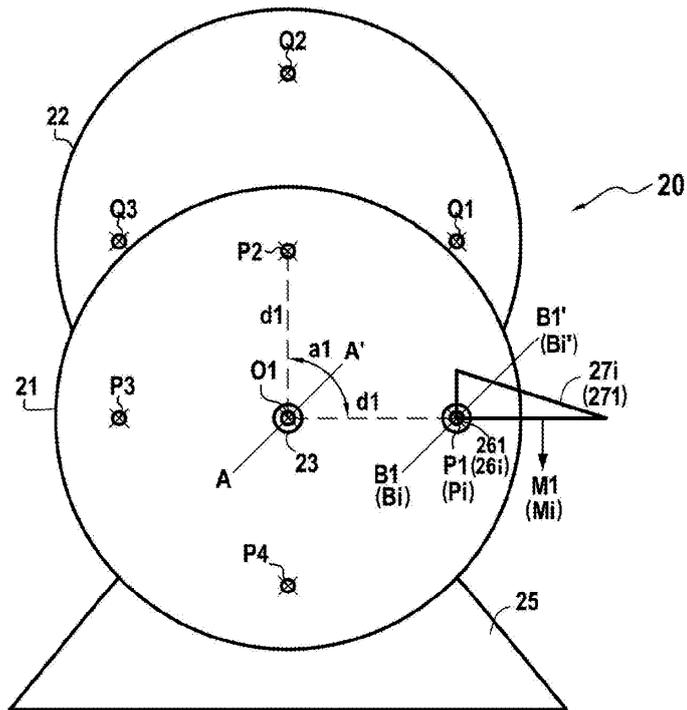
**FIG. 2D**



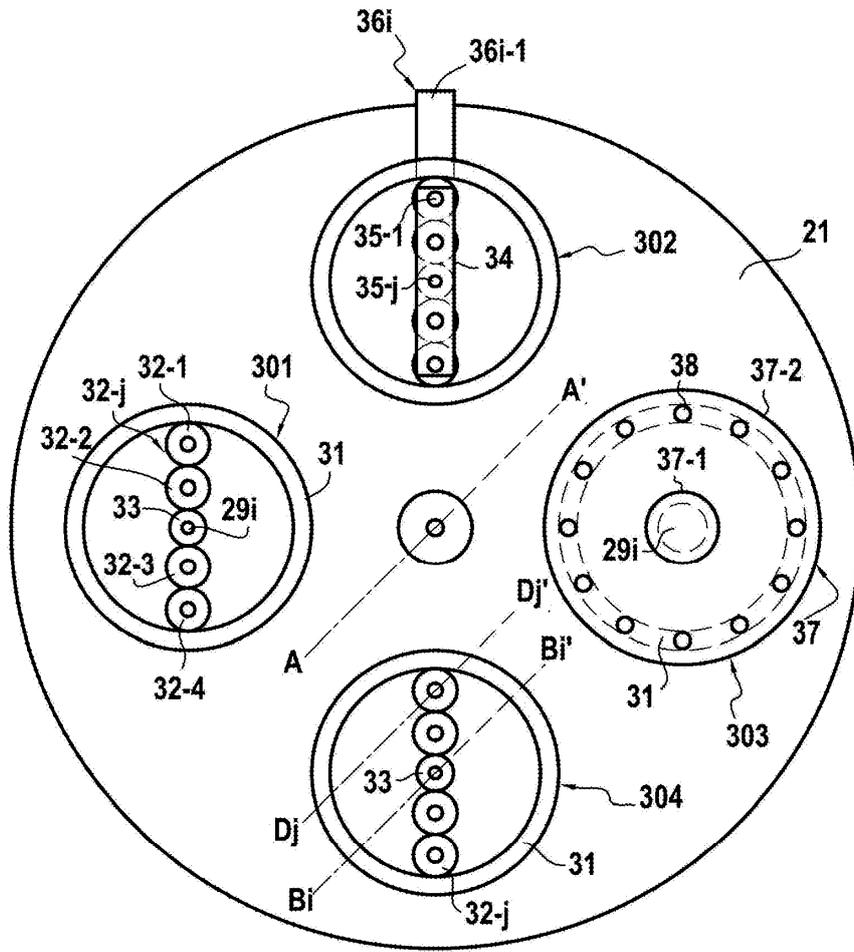
**FIG. 3A**



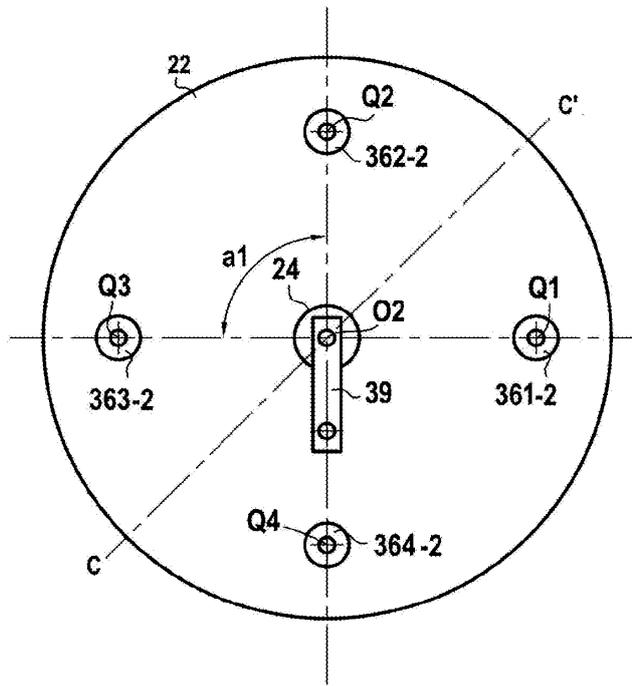
**FIG. 3B**



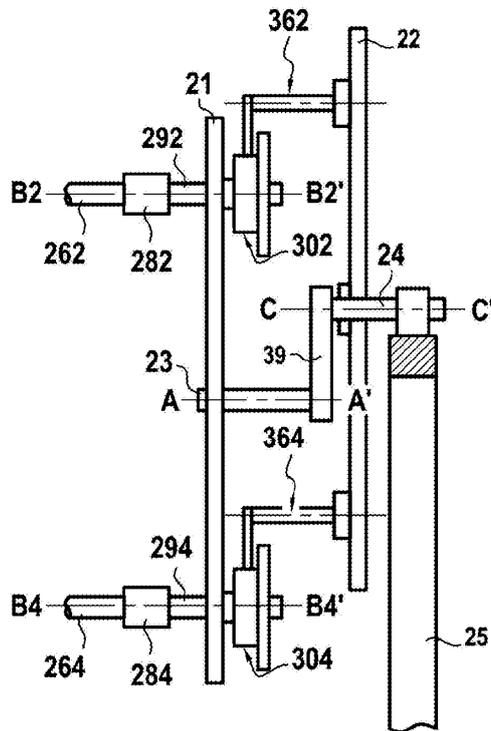
**FIG. 4A**



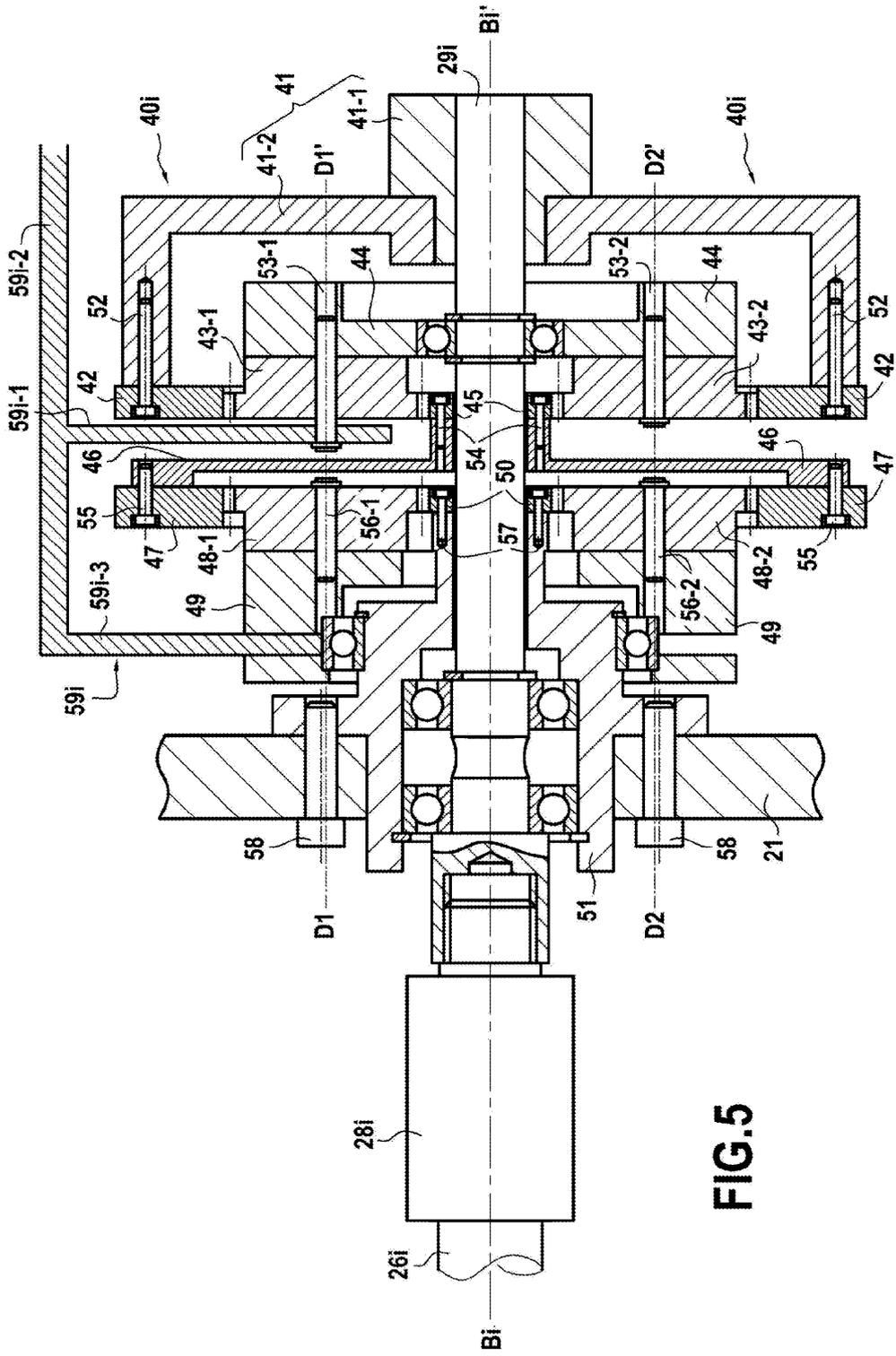
**FIG.4B**



**FIG.4C**



**FIG.4D**



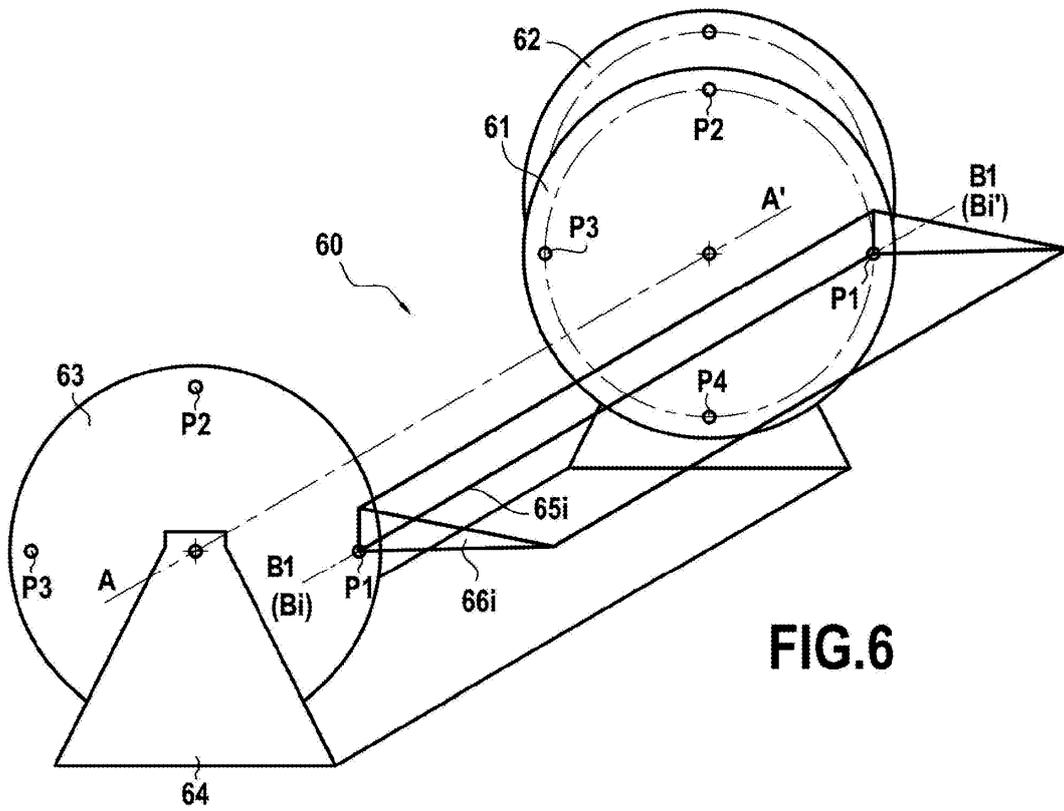


FIG. 6

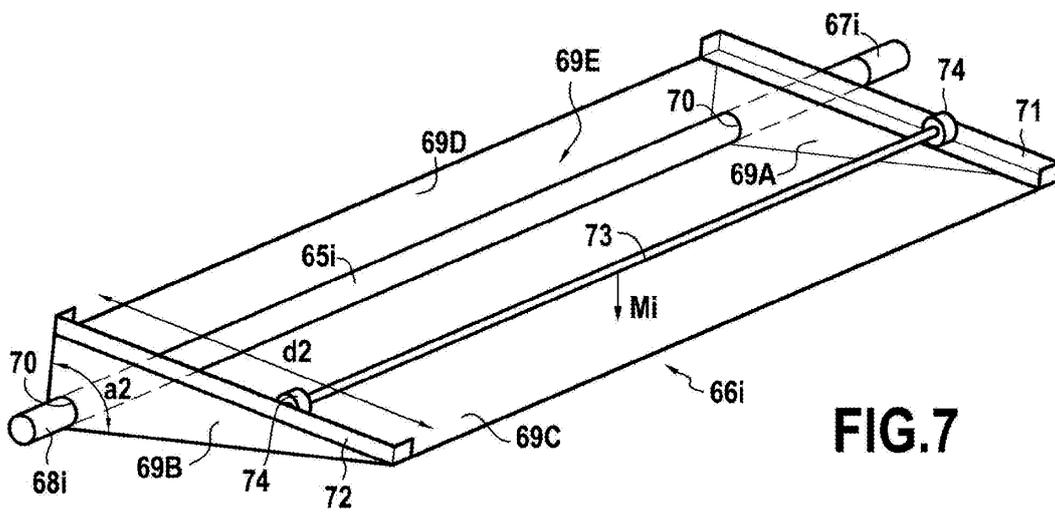
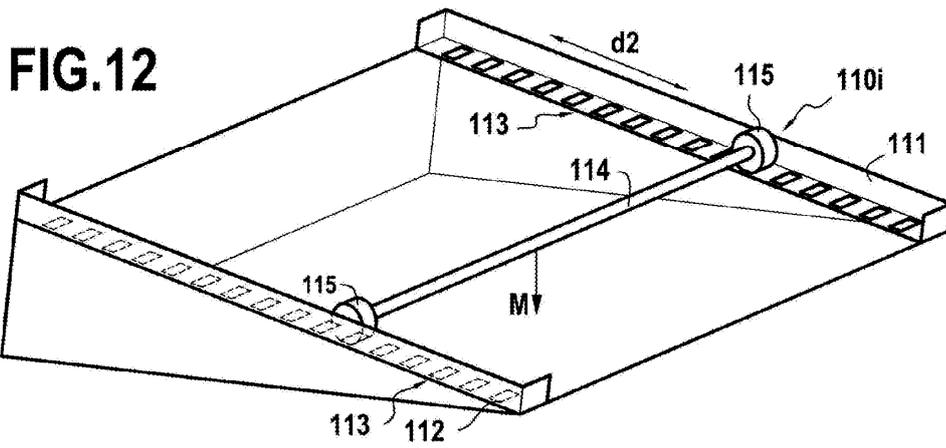
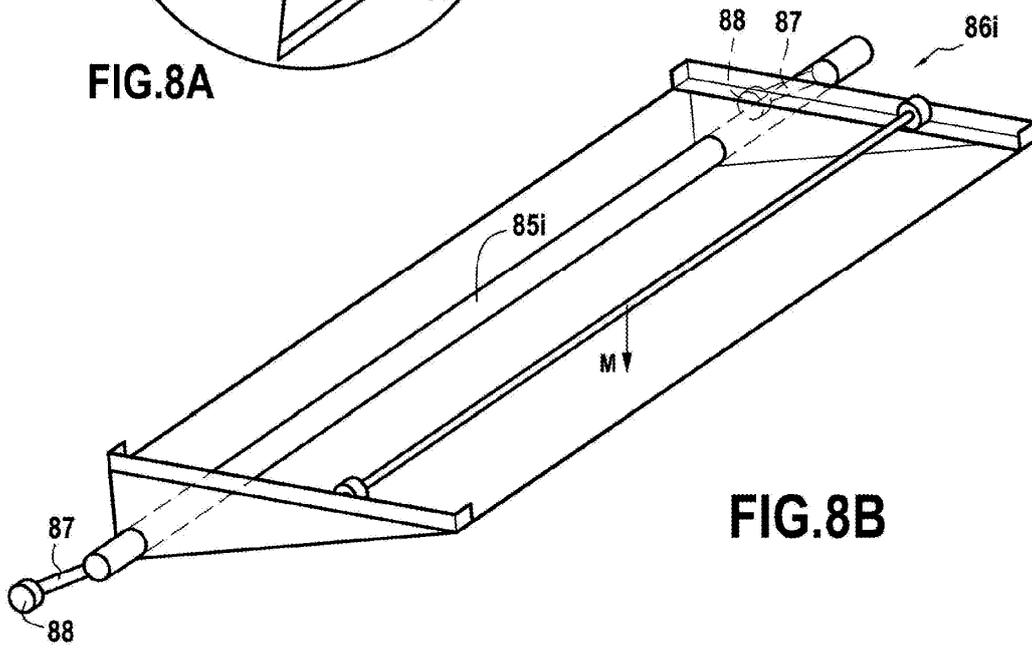
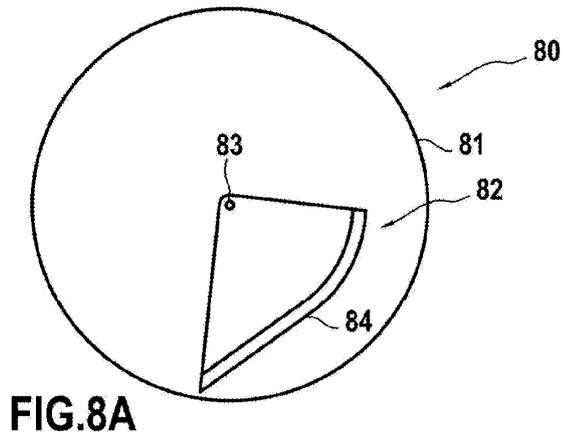
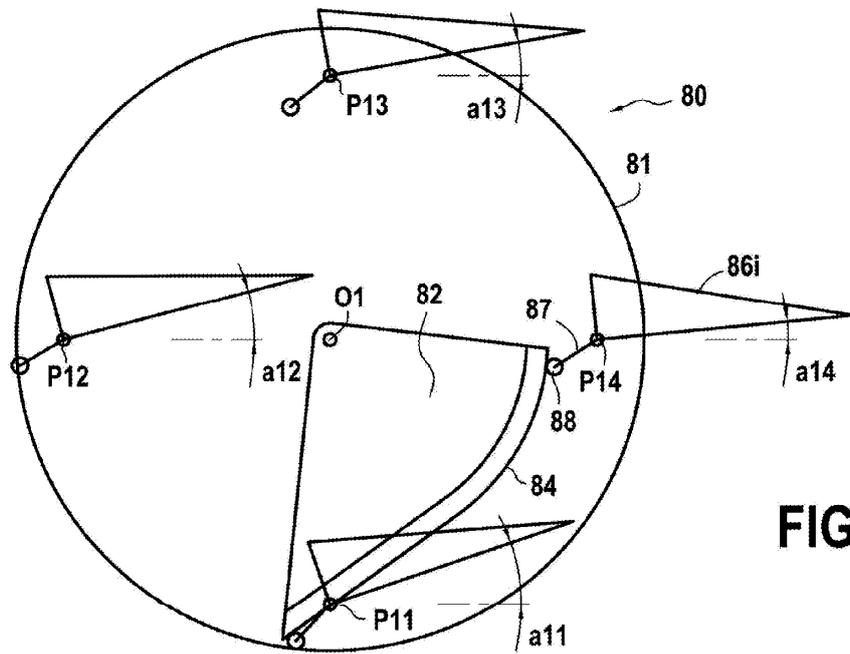
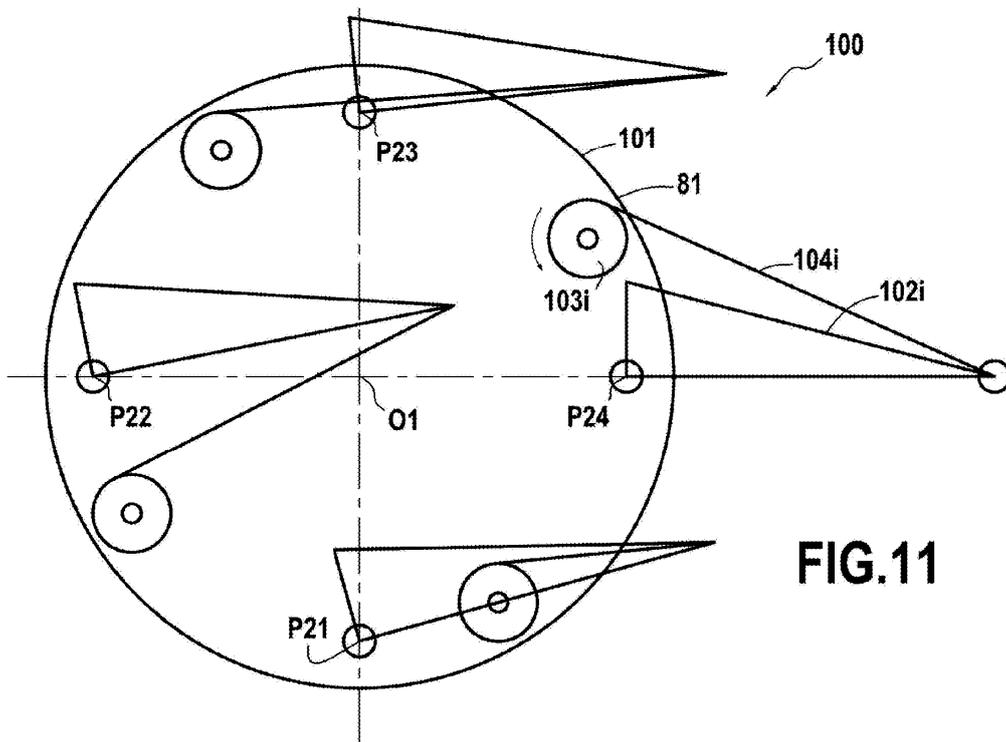


FIG. 7





**FIG.9**



**FIG.11**

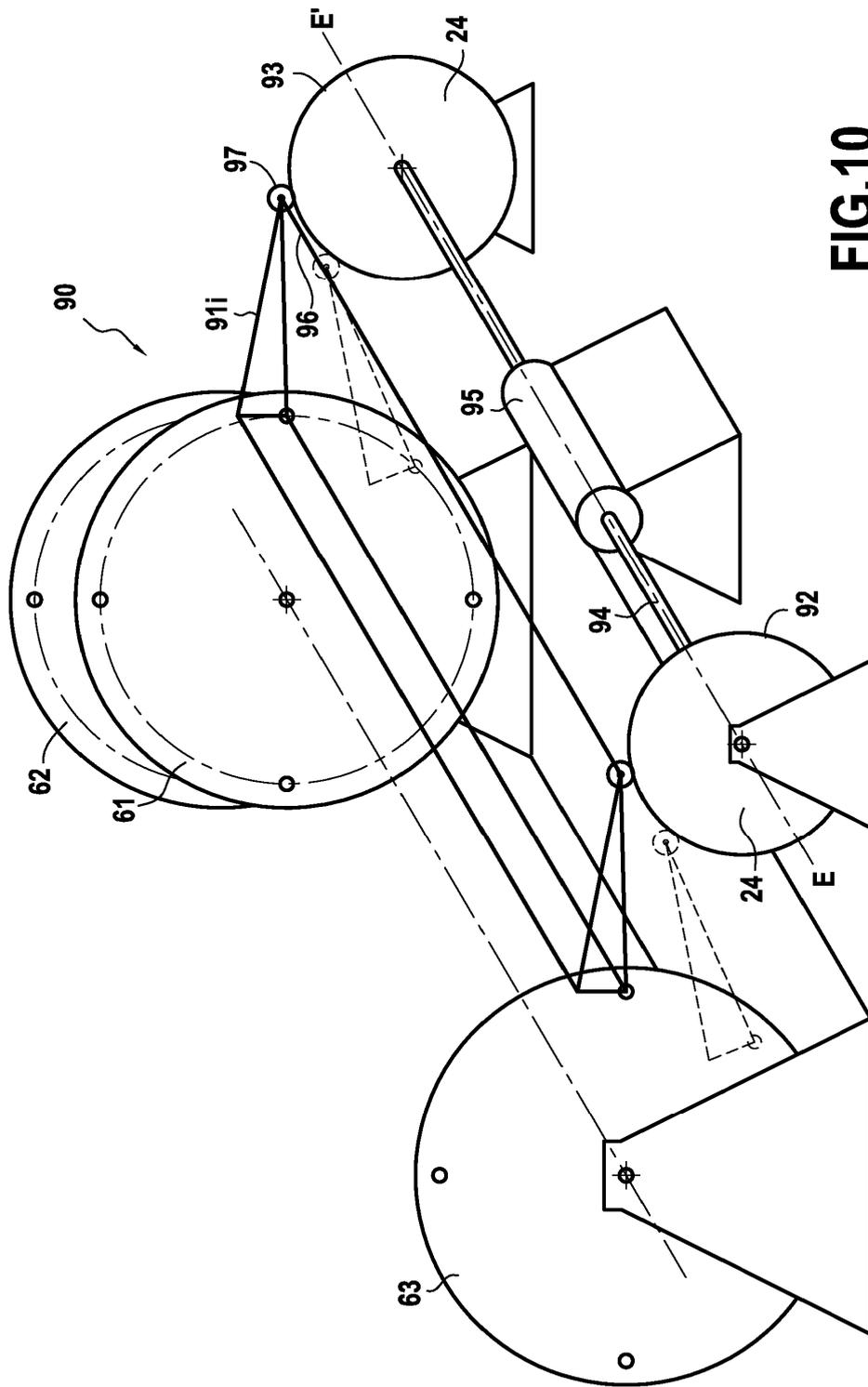


FIG.10

FIG.13

