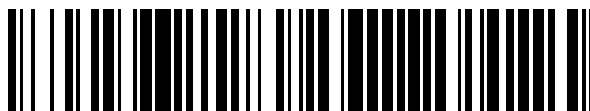


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 427**

51 Int. Cl.:

**H02K 35/02**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2018** **PCT/FR2018/051589**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019** **WO19002775**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2018** **E 18755508 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 3488517**

54 Título: **Convertidor de energía electromagnética**

30 Prioridad:

**30.06.2017 FR 1756233**

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

**13.07.2020**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)**

**Bâtiment le Ponant, 25, rue Leblanc  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DELETTE, GÉRARD y  
TOSONI, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 773 427 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**

Convertidor de energía electromagnética

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un convertidor de energía electromagnética y/o microgenerador electromagnético. En particular, la presente invención se refiere a un convertidor electromagnético destinado a implementarse en un interruptor autónomo.

10

**Técnica anterior**

Un convertidor de energía electromagnética y/o microgenerador electromagnético (en adelante "dispositivo"), conocido de la técnica anterior, comprende:

15

- un yugo ferromagnético;
- una bobina conductora formada enrollando un cable conductor alrededor de una sección del yugo ferromagnético;
- un imán principal, alejado de la bobina, que forma con el yugo un circuito magnético cerrado.

20

Según esta configuración, el yugo ferromagnético guía el flujo magnético generado por el imán principal a través de la bobina conductora.

25

El principio general de funcionamiento del dispositivo se basa en la activación de una variación temporal del flujo magnético que atraviesa la bobina conductora para hacer aparecer una tensión eléctrica en los bornes de esta última.

30

A este respecto, el dispositivo también está dotado de un sistema de activación mecánica cuya acción permite activar la variación temporal del flujo magnético. En particular, la variación temporal del flujo magnético puede ser inducida por un desplazamiento del imán principal o de la bobina conductora, como se describe en los documentos US2014285296 A1 [1] y US2014139048 A1 [2] citados al final de la descripción.

Sin embargo, los dispositivos descritos en los documentos [1] y [2] no son satisfactorios.

35

En efecto, el flujo magnético que atraviesa la bobina conductora está limitado por las pérdidas magnéticas (en otras palabras, la fracción del flujo magnético producido por el imán que no atraviesa la bobina) y la saturación magnética del yugo ferromagnético, lo que restringe, por consiguiente, la variación en el flujo magnético útil para generar la tensión eléctrica en los bornes la bobina conductora.

40

Además, el sistema de activación mecánica requiere el uso de un módulo de escape y/o de acumulación de energía, tal como cuchillas de resorte, o incluso trinquetes, que permite un movimiento rápido de la bobina conductora o del imán principal para que se pueda alcanzar una tensión apreciable en los bornes de la bobina conductora. A este respecto, se recuerda que, según la ley de Lenz, la tensión en los bornes de la bobina conductora es proporcional a la derivada temporal del flujo magnético que atraviesa dicha bobina.

45

A modo de ejemplo, un desplazamiento de una duración del orden de un milisegundo es necesario para que un dispositivo, que presenta un volumen del orden de  $1\text{ cm}^3$ , genere una tensión eléctrica del orden de un voltio en los bornes de la bobina conductora. Este es, en concreto, el caso de los convertidores de energía electromagnética implementados en interruptores autónomos.

50

Sin embargo, el módulo de escape y/o de acumulación de energía generalmente entra en contacto (golpes, fricción), cada vez que se usa, con el circuito magnético, lo que genera problemas de fiabilidad y desgaste.

55

Los documentos WO 2008/019054, GB 2 397 698, EP 2 445 092, GB 2 517 963 y FR 2928501 divulgan, cada uno, un dispositivo magnético para la generación de una tensión en los bornes de una bobina conductora.

Un objetivo de la presente invención es proponer un convertidor de energía electromagnética y/o un microgenerador electromagnético compacto, y capaz de presentar una tensión eléctrica apreciable en los bornes de la bobina conductora.

60

Otro objetivo de la presente invención es proponer un convertidor de energía electromagnética y/o un microgenerador electromagnético cuyo control de activación no entre en contacto, por ejemplo, mecánico, con el circuito magnético.

65

Otro objetivo de la presente invención es proponer un convertidor de energía electromagnética que sea más sencillo de implementar.

**Exposición de la invención**

Los objetivos establecidos anteriormente se logran al menos en parte mediante un dispositivo electromagnético que comprende:

- una bobina conductora que comprende un primer y un segundo extremo, y que se extiende a lo largo de un eje principal XX',
  - un imán principal, que presenta una simetría de revolución alrededor del eje YY' perpendicular al eje XX', sostenido por medios de sujeción en un volumen interno V formado por la bobina conductora, permitiendo los medios de sujeción un movimiento de rotación de dicho imán principal alrededor de un eje YY', perpendicular al eje principal XX', entre dos posiciones de equilibrio estable llamadas, respectivamente, primera posición de equilibrio y segunda posición de equilibrio,
  - un primer imán y un segundo imán accionadores, dispuestos en una corredera, respectivamente, enfrentados al primer extremo y al segundo extremo, presentando cada uno una polaridad magnética en un plano perpendicular al eje YY', estando los primer y segundo imanes accionadores dispuestos para ser impulsados en traslación simultáneamente en el mismo sentido y paralelamente al eje principal XX' tan pronto como se ejerce una fuerza sobre uno u otro de los primer y segundo imanes, estando la traslación del primer y segundo imanes según uno u otro de los sentidos definidos por la dirección del eje principal XX' adaptada para forzar al imán principal a adoptar, respectivamente, la primera posición de equilibrio o la segunda posición de equilibrio.
- "Ser impulsado en traslación" también significa "deslizarse".  
 "Traslación" también significa "deslizamiento"

Según una realización, la polaridad magnética del primer imán (31) forma un ángulo alfa con el eje principal XX', y la polaridad magnética del segundo imán (32) forma con el eje principal XX' un ángulo -alfa, o  $180^\circ + \text{alfa}$  o  $180^\circ - \text{alfa}$ .

Según una realización, el dispositivo comprende un medio de retorno que actúa sobre uno de los primer imán y segundo imán, de modo que el imán principal se ve forzado a adoptar una de las dos posiciones de equilibrio estable cuando no se ejerce ninguna fuerza externa sobre el primer imán y el segundo imán, comprendiendo el medio de retorno ventajosamente un resorte.

Según una realización, el deslizamiento de uno u otro del primer imán y el segundo imán en la dirección del imán principal está limitado, respectivamente, por un primer y un segundo topes, estando el primer y el segundo topes dispuestos para impedir cualquier contacto entre el imán principal y, respectivamente, el primer imán y el segundo imán.

Según una realización, el primer imán, el segundo imán y el imán principal están alineados a lo largo del eje principal XX'.

Según una realización, el imán principal presenta una simetría de revolución alrededor del eje YY'.

Según una realización, el dispositivo comprende además un primer yugo y un segundo yugo ferromagnético dispuestos simétricamente entre sí con respecto a un plano que comprende el eje YY' y el eje principal XX'.

Según una realización, el primer yugo y el segundo yugo comprenden, cada uno, dos extremos dispuestos para formar una carcasa dentro de la cual está sostenido el imán principal, siendo la carcasa de forma complementaria al imán principal.

Según una realización, el primer imán y el segundo imán están dispuestos en una corredera.

Según una realización, se proporciona un espacio entre el primer y el segundo yugo, estando dispuesto dicho espacio para guiar el primer y el segundo imán durante su deslizamiento.

Según una realización, el dispositivo comprende dos imanes estabilizadores, llamados, respectivamente, tercer imán y cuarto imán, fijos y destinados a estabilizarse en una de las dos posiciones de equilibrio estable del imán principal tan pronto como el dispositivo está en reposo, estando los imanes estabilizadores dispuestos de modo que el imán estabilizador que estabiliza el imán principal según una de las dos posiciones de equilibrio tiene sus polos alineados con los del imán principal.

Según una realización, el tercer y el cuarto imanes están dispuestos enfrentados, respectivamente, al primer y al segundo extremo, y cada imán estabilizador está desplazado en una dirección diferente del eje principal XX', el imán principal está, además, montado sobre un soporte que comprende una corredera, la corredera está dispuesta para que el movimiento de rotación del imán principal alrededor del eje YY' entre las dos posiciones de equilibrio se acompañe de un movimiento de traslación, que permite el alineamiento de los polos del imán principal con el tercer imán y el cuarto imán cuando dicho imán principal se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o en la segunda posición de equilibrio.

Según una realización, el tercer y el cuarto imán tienen, cada uno, su polaridad magnética paralela al eje principal XX', y en oposición entre sí.

5 Según una realización, los tercer y cuarto imanes están frente, respectivamente, al segundo imán y al primer imán.

Según una realización, el imán principal comprende además una cuña dispuesta en uno de sus polos, y destinada a interponerse entre el imán principal y el tercer o el cuarto imán cuando el imán principal se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o la segunda posición de equilibrio.

10 Según una realización, el dispositivo comprende además un yugo ferromagnético que comprende entre dos extremos de yugo interpuesto entre la cuña del imán principal y el tercer o cuarto imán cuando el imán principal se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o en la segunda posición de equilibrio.

15 Según una realización, el dispositivo comprende bien un convertidor de energía electromagnética o bien un microgenerador electromagnético.

La invención también se refiere a un interruptor que comprende un dispositivo electromagnético según la presente invención.

## 20 **Breve descripción de los dibujos**

Otras características y ventajas aparecerán en la siguiente descripción del dispositivo electromagnético según la invención, dada a modo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 25
- la figura 1 es una representación esquemática según un plano de corte que comprende el eje principal XX', y perpendicularmente al eje YY', de un dispositivo electromagnético según una primera variante de una primera realización de la presente invención;
  - las figuras 2a y 2b son representaciones esquemáticas según un plano de corte que comprende el eje principal XX', y perpendicularmente al eje YY', del dispositivo electromagnético según una segunda realización de la presente invención, en la figura 2a, estando el imán principal en una primera posición de equilibrio, y en la figura 2b, estando el imán principal en una segunda posición de equilibrio;
  - las figuras 3a y 3b son representaciones esquemáticas según un plano de corte que comprende el eje principal XX', y perpendicularmente al eje YY', de un dispositivo electromagnético según otras dos variantes de la primera realización de la presente invención.
- 30
- 35

## **Exposición detallada de realizaciones particulares**

La invención descrita en detalle a continuación implementa un convertidor de energía electromagnética y/o un microgenerador electromagnético 10 (en adelante "dispositivo electromagnético") que comprende una bobina conductora 20 que aloja en su volumen interno V un imán principal 30. En particular, el imán principal 30 es susceptible de realizar un movimiento de rotación, bajo la acción de imanes accionadores, para generar una variación temporal del flujo magnético en la bobina conductora 20, y hacer aparecer así una tensión eléctrica en los bornes de dicha bobina.

45 Durante toda la descripción, se considerará que el alineamiento de los polos de dos imanes significa que las polarizaciones magnéticas de estos dos imanes están alineadas a lo largo de un mismo eje y en el mismo sentido. En particular, tan pronto como los polos de dos imanes estén alineados, se ejerce una fuerza magnética atractiva entre estos dos imanes.

50 De manera general, el dispositivo electromagnético 10, y tal como se ilustra en las figuras 1 y 2a-2b, comprende una bobina conductora 20 que se extiende a lo largo de un eje principal XX' y comprende dos extremos llamados, respectivamente, primer extremo 21 y segundo extremo 22.

55 Por eje principal XX' se entiende un eje de simetría de la bobina conductora 20.

La bobina conductora 20 está hecha de un devanado de un cable conductor, por ejemplo, un cable de cobre, a lo largo de un eje principal XX'. La bobina conductora 20 también comprende un volumen interno V abierto según los dos extremos de dicha bobina. Es obvio sin que sea necesario especificar que el cable de cobre comprende dos extremos que, en el resto de la presente descripción, se denominan bornes de la bobina conductora 20.

60 El dispositivo electromagnético 10 también comprende un imán principal 30 dispuesto en el volumen interno V de la bobina conductora 20.

65 En particular, el imán principal 30 es sostenido mediante medios de sujeción 40 (figuras 2a y 2b, 3a y 3b) en el volumen interno V de la bobina.

Los medios de sujeción 40 permiten la rotación del imán principal 30 según un eje YY', perpendicular al eje principal XX', entre dos posiciones de equilibrio estable, llamadas, respectivamente, primera posición y segunda posición, bajo la acción del movimiento de dichos imanes accionadores llamados, respectivamente, primer imán 31 y segundo imán 32.

El primer imán 31 y el segundo imán 32 están dispuestos enfrentados, respectivamente, al primer extremo 21 y al segundo extremo 22 de la bobina conductora 20.

El primer imán 31 y el segundo imán 32 pueden ser de forma alargada, por ejemplo, de forma paralelepípedica, y su polaridad magnética orientada según su dimensión más grande. En otras palabras, en el caso de imanes de forma paralelepípedica, la polaridad puede orientarse según la longitud de dicho imán.

Además, por forma paralelepípedica, también se entiende un imán de forma generalmente paralelepípedica, y cuya cara más pequeña presenta una forma cóncava. Por cara pequeña de un imán rectangular, se entiende la cara de dimensiones más pequeñas (de área más pequeña).

El primer imán 31 y el segundo imán 32 pueden ser idénticos. Por idénticos, se entiende de la misma forma y la misma polaridad magnética.

La polaridad magnética, en la presente solicitud, también designa la orientación de los polos de un imán. En particular, la polaridad magnética conecta, dentro del imán, el polo sur con el polo norte de dicho imán. El polo sur designa, por convención, una sección de superficie del imán a nivel de la cual entra el flujo magnético. Por el contrario, el polo norte corresponde a otra sección de superficie del imán a nivel de la cual sale el flujo magnético.

Además, el primer imán 31 y el segundo imán 32 están dispuestos de modo que la polaridad magnética de cada uno de estos dos imanes esté en un plano perpendicular al eje YY', por ejemplo, paralelos al eje principal XX'. Además, las polaridades magnéticas del primer imán 31 y el segundo imán 32 pueden ser opuestas entre sí. En otras palabras, la polaridad magnética del primer imán 31 está orientada según un sentido opuesto a la del segundo imán 32. Se entiende que las polarizaciones magnéticas del primer imán 31 y del segundo imán 32 no están necesariamente a lo largo del eje principal XX' (en otras palabras, no son necesariamente colineales al eje XX').

Además, el primer imán 31 y el segundo imán 32 están dispuestos para deslizarse simultáneamente en el mismo sentido y paralelamente al eje principal XX' tan pronto como se ejerce una fuerza sobre uno u otro de los primer y segundo imán 32.

La disposición que permite el deslizamiento del primer imán 31 y del segundo imán 32 puede comprender medios deslizantes, por ejemplo, una corredera. Sin embargo, la invención no se limita solo a este dispositivo de deslizamiento, y el experto en la materia con sus conocimientos generales puede implementar cualquier otro medio o dispositivo capaz de permitir el deslizamiento del primer imán 31 y del segundo imán 32.

Se entiende, sin que sea necesario especificar, que la amplitud de deslizamiento de cada uno de los dos imanes es la misma durante su deslizamiento (por amplitud de deslizamiento, se entiende distancia).

Dicho efecto puede obtenerse uniando, por ejemplo, de manera fija el primer imán 31 y el segundo imán 32.

El deslizamiento del primer imán 31 y del segundo imán 32 según uno u otro de los sentidos definidos por la dirección del eje principal XX' está adaptado para forzar al imán principal 30 a adoptar, respectivamente, la primera posición de equilibrio y la segunda posición de equilibrio.

Además, teniendo en cuenta la orientación magnética del primer imán 31 y del segundo imán 32, está claro sin que sea necesario especificar que la polarización magnética del imán principal 30 no es paralela al eje YY'.

Además, y de manera ventajosa, la polarización magnética del imán principal 30 puede ser esencialmente perpendicular, preferentemente perpendicular, al eje YY'.

En funcionamiento, en dicho dispositivo electromagnético 10, el deslizamiento del primer imán 31 y del segundo imán 32 induce un movimiento de rotación del imán principal 30 desde una de las posiciones de equilibrio estable hacia la otra de las dos posiciones de equilibrio estable.

La rotación del imán principal 30 desde su segunda posición de equilibrio hacia su primera posición de equilibrio se denomina "ciclo directo".

La rotación del imán principal 30 desde su primera posición de equilibrio hacia su segunda posición de equilibrio se denomina "ciclo indirecto".

El movimiento de rotación del imán principal 30 induce entonces una variación temporal del campo magnético que atraviesa la bobina conductora 20, generando así una tensión eléctrica no nula en los bornes de la bobina conductora 20.

- 5 La adopción de una u otra de las posiciones de equilibrio estable por el imán principal 30 se rige por la amplitud de interacción entre dicho imán principal 30 y los imanes accionadores 31, 32.

En otras palabras, si el primer imán 31 está más cerca del imán principal 30 que el segundo imán 32, dicho imán principal 30 adoptará la primera posición de equilibrio.

- 10 A la inversa, si el segundo imán 32 está más cerca del imán principal 30 que el primer imán 31, dicho imán principal 30 adoptará la segunda posición de equilibrio estable.

- 15 A modo de ilustración, el imán principal 30 puede estar, en un instante inicial, en la segunda posición de equilibrio estable. En otras palabras, el segundo imán 32 se encuentra más cerca del imán principal 30 que el primer imán 31.

- 20 Una fuerza de origen mecánico, por ejemplo, ejercida sobre el primer imán 31 en la dirección XX', permite entonces iniciar el deslizamiento del primer imán 31 y del segundo imán 32, de modo que el primer imán 31 se acerca al imán principal 30 y el segundo imán 32 se aleja de él.

- Por lo tanto, durante el deslizamiento de los dos imanes accionadores, la interacción magnética entre el segundo imán 32 y el imán principal 30 disminuye, mientras que aumenta entre el primer imán 31 y el imán principal 30, aumentando así la inestabilidad magnética del imán principal 30.

- 25 Entonces se observa una rotación repentina del imán principal 30 alrededor del eje YY' cuando la inestabilidad magnética inducida por el deslizamiento de los dos imanes accionadores ya no es sostenible.

- 30 De este modo, la rotación del imán principal 30 se induce sin ejercer contacto con dicho imán principal 30, lo que limita de facto los problemas de desgaste y fiabilidad. La inversión del imán principal 30 induce una inversión rápida de la dirección del flujo que atraviesa la bobina y, por lo tanto, una variación temporal máxima del flujo magnético. La tensión inducida en los bornes de la bobina conductora 20 por la variación del flujo magnético que la atraviesa permite generar una corriente eléctrica que puede circular en una carga eléctrica conectada a los bornes de dicha bobina conductora 20. El trabajo mecánico utilizado para hacer que los imanes 31 y 32 se deslicen se convierte así en energía eléctrica.

- 35 Además, la disposición del imán principal 30 en el volumen interno V de la bobina conductora 20 permite aumentar la parte de flujo útil para generar la tensión eléctrica en los bornes de dicha bobina conductora 20. Entonces es posible considerar un imán principal 30 de dimensiones más pequeñas.

- 40 Además, un imán principal 30 alojado en el volumen interno V de la bobina conductora 20 hace que el dispositivo electromagnético 10 sea más compacto.

- 45 El dispositivo electromagnético 10 también puede comprender un medio de retorno que actúa sobre uno de los imanes accionadores, dispuesto de manera que el imán principal 30 se ve forzado a adoptar una de las dos posiciones de equilibrio estable cuando no se ejerce ninguna fuerza externa sobre el primer imán 31 y el segundo imán 32.

- 50 Por ejemplo, el medio de retorno puede estar dispuesto para forzar al segundo imán 32 a obligar al imán principal 30 a adoptar la segunda posición de equilibrio estable cuando no se ejerce ninguna fuerza externa sobre el dispositivo electromagnético 10 (y en particular sobre los imanes accionadores). En otras palabras, el medio de retorno puede estar dispuesto para forzar al segundo imán 32 a estar más cerca del imán principal 30 que el primer imán 31. Según esta configuración, cuando está en reposo, el imán principal 30 se encuentra en la segunda posición de equilibrio.

- 55 Siempre según esta configuración, si el dispositivo electromagnético 10 se ha activado y el imán principal 30 se ha visto forzado a adoptar la primera posición de equilibrio, se entiende que el medio de retorno está dispuesto para restaurar el imán principal 30 en su segunda posición de equilibrio. Por dispuesto para restaurar el imán principal 30 en su segunda posición de equilibrio, también se entiende que la fuerza de retorno del medio de retorno es al menos suficiente para obligar al imán principal 30 a ejecutar un ciclo indirecto sin recurrir a una acción externa.

- 60 El medio de retorno es particularmente ventajoso en la medida en que, después de que la fuerza ejercida sobre el primer imán 31 se libera para activar un ciclo directo del imán principal 30, el medio de retorno ejerce a su vez una fuerza destinada a restaurar el imán principal 30 en su segunda posición de equilibrio.

- 65 En otras palabras, un ciclo directo y un ciclo indirecto del imán principal 30 pueden ser activados por una sola acción ejercida sobre el primer imán 31, permitiendo así duplicar la variación temporal del flujo magnético en la bobina

conductora 20.

El medio de retorno puede comprender ventajosamente un resorte. De manera particularmente ventajosa, el deslizamiento de uno u otro del primer imán 31 y el segundo imán 32 en la dirección del imán principal 30 está limitado, respectivamente, por un primer o un segundo tope. El primer y el segundo topes están dispuestos para impedir cualquier contacto entre el imán principal 30 y, respectivamente, el primer imán 31 y el segundo imán 32.

Las figuras 1, 3a y 3b ilustran una primera realización particular del convertidor de energía electromagnética 10 según la presente invención.

Según una primera variante de esta primera realización (ilustrada en la figura 1), el primer imán 31, el segundo imán 32 y el imán principal 30 están alineados según el eje principal XX'.

Por alineados según el eje principal XX', se entiende que las polarizaciones magnéticas de estos tres imanes son colineales con el eje principal XX'.

Esta disposición es particularmente ventajosa en la medida en que el imán accionador que impone una de las dos posiciones de equilibrio estable al imán principal 30, también estabiliza dicho imán en esta posición de equilibrio (por estabilizar en una posición de equilibrio, se entienden en particular retener).

Este efecto estabilizador resulta, esencialmente, de la atracción mutua entre el imán principal 30 y el imán accionador que lo obliga a adoptar una de las dos posiciones de equilibrio estable.

El efecto de retención del imán principal 30 por uno de los imanes de accionamiento en una posición de equilibrio estable también constituye un medio de escape que permite, durante la activación del convertidor, una rotación aún más brusca del imán principal 30.

Sin embargo, es notable que el efecto de estabilización inducido por el primer imán 31 y el segundo 32 también se puede obtener para otras orientaciones de dichos imanes.

De este modo, las figuras 3a a 3b ilustran otras variantes de esta primera realización.

En particular, las polaridades magnéticas del primer imán 31 y el segundo imán 32 (representadas por las flechas A y B en la figura 3a) presentan una desviación angular no nula con respecto al eje principal XX'. Las polarizaciones magnéticas de los dos imanes forman, por ejemplo, un ángulo de 180°.

Además, según esta variante, las polarizaciones magnéticas están ventajosamente opuestas entre sí.

En otra variante, ilustrada en la figura 3b, las polarizaciones magnéticas del primer imán 31 y del segundo imán 32 (representadas por las flechas C y D en la figura 3b) presentan una desviación angular no nula con respecto al eje principal XX' y forman entre sí un ángulo inferior a 180°.

Las acciones del primer imán 31 y del segundo imán 32 según sus posiciones con respecto al imán principal 30 son idénticas a las descritas en la primera variante de esta primera realización.

De manera particularmente ventajosa, el imán principal 30 puede presentar una simetría de revolución alrededor del eje YY'. En otras palabras, el imán principal 30 puede ser un cilindro de revolución del eje YY'. Según esta configuración, el eje YY' es fijo, y puede intersectar ventajosamente el eje principal XX' en el centro de la bobina conductora 20.

Los medios de sujeción 40 del imán principal 30 pueden comprender, por ejemplo, un soporte de imán. El imán principal 30 puede estar dotado de una espiga, situada según el eje YY', de dicho imán. El soporte del imán puede incluir una cavidad de forma complementaria a la espiga, y dentro de la cual se inserta dicha espiga.

El dispositivo electromagnético 10 puede comprender además un primer yugo 50 ferromagnético y un segundo yugo 50' ferromagnético dispuestos simétricamente entre sí con respecto a un plano que comprende el eje YY' y el eje principal XX'.

Cada uno de los dos yugos ferromagnéticos puede comprender al menos un material ferromagnético elegido entre: aleaciones a base de hierro y con alta inducción de saturación (por ejemplo, una inducción de saturación mayor a 1,5 Tesla) tales como hierro puro, hierro aleado con Si (FeSi), hierro aleado con Ni (FeNi), hierro aleado con Co (FeCo). Estas aleaciones también pueden comprender elementos de adición tales como Cr, P, Cu, Al.

El material ferromagnético también puede comprender al menos uno de los elementos elegidos entre: una ferrita de estructura de espinela (tal como MnZn, NiZn). Estos últimos, debido a su baja conductividad eléctrica, son particularmente ventajosos ya que permiten reducir las pérdidas por corriente de Foucault.

Finalmente, el material ferromagnético también puede comprender al menos uno de los elementos elegidos entre: una aleación a base de Fe del tipo de vidrio metálico producido en forma amorfa o nanocristalina.

Los primer 50' y segundo 50' yugos pueden comprender, cada uno, dos extremos dispuestos para formar una carcasa dentro de la cual está sostenido el imán principal 30. Entonces queda claro sin que sea necesario especificarlo, que cada uno de los dos yugos se cierran, cada uno, sobre el imán principal 30. De lo contrario, los dos extremos de un yugo presentan un espacio dentro del cual se encuentra el imán permanente para que cada uno de los dos yugos forme, con el imán, un circuito magnético cerrado.

De manera particularmente ventajosa, la carcasa (o una cavidad) tiene una forma complementaria al imán principal 30.

Los yugos ferromagnéticos se pueden disponer alrededor del imán principal con una holgura de anchura perfectamente determinada para producir entrehierros 51, 51' dispuestos uno frente al otro. La anchura del entrehierro que está formado por la lámina de aire situada entre la superficie externa del imán principal 30 y uno u otro de los extremos del yugo ferromagnético determina la intensidad del flujo magnético que circula en dicho yugo. La magnitud que permite determinar la influencia del entrehierro sobre el flujo magnético se conoce bajo el término de reluctancia. Una anchura de entrehierro dada corresponde a un valor de reluctancia preciso.

El imán principal 30 puede tener una superficie externa cilíndrica lisa o, en una variante, estructurada. En este segundo caso, la superficie media del imán permanece cilíndrica pero localmente su perfil se desvía de la superficie media según un patrón determinado. Se entiende que las desviaciones del perfil medio son mayores que la rugosidad del material y normalmente son mayores que una décima parte del valor del entrehierro.

De esta manera, la lámina de aire que se forma entre el imán y el yugo y, por lo tanto, las dimensiones del entrehierro serán variables en función de la posición angular del imán. Un entrehierro variable crea un efecto llamado de reluctancia variable y, de este modo, puede contribuir ventajosamente a la velocidad de rotación del imán y a su estabilización.

También se entiende, sin que sea necesario especificarlo, que la carcasa formada por los extremos de los yugos ferromagnéticos está dispuesta en el volumen interno V de la bobina conductora 20. En particular, tal como se muestra en la figura 1, el cable conductor que forma la bobina conductora 20 rodea una primera sección de cada yugo ferromagnético. La primera sección de cada yugo ferromagnético está, tal como se muestra en la figura 1, compuesta por dos brazos separados por el entrehierro.

Cada yugo forma con el imán principal 30 un circuito magnético cerrado. En otras palabras, cada uno de los yugos ferromagnéticos permite guiar el flujo magnético según un circuito cerrado y limitar de este modo las fugas magnéticas.

De manera particularmente ventajosa, el primer yugo 50 ferromagnético y el segundo yugo 50' ferromagnético están separados por un espacio E. Dicho espacio E está dispuesto para guiar el primer y el segundo imán 32 durante su deslizamiento.

El convertidor de energía electromagnética 10 en funcionamiento permite una rotación de 180° del imán principal 30. La adición de un medio de retorno, tal como se describe en la descripción general de la presente invención, también permite que el imán principal 30 ejecute un ciclo directo y un ciclo indirecto, cada uno correspondiente a una rotación de 180° de dicho imán principal 30 alrededor del eje YY'.

Las figuras 2a y 2b ilustran una segunda realización particular del convertidor de energía electromagnética 10 según la presente invención.

Según esta segunda realización, el convertidor comprende dos imanes estabilizadores fijos, llamados, respectivamente, tercer imán 33 y cuarto imán 34. Los dos imanes estabilizadores están destinados a estabilizar en una de las dos posiciones de equilibrio el imán principal 30 tan pronto como el convertidor esté en reposo.

El efecto de retención del imán principal 30 por uno de los imanes estabilizadores en una posición de equilibrio estable también constituye un medio de escape que permite, durante la activación del convertidor, una rotación aún más brusca del imán principal 30.

Además, los imanes estabilizadores están dispuestos de modo que el imán estabilizador que estabiliza el imán principal 30 según una de las dos posiciones de equilibrio tenga sus polos alineados con los del imán principal 30.

De manera ventajosa, el tercer imán 33 y el cuarto imán 34 están dispuestos enfrentados, respectivamente, al primer extremo 21 y al segundo extremo 22. Además, cada imán estabilizador está desplazado, en una dirección diferente, del eje principal XX'. Por desplazado, en una dirección diferente, del eje principal XX', se entiende que está



dispuesto a uno y otro lado de dicho eje.

Además, según esta disposición, el imán principal 30 está montado sobre un soporte (de lo contrario, los medios de sujeción 40) que comprende una corredera 41, estando la corredera dispuesta para que el movimiento de rotación del imán principal 30 alrededor del eje YY' entre las dos posiciones de equilibrio esté acompañado de un movimiento de traslación, que permite el alineamiento de los polos del imán principal 30 con el tercer imán 33 y el cuarto imán 34 cuando dicho imán principal 30 se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o en la segunda posición de equilibrio.

La corredera 41 puede ser rectilínea o un poco curva.

El imán principal 30 puede ser guiado en la corredera por la espiga dispuesta en dicho imán.

El imán principal 30 puede tener una forma alargada.

El tercer imán 33 y el cuarto imán 34 pueden tener, cada uno, su polaridad magnética paralela al eje principal XX', y opuestas entre sí.

Además, tal como se representa en las figuras 2a y 2b, el tercer imán 33 y el cuarto imán 34 pueden estar frente, respectivamente, al segundo imán 32 y al primer imán 31.

De manera ventajosa, el imán principal 30 puede comprender una cuña dispuesta en uno de sus extremos, y destinada a interponerse entre el imán principal 30 y el tercer imán 33 o el cuarto imán 34 cuando el imán principal 30 se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o la segunda posición de equilibrio. Esta cuña puede absorber, de este modo, los golpes sufridos por el imán principal 30 durante su estabilización.

La cuña puede comprender al menos materiales ferromagnéticos elegidos entre: una aleación a base de hierro con alta inducción de saturación, tal como hierro puro, hierro aleado con Si (FeSi), hierro aleado con Ni (FeNi), hierro aleado con Co (FeCo).

Estas aleaciones también pueden contener elementos de adición tales como Cr, P, Cu, Al.

El material ferromagnético también puede comprender al menos uno de los elementos elegidos entre: una ferrita de estructura de espinela (MnZn, NiZn). Estos últimos, debido a su baja conductividad, son particularmente ventajosos ya que permiten reducir.

Finalmente, el material ferromagnético también puede comprender al menos uno de los elementos elegidos entre: una aleación a base de Fe del tipo de vidrio metálico producido en forma amorfa o nanocristalina.

De manera ventajosa, el convertidor comprende además un yugo ferromagnético que comprende dos extremos de yugo 60 y 60' que se interponen entre la cuña del imán principal 30 y el tercer imán 33 o el cuarto imán 34 cuando el imán principal 30 se encuentra, respectivamente, en la primera posición de equilibrio o la segunda posición de equilibrio.

El yugo ferromagnético permite guiar el flujo magnético producido por el imán principal 30 a través de la bobina conductora 20 y, de este modo, limitar las fugas magnéticas.

La activación del convertidor puede iniciarse ejerciendo una fuerza sobre el primer imán 31, por ejemplo (si el imán principal 30 se encuentra en la segunda posición de equilibrio). El deslizamiento del primer imán 31, y por lo tanto del segundo imán 32, es impedido en un primer momento por el imán principal 30, cuyos polos tienen una orientación opuesta a la de los polos del primer imán 31. Durante esta fase, el cuarto imán 34 (estabilizador) mantiene el imán principal 30 en la segunda posición de equilibrio, y hay acumulación de energía en el sistema a medida que aumenta la fuerza ejercida sobre el primer imán 31. A medida que disminuye la distancia entre el primer imán 31 y el imán principal 30, esta energía aumenta aún más, hasta que el imán principal 30 no puede ser mantenido en la segunda posición debido a la inestabilidad magnética inducida por el acercamiento del primer imán 31.

Entonces se produce una inversión repentina del imán principal 30 de 180°, acompañada de un desplazamiento de dicho imán a lo largo de la corredera del soporte.

El imán principal 30, tras este movimiento, se encuentra en su segunda posición de equilibrio, con sus polos alineados con los del cuarto imán 34.

La inversión repentina del imán principal 30 genera una variación de flujo magnético a través de la bobina conductora 20, lo que hace aparecer una tensión eléctrica en los bornes de dicha bobina conductora 20

Si el convertidor de energía electromagnética 10 está provisto del medio de retorno (por ejemplo, un resorte que actúa sobre el segundo imán 32), el imán principal 30 es restaurado a su segunda posición de equilibrio tan pronto como se libera la fuerza ejercida sobre el primer imán 31. El medio de retorno permite, de este modo, duplicar la variación temporal de flujo magnético.

5 El efecto inverso puede obtenerse a partir de la primera posición de equilibrio y ejerciendo una fuerza sobre el segundo imán 32.

10 A modo de ejemplo, el imán principal 30 puede tener una remanencia B de 0,5 Tesla y ocupar la mitad del volumen interno V de la bobina conductora 20. La bobina conductora 20 puede tener una sección transversal de  $S = 0,1 \text{ cm}^2$  y comprender  $N = 10$  espiras. Según esta disposición, se puede generar una tensión eléctrica de  $2 \cdot N \cdot B \cdot S / \Delta t = 10$  voltios. Si se considera que la resistencia del cable eléctrico que forma la bobina conductora 20 es  $R = 1 \Omega$  (Ohm), entonces la energía producida  $E = e^2 / R \Delta t = 1000 \mu\text{J}$ .

15 El imán principal 30 y los imanes accionadores pueden ser imanes sinterizados o plasto-imanés. Los plasto-imanés obtenidos por moldeo presentan la ventaja de poder fabricarse a bajo coste según formas y distribuciones de imantación complejas. Dichos imanes presentan las siguientes características interesantes para microgeneradores electromagnéticos y/o convertidores de energía electromagnética:

- 20 - Pueden ajustarse a los volúmenes disponibles en el dispositivo,
- La forma y/o perfil de su superficie externa se pueden optimizar para crear un entrehierro variable durante el movimiento del imán y, por lo tanto, un efecto de reluctancia variable que mejora el rendimiento del convertidor,
- La distribución de la imantación, es decir, la dirección que conecta los polos del imán, se puede optimizar para mejorar la circulación del flujo en el circuito magnético y limitar las pérdidas de flujo,

25 los plasto-imanés son menos sensibles a los golpes y a los problemas de envejecimiento como la corrosión,

Los plasto-imanés se pueden obtener por moldeo, en particular por la técnica de inyección plástica. Para ello, una mezcla de polímeros (por ejemplo, polímero termoendurecible tal como PA) y polvo magnético (por ejemplo, SmCo) se calienta y se inyecta en forma fluida en la cavidad de un molde. Durante la inyección, se aplica un campo magnético a la cavidad para orientar e imantar los polvos magnéticos. La pieza se enfría en esta configuración hasta la solidificación y, por lo tanto, conserva su polarización magnética. Es posible fabricar imanes multipolares de forma compleja. Se pueden aportar funciones suplementarias al imán para facilitar su integración en un sistema mecánico (por ejemplo, la adición de espigas,...).

35 La presente invención también se refiere a un interruptor autónomo inalámbrico y/o sin batería destinado a garantizar el control de funciones domóticas tales como iluminación, apertura y cierre de persianas.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo electromagnético (10) que comprende:

- 5       - una bobina conductora (20) que comprende un primer (21) y un segundo (22) extremo, y que se extiende a lo largo de un eje principal XX',
- un imán principal (30), que presenta una simetría de revolución alrededor del eje YY' perpendicular al eje principal XX', sostenido por medios de sujeción (40) en un volumen interno V formado por la bobina conductora (20), permitiendo los medios de sujeción (40) un movimiento de rotación de dicho imán principal (30) alrededor del eje YY' entre dos posiciones de equilibrio estable llamadas, respectivamente, primera posición de equilibrio y segunda posición de equilibrio,
- 10       - un primer imán (31) y un segundo imán (32) accionadores, dispuestos en una corredera, respectivamente, enfrentados al primer extremo (21) y al segundo extremo (22), presentando cada uno una polaridad magnética en un plano perpendicular al eje YY', estando el primer (31) y el segundo (32) imanes accionadores dispuestos para ser impulsados en traslación simultáneamente en el mismo sentido y paralelamente al eje principal XX' tan pronto como se ejerce una fuerza sobre uno u otro de los primer (31) y segundo (32) imanes, estando el deslizamiento de los primer (31) y segundo (32) imanes, según uno u otro de los sentidos definidos por la dirección del eje principal XX', adaptado para forzar al imán principal (30) a adoptar, respectivamente, la primera posición de equilibrio o la segunda posición de equilibrio.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la polaridad magnética del primer imán (31) forma un ángulo alfa con el eje principal XX', y la polaridad magnética del segundo imán (32) forma con el eje principal XX', un ángulo - alfa, o  $180^\circ + \text{alfa}$ , o  $180^\circ - \text{alfa}$ .

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, en donde el dispositivo (10) comprende un medio de retorno que actúa sobre uno de los primer (31) y segundo (32) imanes de modo que el imán principal (30) sea forzado a adoptar una de las dos posiciones de equilibrio estable cuando no se ejerce ninguna fuerza externa sobre el primer y segundo imanes, comprendiendo el medio de retorno ventajosamente un resorte.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el deslizamiento de uno u otro de los primer y segundo imanes en la dirección del imán principal (30) está limitado, respectivamente, por un primer y un segundo toques, estando el primer y el segundo toques dispuestos para impedir cualquier contacto entre el imán principal (30) y, respectivamente, el primer y el segundo imán.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer imán (31), el segundo imán (32) y el imán principal (30) están alineados a lo largo del eje principal XX'.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo (10) comprende además un primer yugo (50) y un segundo yugo (50') ferromagnéticos dispuestos simétricamente entre sí con respecto a un plano que comprende el eje YY' y el eje principal XX'.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que los primer (50) y segundo (50') yugos comprenden, cada uno, dos extremos dispuestos para formar una carcasa dentro de la cual está sostenido el imán principal (30), siendo la carcasa de forma complementaria al imán principal (30).

8. Dispositivo según las reivindicaciones 6 o 7, en el que se proporciona un espacio entre el primer y el segundo yugo (50'), estando dispuesto dicho espacio para guiar el primer y el segundo imán durante su deslizamiento.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo (10) es bien un convertidor de energía electromagnética o bien un microgenerador electromagnético.

10. Interruptor que comprende un dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9.

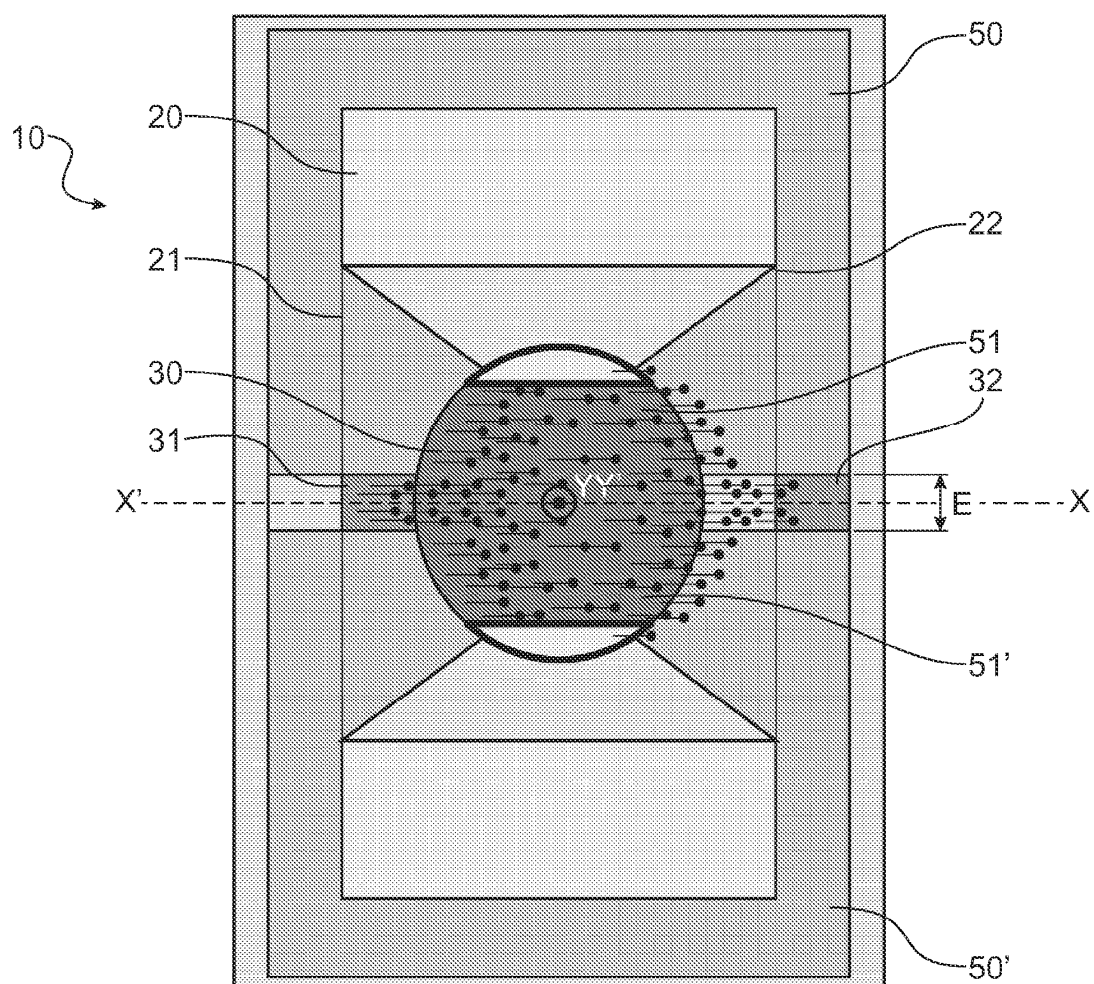
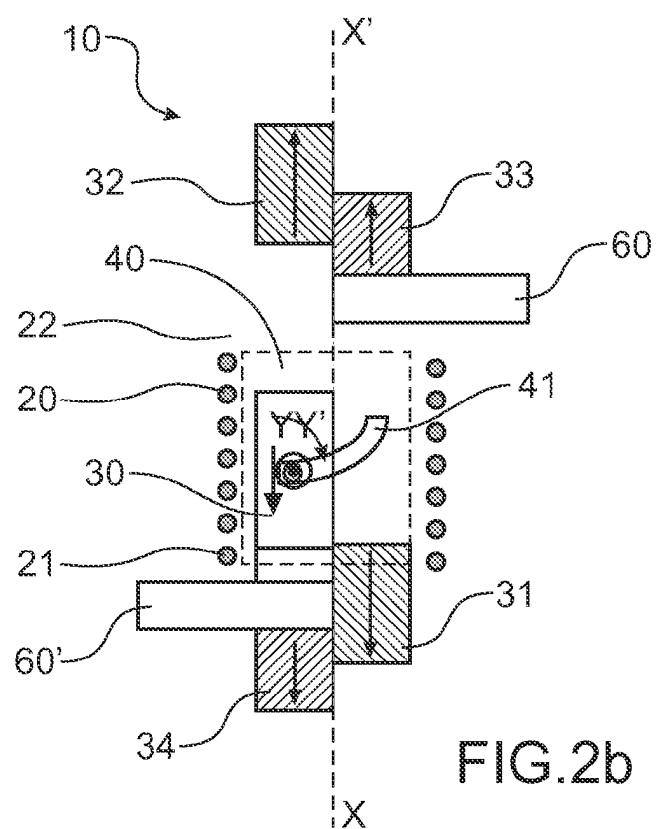
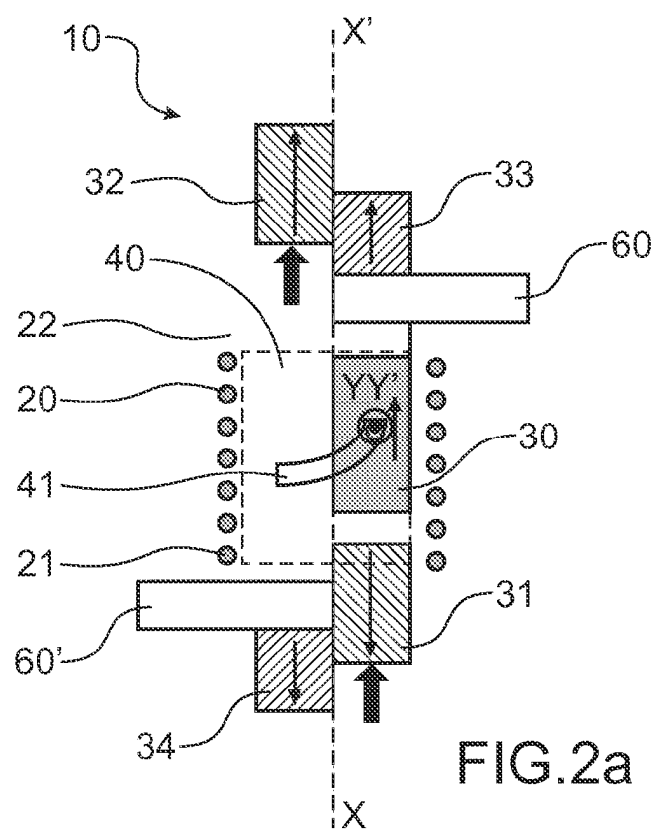


FIG.1



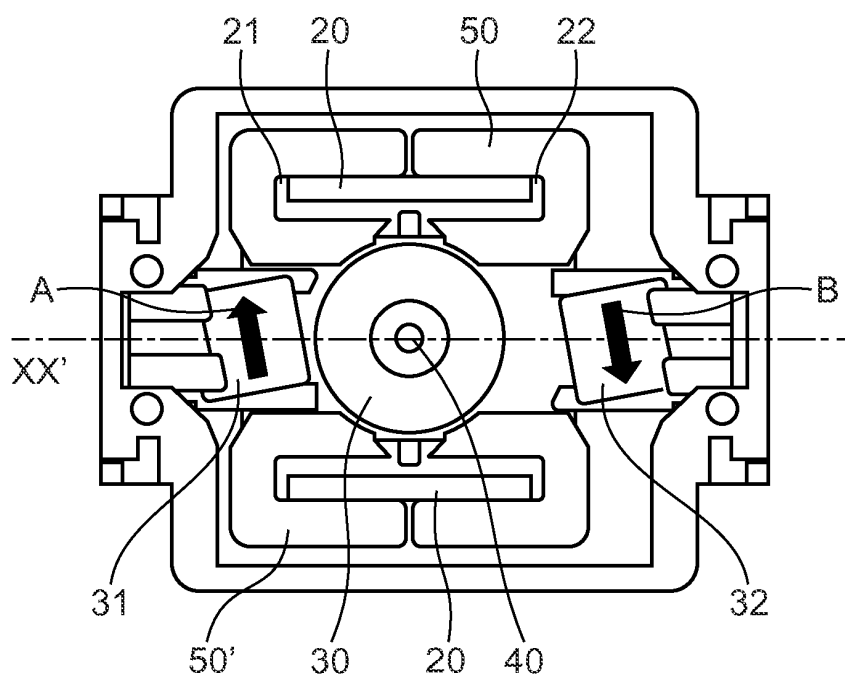


FIG. 3a

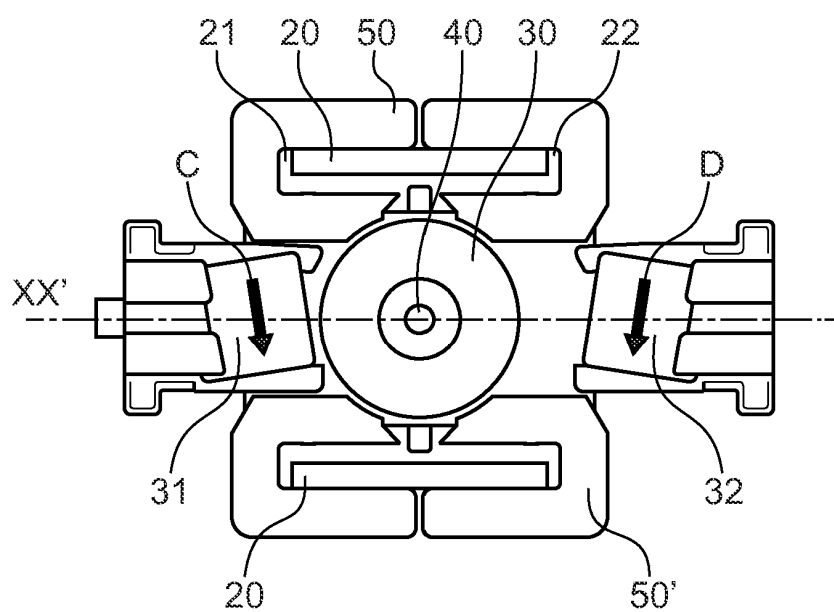


FIG. 3b