

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 246**

51 Int. Cl.:

**H02P 3/22** (2006.01)

**H02P 6/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2016 E 16185618 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3139487**

54 Título: **Sistema de frenado y método de frenado de un motor eléctrico**

30 Prioridad:

**25.08.2015 FR 1557921**

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

**15.04.2021**

73 Titular/es:

**SELNI (100.0%)  
6 Rue Louise Michel  
58000 Nevers, FR**

72 Inventor/es:

**FLOCCO, BRUNO y  
VIDAL, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 819 246 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de frenado y método de frenado de un motor eléctrico

**Campo técnico**

La invención concierne a un sistema de frenado que permite frenar un motor eléctrico.

**5 Técnica anterior**

La técnica anterior comprende especialmente los documentos EP-A1-0920119 y DE-A1-102004014986. El documento EP-A1-0920119 describe un sistema de frenado para un motor eléctrico y el documento DE-A1-102004014986 describe unos medios de enclavamiento de un motor eléctrico.

10 Los motores eléctricos son bien conocidos. Permiten, por ejemplo, utilizar energía eléctrica para hacer girar un árbol motor el cual, a su vez, puede arrastrar, por ejemplo, unas ruedas motrices de un coche, un elemento de cierre (una persiana, por ejemplo). En general, un motor eléctrico comprende un estator fijo que tiene un vaciado central y un rotor que puede girar en el interior del vaciado central del estator. Existen diferentes maneras de hacer girar el rotor en el interior del estator. Consiste un método en utilizar un rotor que comprende un imán y en imponer un campo magnético giratorio en el interior del vaciado central del estator. El imán del rotor experimenta entonces una fuerza que tiende a alinearlo con el campo magnético giratorio del estator. Finalmente, el rotor gira. Para imponer el campo magnético giratorio del estator, un método consiste en utilizar bobinas (o electroimanes) dispuestas a lo largo del estator. Imponiendo una corriente eléctrica específica en cada una de las bobinas, es posible obtener un campo magnético giratorio en el vaciado central del estator. En general, se puede controlar el par de salida del motor eléctrico y la velocidad de giro del rotor con la intensidad y la frecuencia de las corrientes que atraviesan las bobinas. En particular, al cortar la alimentación de corriente a las bobinas, el rotor se para.

15 No obstante, después de haber cesado la alimentación a las bobinas del estator, el rotor sigue girando durante cierto tiempo a causa de su inercia. Por lo tanto, se han desarrollado sistemas de frenado para poder frenar el estator, ya que en muchos casos se desea, e incluso se necesita, tener un control en el final de giro del rotor. En la mayor parte de las situaciones, en efecto, no es posible esperar a que el rotor se detenga por sí mismo una vez que se corta la alimentación a las bobinas.

20 Los sistemas de frenado conocidos presentan ciertos inconvenientes. Para muchos de ellos, es menester prever elementos adicionales específicos tales como, por ejemplo, imanes permanentes dedicados especialmente a una función de freno. Esto encarece y hace más larga y más complicada la fabricación de un motor eléctrico dotado de tal sistema de frenado. Esto aumenta también la ocupación de espacio de tales motores eléctricos. Por otra parte, los sistemas de frenado conocidos, en general, no son lo suficientemente eficaces para permitir una parada rápida del rotor.

**Sumario de la invención**

25 De acuerdo con un primer aspecto, los inventores proponen un sistema de frenado para frenar un motor eléctrico que es simple en su puesta en práctica y que permite tener un poder de frenado adicional con respecto a los sistemas de frenado conocidos.

30 Para este fin, los inventores proponen el siguiente motor eléctrico: motor eléctrico tubular que comprende un rotor apto para girar y que comprende al menos un imán, un estator portador de una pluralidad de bobinas y que presenta un vaciado central para permitir un giro de dicho rotor en el interior de dicho estator y un sistema de frenado de dicho motor eléctrico, dicho motor destaca por que dicho sistema de frenado comprende medios de frenado magnético constituidos a partir de imanes permanentes suplementarios solidarios de una parte del rotor y acoplados magnéticamente a unos imanes permanentes solidarios de una parte del estator, medios de conmutación acoplados a dicha pluralidad de bobinas y medios de mando diseñados para gobernar dichos medios de conmutación para poner en cortocircuito cada una de las bobinas de dicha pluralidad de bobinas.

35 El sistema de frenado de la invención es simple en su puesta en práctica. Tan solo precisa de unos medios de conmutación y de unos medios de mando. Estos medios de mando pueden ser los mismos que los que controlan en general la corriente que circula por las bobinas del estator. Por lo tanto, se reduce acusadamente el número de elementos específicamente dedicados al sistema de frenado de la invención. Esto simplifica la implementación del sistema de frenado y limita los costes asociados.

40 El sistema de frenado de la invención permite tener un poder de frenado adicional con respecto a los sistemas de frenado conocidos. Cuando se decide frenar el motor eléctrico, los medios de mando envían una señal a los medios de conmutación para poner cada una de las bobinas del estator en cortocircuito. Este término es conocido para un experto en la materia. Una bobina comprende en general dos bornes: un borne de entrada de la corriente y un borne de salida de la corriente cuando la bobina es alimentada mediante corriente. Poner en cortocircuito una bobina significa conectar eléctricamente ambos dichos bornes con una resistencia eléctrica lo más pequeña posible. Una vez activado el sistema de frenado de la invención, se cortocircuita cada bobina. Cuando se decide parar el motor

eléctrico, el rotor gira en general. Por lo tanto, cada bobina experimenta una variación de flujo magnético inducida por el giro del rotor. Cada bobina se opone a esta variación creando un contraflujo magnético. En cada bobina, la fuerza electromotriz inducida por la variación de flujo magnético crea una corriente en la bobina y, por tanto, un flujo magnético. Este contraflujo magnético puede ser considerable con el sistema de frenado de la invención, puesto que las bobinas están cortocircuitadas sobre sí mismas (la fuerza electromotriz inducida crea una corriente que puede ser considerable en cada bobina cortocircuitada y, por tanto, un flujo magnético). Los contraflujos creados por las bobinas cortocircuitadas frenan el giro del rotor que comprende un imán.

Este acoplamiento magnético permite proporcionar un frenado suplementario y/o ayudar a mantener el rotor parado cuando las bobinas no están alimentadas eléctricamente. Cuando la energía eléctrica proporcionada a las bobinas es suficiente, el par motor del motor eléctrico es superior al par de frenado proporcionado por el sistema de frenado magnético, lo cual permite el giro del rotor. Por el contrario, cuando la energía eléctrica proporcionada a las bobinas es insuficiente, el par motor es inferior al par de frenado magnético, permitiendo la ralentización del rotor cuando este último está girando. Utilizando además el sistema de frenado según la invención, el frenado es tanto más eficaz.

Preferentemente, el motor eléctrico es un motor eléctrico sin escobillas, muchas veces denominado brushless.

Preferentemente, el imán del rotor es un imán permanente. Preferentemente, los medios de mando están programados para gobernar los medios de conmutación para poner cada bobina en cortocircuito.

Preferentemente, los medios de mando comprenden un controlador. Preferentemente, este controlador es un microcontrolador.

Preferentemente, los medios de conmutación comprenden un interruptor. De acuerdo con una versión aún preferida, los medios de conmutación comprenden un conjunto de varios interruptores. Pueden utilizarse otros medios de conmutación conocidos por un experto en la materia.

Preferentemente, dicha pluralidad de bobinas comprende bobinas aptas para ser alimentadas mediante corrientes desfasadas. De acuerdo con esta variante preferida, hay, pues, diferentes bobinas alimentadas mediante diferentes fases o mediante corrientes desfasadas. Preferentemente, hay tres fases diferentes desplazadas cada una de ellas 120°. Entonces hay, preferentemente, tres bobinas o un múltiplo entero de tres bobinas. En esta forma preferida de realización, las diferentes bobinas alimentadas mediante las diferentes fases son puestas en cortocircuito cuando interesa frenar el motor eléctrico.

Preferentemente, el rotor está constituido a partir de un cilindro de plastoferrita imantado, calado y pegado sobre un árbol.

Por otro lado, el estator está constituido a partir de una pluralidad de coronas ensambladas, incluyendo cada corona un vaciado central para el paso del rotor y una pluralidad de dientes radiales en forma de T que se extienden hacia el centro de dicha corona, recibiendo respectivamente dichos dientes radiales las bobinas.

### **Descripción sucinta de las figuras**

Otras ventajas y características se desprenderán mejor de la subsiguiente descripción de varias variantes de ejecución, dadas a título de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la figura 1 muestra una casa con una puerta dotada de un elemento de cierre;

la figura 2 muestra un ejemplo de motor eléctrico;

la figura 3 muestra una vista en sección de un ejemplo de motor eléctrico según la invención; y

la figura 4 muestra un ejemplo de medios de conmutación y de medios de mando del sistema de frenado de la invención en combinación con otros elementos que permiten controlar la corriente que discurre por unas bobinas de un estator.

Las diferentes figuras no están necesariamente a escala.

### **Descripción detallada de formas preferidas de realización**

De acuerdo con un primer aspecto, la invención concierne a un sistema de frenado para frenar un motor eléctrico 2. Este motor eléctrico 2 se puede utilizar para arrastrar diferentes elementos tales como, por ejemplo: las ruedas de un coche, una cuchilla de un aparato electrodoméstico, un elemento de cierre 1. Son ejemplos de elementos de cierre 1: un estor, una persiana, una cortina. La invención se detalla para el caso en que el motor eléctrico 2 es utilizado para arrastrar un elemento de cierre 1. Un experto en la materia comprenderá sin dificultad que la invención puede ser utilizada cuando el motor eléctrico 2 es empleado para otras aplicaciones.

La figura 1 muestra una casa 30 que comprende una abertura 20. En el ejemplo de la figura 1, la abertura 20 es una

puerta. Otro ejemplo de abertura 20 es una ventana. Un elemento de cierre 1 permite ocultar o cerrar la abertura 20. Son ejemplos de elemento de cierre 1: una persiana, un estor, una celosía, una lona. Este elemento de cierre 1 puede describir un movimiento de despliegue (o movimiento de cierre, de ocultación) que permite cerrar la  
 5       abertura 20. En el ejemplo mostrado en la figura 1, esto corresponde a un movimiento hacia abajo. El elemento de cierre 1, asimismo, puede describir un movimiento de retracción (o movimiento de apertura, de despeje) que permite despejar o liberar la abertura 20. En el ejemplo mostrado en la figura 1, esto corresponde a un movimiento hacia arriba.

En general, el elemento de cierre 1 está acoplado mecánicamente a un motor eléctrico 2 que puede imponerle dichos movimientos de despliegue y de retracción. Se pueden utilizar diferentes tipos de motores eléctricos 2.  
 10       Preferentemente, la salida del motor 2 está acoplada a un reductor (por ejemplo, un reductor epicicloidal) el cual, a su vez, está acoplado mecánicamente al elemento de cierre 1. Preferentemente, hay además un freno mecánico que permite evitar el despliegue del elemento de cierre 1 en defecto de alimentación del motor 2.

Un ejemplo de motor eléctrico 2 que se puede utilizar es un motor asíncrono tubular. Otro ejemplo más reciente de motor eléctrico 2 que se puede utilizar es un motor tubular de imanes permanentes llamado brushless, que funciona  
 15       sin escobillas. Tal motor eléctrico 2 comprende un estator 22 bobinado, en tanto que sobre el rotor 21 se ubican unos imanes, encargándose un sistema electrónico de mando de la conmutación de corriente en los devanados estáticos.

De acuerdo con una variante preferida, el motor eléctrico 2 es un motor eléctrico tubular de imanes permanentes que incluye al menos un rotor 21 constituido a partir de al menos un imán permanente que se extiende a través de un  
 20       estator 22 portador de una pluralidad de bobinas 14, estando dicho estator 22 constituido a partir de una pluralidad de coronas ensambladas, incluyendo cada corona un vaciado central 16 para el paso del rotor 21 y una pluralidad de dientes radiales en forma de T invertida que se extienden hacia el centro de dicha corona, recibiendo respectivamente dichos dientes radiales las bobinas 14, estando la razón entre la superficie de los dientes y la superficie de los espacios entre dichos dientes comprendida entre 0,3 y 0,7. Frente a otros motores eléctricos 2  
 25       conocidos, esta variante preferida presenta las siguientes ventajas: menos voluminoso, par suficiente para desenrollar/enrollar una persiana o estor, menos ruido.

La figura 2 muestra esquemáticamente esta variante preferida del motor eléctrico 2 en combinación con un reductor 3. Este motor eléctrico 2 comprende también dos valonas 23 a ambos lados del estator 22.

La figura 3 muestra una vista en sección de un ejemplo de motor eléctrico 2 según la invención. En este ejemplo, el  
 30       estator 22 comprende tres bobinas 14. Preferentemente, estas tres bobinas 14 pueden ser alimentadas mediante corrientes desfasadas 120° una respecto a otra.

El sistema de frenado de la invención comprende medios de conmutación 11 acoplados a las bobinas 14 del estator 22 y medios de mando 7 diseñados para (por ejemplo, programados para) gobernar dichos medios de conmutación 11 para poner en cortocircuito cada una de dicha pluralidad de bobinas 14. Preferentemente, los  
 35       medios de conmutación 11 están acoplados eléctricamente a las bobinas 14 del estator 22.

La figura 4 muestra un ejemplo de medios de conmutación 11 y de medios de mando 7 del sistema de frenado de la invención en combinación con otros elementos que permiten controlar la corriente que discurre por las bobinas 14 del estator 22.

Se pueden utilizar diferentes tipos de medios de conmutación 11. Los medios de conmutación 11 pueden comprender, por ejemplo, uno o varios interruptores. Los medios de mando 7 pueden ser, por ejemplo, un microcontrolador programado específicamente para controlar los medios de conmutación 11 de modo que estos últimos pueden poner en cortocircuito las bobinas 14 del estator 22 cuando es recibida una señal específica por el microcontrolador.

En el ejemplo mostrado en la figura 4, el motor eléctrico 2 puede ser alimentado mediante tres fases diferentes (u, v, w). Por ejemplo, el motor eléctrico 2 comprende tres bobinas 14 (ejemplo de la figura 3) y cada una de ellas puede ser alimentada mediante una corriente desfasada 120° respecto a la corriente que alimenta otra bobina 14. En este caso, los medios de conmutación 11 son aptos para poner en cortocircuito cada bobina 14 de cada fase.

Además de los medios de conmutación 11 y de los medios de mando 7 del sistema de frenado, la figura 4 muestra elementos que pueden utilizarse para controlar la corriente que circula por las bobinas 14. Estos elementos comprenden:

- al menos un filtro de compatibilidad electromagnética llamado CEM 17,
- un circuito de corrección del factor de potencia 18,
- un circuito de rectificación y de filtrado 19,
- un circuito que incluye transistores bipolares de puerta aislada llamados IGBT 6 (término conocido por un

experto en la materia) con el fin de proporcionar la o las tensiones de alimentación a las bobinas 14,

- un microcontrolador 7 apto para determinar y transmitir las señales de mando al circuito de transistores IGBT 6,
- uno o varios shunts 4 (o bajas resistencias) para medir corrientes que circulan por las bobinas 14. Estas medidas de corriente son útiles para asegurar el control del motor eléctrico 2 por medio del microcontrolador 7;
- otro u otros varios circuitos que pueden ser utilizados, por ejemplo, para conocer la posición angular del rotor 21.

El filtro CEM 17 es preferentemente un filtro que permite reducir e incluso impedir corrientes inducidas en cables que pueden perturbar el funcionamiento de los diferentes elementos. Este filtro CEM 17 puede, por ejemplo, realizar un filtrado frecuencial y/o un filtrado temporal y/o un recorte de crestas de tensión. Otros filtros conocidos por un experto en la materia se pueden utilizar con el fin de suprimir las perturbaciones electromagnéticas en modo conducidas y radiadas. El circuito corrector del factor de potencia 18 permite, de manera usual, eliminar las deformaciones de la red eléctrica sobre la corriente absorbida para evitar la aparición de corrientes armónicas que contaminan la red, por una parte y, por otra, poner en fase la corriente y la tensión. El circuito de rectificación de rectificación y de filtrado 19 permite asegurar la tensión del bus de continua.

Preferentemente, el rotor 21 está constituido a partir de un cilindro de plastoferrita imantado, calado y pegado sobre un árbol. Se entiende por plastoferrita un material compuesto de polvo de ferrita mezclado con un aglutinante termoplástico. Tal cilindro de plastoferrita puede obtenerse por cualquier procedimiento de moldeo y/o de mecanizado de un material de plastoferrita conocido por un experto en la materia. Preferentemente, la pared externa del cilindro de plastoferrita incluye al menos un hueco y/o al menos un vaciado longitudinal. El cilindro de plastoferrita se podría sustituir por un cilindro de Neoplat o Feplast. Asimismo, son posibles otros ejemplos.

Preferentemente, el rotor 21 se extiende entre dos cojinetes, no representados en las figuras 2 y 3.

Además del sistema de frenado de la invención, es posible prever otro sistema de frenado (por ejemplo, un sistema de frenado magnético) para el motor eléctrico 2. Por ejemplo, es posible implantar imanes permanentes suplementarios sobre una parte del rotor 21 que se utilizan como freno magnético. Estos imanes permanentes suplementarios se acoplan magnéticamente a otros imanes permanentes presentes sobre una parte del estator 22. Este acoplamiento magnético permite proporcionar un frenado suplementario y/o ayudar a mantener el rotor 21 parado cuando las bobinas 14 no están alimentadas eléctricamente. Cuando la energía eléctrica proporcionada a las bobinas 14 es suficiente, el par motor del motor eléctrico 2 es superior al par de frenado proporcionado por el sistema de frenado magnético, lo cual permite el giro del rotor 21. Por el contrario, cuando la energía eléctrica proporcionada a las bobinas 14 es insuficiente, el par motor es inferior al par de frenado magnético, permitiendo la ralentización del rotor 21 cuando este último está girando. Utilizando además el sistema de frenado según la invención, el frenado es tanto más eficaz.

La presente invención se ha descrito en relación con formas de realización específicas, que tienen un valor puramente ilustrativo y no deben considerarse como limitativas. De una manera general, la presente invención no está limitada a los ejemplos ilustrados y/o descritos anteriormente. El uso de los verbos "comprender", "comportar", "incluir", o cualquier otra variante, así como sus conjugaciones, no puede excluir en modo alguno la presencia de elementos distintos a los mencionados. El uso del artículo indeterminado "un", "una", o del artículo determinado "el", "la", para introducir un elemento, no excluye la presencia de una pluralidad de estos elementos. Los números de referencia en las reivindicaciones no limitan su alcance.

En resumen, la invención puede describirse asimismo como sigue. Sistema de frenado para frenar un motor eléctrico 2, comprendiendo dicho motor eléctrico 2 un rotor 21 apto para girar y comprendiendo un imán, un estator 22 portador de una pluralidad de bobinas 14, comprendiendo dicho sistema de frenado: medios de conmutación 11 acoplados a dicha pluralidad de bobinas 14 y medios de mando 7 diseñados para gobernar dichos medios de conmutación 11 para poner en cortocircuito cada una de las bobinas de dicha pluralidad de bobinas 14.

**REIVINDICACIONES**

1. Motor eléctrico tubular que comprende:
- un rotor (21) apto para girar y que comprende al menos un imán;
  - un estator (22) portador de una pluralidad de bobinas (14) y que presenta un vaciado central (16) para permitir un giro de dicho rotor (21) en el interior de dicho estator (22);
  - un sistema de frenado de dicho motor eléctrico,
- comprendiendo este sistema de frenado:
- medios de conmutación (11) acoplados a dicha pluralidad de bobinas (14) y
  - medios de mando (7) diseñados para gobernar dichos medios de conmutación (11) para poner en cortocircuito cada una de las bobinas (14) de dicha pluralidad de bobinas (14);
  - caracterizado por que dicho sistema de frenado comprende además unos medios de frenado magnético constituidos a partir de imanes permanentes suplementarios solidarios de una parte del rotor (21) y acoplados magnéticamente a unos imanes permanentes solidarios de una parte del estator (22).
2. Motor eléctrico tubular según la reivindicación anterior, caracterizado por que dichos medios de mando (7) comprenden un microcontrolador.
3. Motor eléctrico tubular según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos medios de conmutación (11) comprenden un interruptor.
4. Motor eléctrico tubular según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho motor eléctrico (2) es apto para alimentar unas bobinas (14) de dicha pluralidad de bobinas (14) con corrientes desfasadas.
5. Motor eléctrico tubular según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el estator (22) comprende tres bobinas (14) respectivamente alimentadas mediante una corriente desfasada 120° con respecto a la corriente que alimenta otra bobina (14).
6. Motor eléctrico tubular según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el rotor (21) está constituido a partir de un cilindro de plastoferrita imantado, calado y pegado sobre un árbol.
7. Motor eléctrico tubular según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el estator (22) está constituido a partir de una pluralidad de coronas ensambladas, incluyendo cada corona un vaciado central (16) para el paso del rotor (21) y una pluralidad de dientes radiales en forma de T que se extienden hacia el centro de dicha corona, recibiendo respectivamente dichos dientes radiales las bobinas (14).

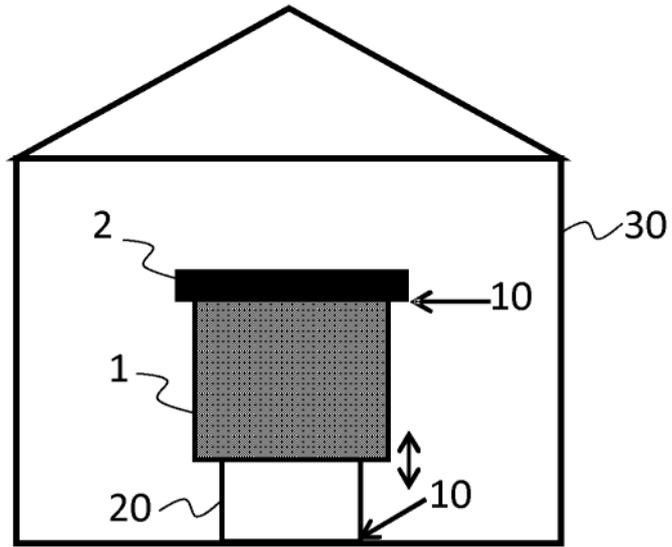


Fig. 1

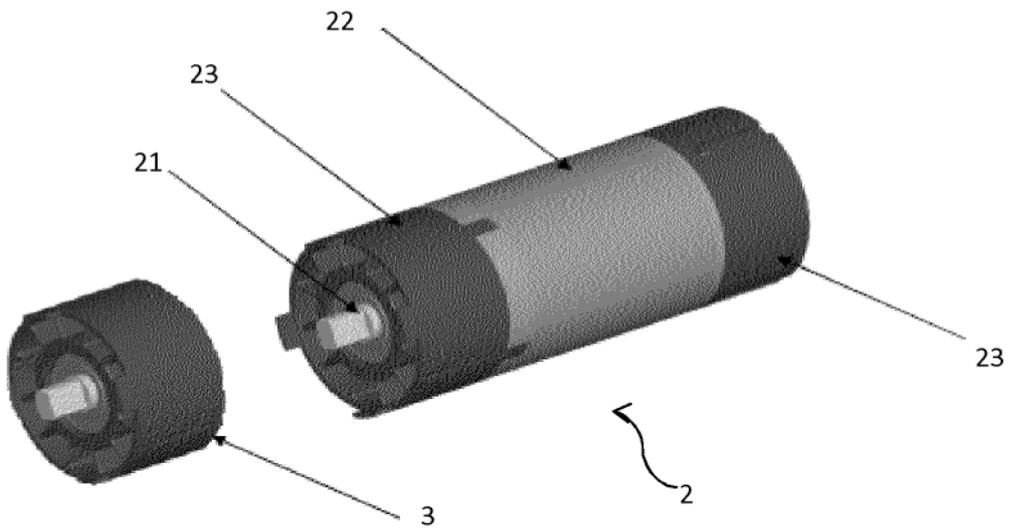


Fig. 2

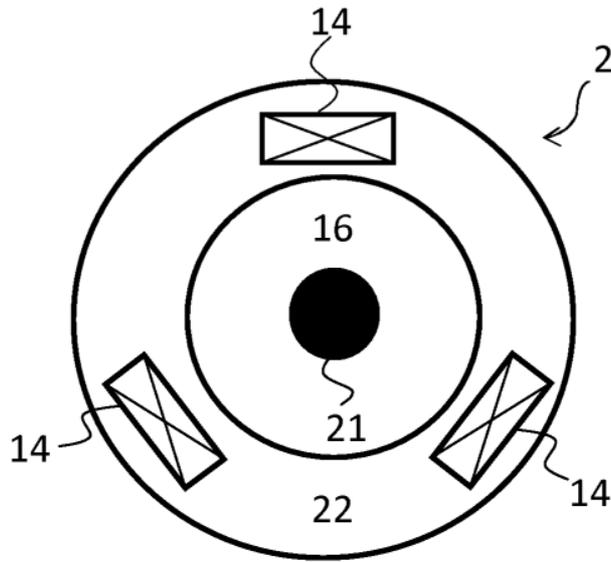


Fig. 3

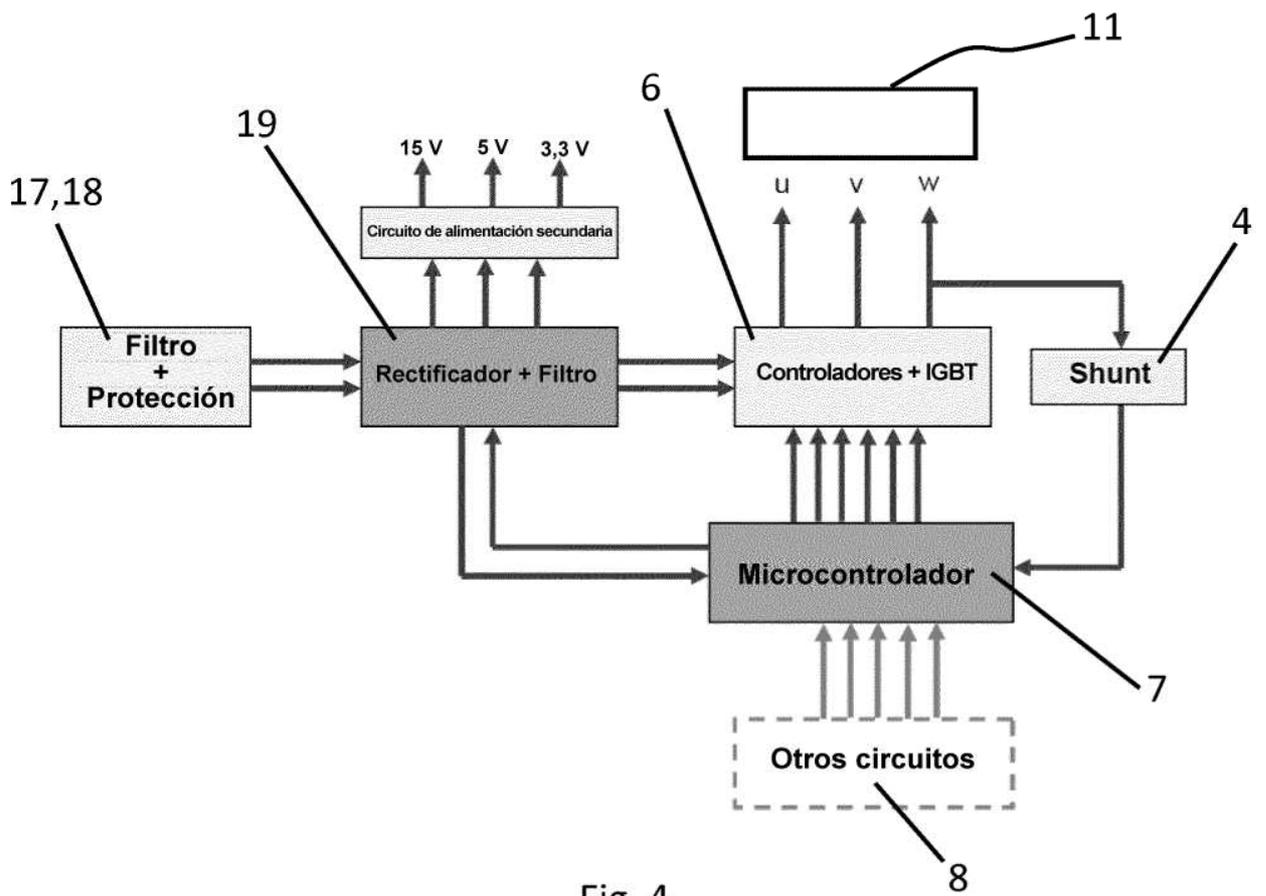


Fig. 4