

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 549**

51 Int. Cl.:

**H01H 3/28** (2006.01)

**H01H 33/38** (2006.01)

**H01H 33/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2010 E 10790459 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2513933**

54 Título: **Actuador electromagnético con acoplamiento magnético y dispositivo de corte que comprende dicho actuador**

30 Prioridad:

**18.12.2009 FR 0906168**

**30.09.2010 FR 1003875**

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

**28.04.2014**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS**

**(100.0%)**

**35 rue Joseph Monier**

**92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**LAURAIRE, MICHEL;**

**KERSUSAN, JEAN-PIERRE y**

**LOIACONO, BERNARD**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 457 549 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**

Actuador electromagnético con acoplamiento magnético y dispositivo de corte que comprende dicho actuador

**Campo técnico de la invención**

5 La invención se refiere a un actuador electromagnético con acoplamiento magnético que comprende un núcleo móvil montado con deslizamiento axial a lo largo de un eje longitudinal en el interior de una corredera magnética entre una posición de acoplamiento y una posición de apertura. El actuador comprende, además, un imán permanente y una bobina que se extiende axialmente a lo largo del eje longitudinal de la corredera. La bobina está destinada a generar un primer flujo magnético de control para desplazar el núcleo móvil desde una posición de apertura a una posición de acoplamiento y un segundo flujo magnético de control que se opone a un flujo de polarización del imán permanente y que permite el desplazamiento del núcleo móvil desde la posición de acoplamiento hacia la posición de apertura.

10 La invención se refiere a un dispositivo de corte que comprende, al menos, un contacto fijo que coopera con, al menos, un contacto móvil destinado a conmutar la alimentación de una carga eléctrica.

**Estado de la técnica anterior**

15 Es conocido el uso de actuadores electromagnéticos con acoplamiento magnético para los controles de apertura y de cierre de un dispositivo de corte, en particular de ampolla de vacío, y se describe en particular en algunas patentes (EP 0867903B1, US 6373675B1).

20 Teniendo en cuenta la geometría del circuito magnético de los diferentes actuadores conocidos, la obtención de las fuerzas útiles para el desplazamiento de los mecanismos de control precisa, por lo general, que se utilicen unos bobinados de control de un gran tamaño o que suministren una potencia eléctrica de control (número de amperios por vuelta) muy grande a causa del bajo rendimiento del actuador electromagnético.

25 Por otra parte, teniendo en cuenta la ubicación del o de los imanes en el circuito magnético, se pueden observar los riesgos de desmagnetización de dichos imanes. En efecto, como se representa en la solicitud de patente WO 95/07542, cuando los imanes están situados en serie en el circuito magnético, el flujo magnético que genera la bobina de control puede oponerse al del imán y provocar al final la desmagnetización de dichos imanes, en particular durante la apertura de los contactos.

Otras soluciones como las que se describen, en particular, en la solicitud de patente WO 2008/135670 precisan unos muy grandes volúmenes de imanes para garantizar el mantenimiento de la posición de cierre incluso durante impactos mecánicos importantes. Estos imanes son, por lo tanto, caros.

30 Algunas soluciones como las que se describen en la solicitud de patente WO 95/07542 presentan riesgos de posición intermedia estable en ausencia de un muelle de retorno suficiente. Pero no es deseable tener posiciones estables del actuador que no sean las posiciones abierto y cerrado. Para resolver este problema, se utilizan unos muelles de retorno sobredimensionados para la apertura de los actuadores lo que implica una necesidad de energía adicional para el cierre de dichos actuadores (fase de retorno).

35 Por último, las soluciones como las que se describen en la patente EP 1012856B1 exigen el uso de dos bobinas diferentes, una para el cierre y la otra para la apertura imponiendo de este modo un coste adicional.

**Exposición de la invención**

La invención pretende, por lo tanto, resolver los inconvenientes del estado de la técnica, de tal modo que propone un actuador electromagnético con alta eficiencia energética.

40 El imán permanente del actuador electromagnético según la invención está situado sobre el núcleo móvil de tal modo que está al menos en parte fuera del circuito magnético fijo por el cual circula el primer flujo magnético de control cuando el núcleo móvil está en una posición de apertura, y está al menos en parte en el interior del circuito magnético fijo utilizado para la circulación del flujo magnético de polarización que genera el imán cuando el núcleo móvil está en una posición de acoplamiento de polarización generado por el imán cuando el núcleo móvil está en una posición de acoplamiento.

45 Según un primer modo de desarrollo de la invención, el imán permanente es de imantación radial perpendicular al eje longitudinal de la corredera.

50 De manera ventajosa, la corredera comprende un manguito interno que se extiende alrededor del núcleo móvil, encontrándose situado el imán permanente sobre el núcleo móvil de tal modo que está al menos en parte frente al manguito interno de la corredera magnética cuando el núcleo móvil está en la posición de acoplamiento.

De preferencia, el manguito interno se extiende por una distancia de recubrimiento situada frente al imán permanente en la posición de acoplamiento.

De preferencia, el manguito interno está separado del núcleo móvil por un entrehierro deslizante radial que se mantiene uniforme durante el desplazamiento en traslación del núcleo móvil.

Según un segundo modo de desarrollo de la invención, el imán permanente es de imantación axial alineado a lo largo del eje longitudinal de la corredera.

- 5 Según un modo particular de realización, el imán permanente está situado sobre el núcleo móvil de tal modo que está completamente en el exterior de la corredera magnética cuando el núcleo móvil está en una posición de apertura.

- 10 Según un modo particular de realización, el imán permanente está situado sobre el núcleo móvil de tal modo que está completamente en el interior de la corredera magnética cuando el núcleo móvil está en una posición de apertura.

Según una variante de realización, el actuador comprende una tapa de un material no ferromagnético en la cara externa de la corredera magnética de tal modo que recubre todo el núcleo móvil en la posición de apertura.

- 15 Según una variante de realización, el núcleo móvil comprende una superficie radial destinada a pegarse contra la corredera magnética en la posición de acoplamiento, siendo dicha superficie inferior a una sección media de dicho núcleo.

De preferencia, el actuador electromagnético comprende al menos un muelle de retorno que se opone al desplazamiento de dicho núcleo desde su posición de apertura hacia su posición de acoplamiento.

Según un modo particular de realización, el núcleo móvil magnético está acoplado a un elemento de accionamiento no magnético que se extiende a lo largo del eje longitudinal.

- 20 De manera ventajosa, el actuador electromagnético comprende un manguito móvil que se puede accionar manualmente o por medio de un actuador electromagnético.

El dispositivo de corte según la invención comprende al menos un actuador electromagnético tal como se ha definido con anterioridad para accionar dicho, al menos, un contacto móvil.

#### **Breve descripción de las figuras**

- 25 Se mostrarán de manera más clara otras ventajas y características de la descripción que viene a continuación de unos modos particulares de realización de la invención, que se dan a título de ejemplos no limitativos, y se representan en los dibujos adjuntos, en los que:

las figuras 1A y 1B representan unas vistas en sección del actuador electromagnético en fase de cierre en dos posiciones de funcionamiento según un primer modo de realización de la invención;

- 30 las figuras 2A y 2B representan unas vistas en sección del actuador electromagnético en fase de apertura en dos posiciones de funcionamiento según un primer modo de realización de la invención;

las figuras 3A y 3B representan unas vistas en sección del actuador electromagnético en fase de cierre en dos posiciones de funcionamiento según una variante de realización según las figuras 1A y 1B;

- 35 las figuras 4A y 4B representan unas vistas en sección del actuador electromagnético en fase de cierre en dos posiciones de funcionamiento según un segundo modo de realización de la invención;

las figuras 5A y 5B representan unas vistas en sección del actuador electromagnético en fase de cierre en dos posiciones de funcionamiento según una variante de realización según las figuras 1A y 1B;

las figuras 6 y 7 representan unas vistas en sección de unas variantes de realización del actuador electromagnético según las figuras 1A y 2A;

- 40 las figuras 8, 9 y 10 representan unas vistas en sección de unas variantes de realización del actuador electromagnético según los modos de realización de la invención;

las figuras 11A y 11B representan unas vistas en sección de una variante de realización del actuador electromagnético en la posición cerrada según la figura 1A;

- 45 la figura 12 representa una vista de un esquema sinóptico del actuador electromagnético acoplado a un dispositivo de corte.

**Descripción detallada de un modo de realización**

Según un primer modo de realización tal como se presenta en las figuras 1A y 1B, el actuador electromagnético 1 con acoplamiento magnético comprende un circuito magnético fijo de un material ferromagnético.

5 El circuito magnético fijo comprende una corredera 20 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal Y. La corredera 20 del circuito magnético comprende en sus extremos opuestos un primer y un segundo platillos 22, 24 paralelos. Los platillos 22, 24 se extienden perpendicularmente al eje longitudinal Y de la corredera 20.

De preferencia, la corredera 20 está compuesta por dos placas de un material ferromagnético alargadas y situadas una con respecto a la otra de tal modo que dejen libre un espacio interno. Las dos placas se mantienen paralelas mediante el primer y el segundo platillos 22, 24 colocados respectivamente en los extremos de dichas placas.  
10 Dichos platillos están fabricados en un material ferromagnético. Según un modo particular de realización, la corredera 20 de forma paralelepípedica comprende, al menos, dos caras abiertas sobre el espacio interno.

Según otro ejemplo de realización, las dos placas y el primer platillo 22 pueden ser una única y misma pieza obtenida mediante plegado, mecanizado o sinterización. Por otra parte, dichos platillos se podrían realizar mediante un apilamiento de chapas laminadas con el fin de reducir las corrientes inducidas y las pérdidas asociadas. Este conjunto puede ser paralelepípedico o con simetría axial.  
15

El actuador electromagnético comprende, al menos, una bobina de control 30 fija montada, de preferencia, sobre una funda 32 aislante en el interior de la corredera 20. Dicha al menos una bobina se extiende axialmente entre el primer platillo 22 y el segundo platillo 24.

20 El actuador electromagnético comprende un núcleo 16 móvil montado con deslizamiento axial en la dirección de un eje longitudinal de la corredera 20.

El núcleo 16 móvil está situado en el interior de la bobina. El desplazamiento del núcleo móvil 16 se realiza de este modo en el interior de la bobina de control 30, entre dos posiciones de funcionamiento llamadas de aquí en adelante posición de acoplamiento PAc y posición de apertura PAp.

Dicha al menos una bobina 30 está destinada a generar en el circuito magnético en la posición de apertura PAp un primer flujo magnético de control  $\phi C1$  de tal modo que desplace el núcleo 16 móvil desde la posición de apertura PAp a la posición de acoplamiento PAc. Por otra parte, dicha al menos una bobina 30 está destinada a generar en el circuito magnético en la posición de acoplamiento PAc, un segundo flujo magnético de control  $\phi C2$  adaptado para facilitar el desplazamiento del núcleo 16 móvil desde su posición de acoplamiento PAc a su posición de apertura PAp.  
25

30 De preferencia, el núcleo 16 móvil está compuesto por un cilindro de un material ferromagnético.

Una primera cara radial del cilindro está destinada a estar en contacto con el primer platillo 22 cuando el núcleo está en la posición de funcionamiento denominada de acoplamiento PAc. Un primer entrehierro  $e1$  axial corresponde al intervalo entre el primer platillo 22 y el núcleo 16 móvil. Este entrehierro es máximo cuando el núcleo móvil está en la posición de apertura PAp tal como se representa en la figura 1A. Este entrehierro es nulo o muy pequeño cuando el núcleo móvil está en la posición de acoplamiento PAc tal como se representa en la figura 1B.  
35

Una segunda cara radial del cilindro está destinada, de preferencia, a situarse sustancialmente en el exterior del espacio que forman la corredera y los platillos cuando el núcleo está en la posición de funcionamiento denominada de apertura PAp.

40 El núcleo móvil 16 comprende un imán 14 permanente. Este imán 14 permanente puede ser único y/o anular y/o estar formado por varios imanes paralelepípedicos situados uno junto al otro en la periferia del núcleo. El espesor del imán se calibra para optimizar su funcionamiento magnético sabiendo que su eficacia está vinculada a la relación entre su espesor y las longitudes de entrehierro presentes en el circuito magnético en la posición para la cual se busca su eficacia máxima.

45 El imán 14 permanente está destinado a generar un flujo de polarización  $\phi U$  que da lugar a una fuerza magnética de acoplamiento FA que mantiene pegado el núcleo 16 móvil contra el primer platillo 22 cuando dicho núcleo está en posición de acoplamiento PAc.

50 Cuando el núcleo 16 móvil está en posición de acoplamiento PAc, este último se mantiene pegado contra el primer platillo 22 mediante la fuerza magnética de acoplamiento FA a causa de un flujo de polarización  $\phi U$  generado por el imán 14 permanente. El núcleo 16 móvil está destinado a ser empujado a la posición de apertura PAp por al menos un muelle de retorno 36. La fuerza de retorno FR del muelle de retorno 36 tiende a oponerse a la fuerza magnética de acoplamiento FA que genera el imán permanente 14. En la posición de acoplamiento PAc, la intensidad de la fuerza magnética de acoplamiento FA es de una intensidad superior a la fuerza de retorno antagonista de dicho al menos un muelle de retorno 36.

- Con el fin de garantizar un determinado nivel de resistencia a los impactos sin que se abra el circuito magnético, la fuerza magnética de acoplamiento FA se calcula por lo general de tal modo que se oponga no solo la fuerza de retorno FR sino también las fuerzas de desprendimiento vinculadas a los impactos y/o a las aceleraciones que experimenta el actuador en la posición cerrada. Estas fuerzas de desprendimiento que dependen del nivel de resistencia a los impactos buscada y de las masas en movimiento, se añaden a la de la fuerza de retorno FR.
- El núcleo 16 móvil magnético está acoplado a un elemento de accionamiento no magnético 18 que atraviesa axialmente una abertura 17 practicada en el primer platillo 22. El núcleo 16 y el elemento de accionamiento 18 forman el equipo móvil del actuador 1. A título de ejemplo, el elemento de accionamiento no magnético 18 está destinado a controlar una ampolla de vacío.
- Según todos los modos de realización de la invención, la posición axial del imán 14 sobre el núcleo 16 móvil se realiza de tal modo que en la posición de apertura PAp, dicho imán se sitúe, todo o en parte, fuera del circuito magnético fijo utilizado para la circulación del primer flujo magnético de control  $\phi C1$  que genera la bobina 30. El flujo magnético de polarización  $\phi U$  del imán no interviene o apenas lo hace en el cierre del actuador, en particular en el desplazamiento del núcleo 16 desde la posición de apertura PAp tras una posición de acoplamiento PAc.
- Por otra parte, según todos los modos de realización de la invención, la posición axial del imán 14 sobre el núcleo 16 móvil también se realiza de tal modo que en la posición de acoplamiento PAc, dicho imán esté situado, todo o en parte, en el interior del circuito magnético fijo utilizado para la circulación del flujo magnético de polarización  $\phi U$  que genera el imán 14. El flujo magnético de polarización  $\phi U$  del imán interviene entonces de manera eficaz para mantener el núcleo 16 en la posición de acoplamiento PAc.
- Según un primer modo de realización que se presenta en las figuras 1A-1B y 2A-2B, el imán permanente 14 es de imantación perpendicular al sentido de desplazamiento de dicho núcleo. Tal como se presenta en la figura 1A, el imán está representado, de preferencia, totalmente fuera del circuito magnético utilizado para la circulación del primer flujo magnético de control  $\phi C1$ . Según este modo de realización, dicho imán está situado en el interior del espacio interno de la corredera magnética. Esta ubicación relativa del imán 14 con respecto a la cara externa del segundo platillo 24 ofrece la posibilidad de graduar el aporte del flujo magnético del imán en la fase de cierre del actuador. Según este modo de realización, la cara interna del segundo platillo 24 comprende un manguito 46 interno que se extiende parcialmente en un espacio anular realizado coaxialmente alrededor del núcleo 16 móvil. El núcleo móvil está entonces separado de dicho manguito 46 por un segundo entrehierro deslizante e2 radial que se mantiene sustancialmente uniforme durante el desplazamiento en traslación del núcleo 16 móvil. De preferencia, el manguito 46, en posición de acoplamiento PAc, cubre al núcleo 16 móvil en una distancia de recubrimiento L. El manguito 46 es, de preferencia, de forma tubular en un material ferromagnético. Este puede ser parte integrante del platillo o estar fijado a este último mediante unos medios de fijación. El entrehierro deslizante e2 y la distancia de recubrimiento L entre el núcleo 16 móvil y el manguito 46 se regulan de tal modo que la reluctancia del conjunto del circuito magnético 20 sea lo más baja posible y en todo el recorrido del núcleo móvil 16 entre las dos posiciones de funcionamiento. Además, para optimizar el funcionamiento del imán en la posición de acoplamiento PAc esta distancia L debe permitir un recubrimiento total del imán en esta posición. Según este modo de realización de la invención, el muelle de retorno 36 está, de preferencia, situado en el exterior de la corredera 20. Este comprende una primera cara de apoyo sobre un primer soporte externo como un bastidor 100 y comprende una segunda cara de apoyo sobre un tope 19 colocado sobre el elemento de accionamiento 18. En la posición de apertura PAp, dicho tope 19 se apoya sobre el segundo soporte externo. A título de ejemplo, el segundo soporte externo puede, en particular, formar parte de la cara externa del primer platillo 22. Esta ubicación longitudinal del tope 19 sobre el elemento de accionamiento 18 permite controlar la longitud del desplazamiento del equipo móvil del actuador 1. El mantenimiento en la posición de apertura se garantiza mediante el muelle de retorno.
- Dicha al menos una bobina 30 está destinada a generar en el circuito magnético en la posición de apertura PAp un primer flujo magnético de control  $\phi C1$  que tiende a oponerse a la acción del muelle de retorno 36 de tal modo que desplace el núcleo 16 móvil desde su posición de apertura PAp a su posición de acoplamiento PAc. Las figuras 1A y 1B representan respectivamente el accionador, por una parte, al inicio de la fase de cierre y, por otra parte, al final de la fase de cierre.
- Dicha al menos una bobina 30 también está destinada a generar en el circuito magnético en la posición de acoplamiento PAc un segundo flujo magnético de control  $\phi C2$  que se opone al flujo de polarización  $\phi U$  del imán permanente 14 de tal modo que libere al núcleo 16 móvil y permita su desplazamiento desde la posición de acoplamiento PAc hacia la posición de apertura PAp. Las figuras 2A y 2B representan respectivamente al actuador, por una parte, en el inicio de la fase de apertura y, por otra parte, al final de la fase de apertura. El desplazamiento del núcleo móvil 16 desde la posición de acoplamiento PAc hacia la posición de apertura PAp se hace bajo la acción de dicho al menos un muelle de retorno 36.
- Según una variante del primer modo de realización tal como se representa en las figuras 3A y 3B, el imán 14 con imantación radial está situado fuera del circuito magnético fijo utilizado para la circulación del primer flujo magnético de control  $\phi C1$  estando al mismo tiempo situado en el interior del espacio interno de la corredera magnética. El flujo magnético de polarización  $\phi U$  del imán no interviene o apenas lo hace en el cierre del actuador, en particular en el desplazamiento del núcleo 16 desde la posición de apertura PAp tras la posición de acoplamiento PAc. Según este

modo de realización, dicho imán está siempre en el interior del espacio interno de la corredera 20 del actuador sea cual sea la posición de funcionamiento del núcleo. De este modo, en la posición de acoplamiento y en la posición de apertura, el imán se encuentra protegido de los sucesos externos. La sección del núcleo que vuelve a entrar en contacto con el circuito magnético en la posición de cierre es reducida con respecto a la sección de dicho núcleo. De este modo, la reluctancia del circuito magnético en la posición de cierre se reduce lo que permite mejorar la eficacia del actuador al reducir las energías de apertura y de cierre. Así pues, un valor de la superficie de contacto entre el núcleo y el primer platillo se puede adaptar en función de las necesidades.

Según una segunda variante del primer modo de realización tal como se representa en la figura 6, en la posición de apertura PAp, una parte minoritaria del imán está situada parcialmente dentro del circuito magnético utilizado para la circulación del flujo magnético de control  $\phi C1$ . Una parte minoritaria el imán está colocada en el interior del espacio interno de la corredera magnética. Por otra parte, el imán está de preferencia representado parcialmente en el circuito magnético de tal modo que el flujo de polarización  $\phi U$  del imán circula por el circuito magnético y participa de este modo en el cierre del actuador electromagnético 1.

Según otra variante del primer modo de realización tal como se representa en la figura 7, el imán 14 está situado en la posición de acoplamiento PAc de tal modo que una parte del segundo flujo de control  $\phi C2$  de la bobina se opone al flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 sin atravesar este último. La eficacia de la bobina de control 30 aumenta. Una parte minoritaria del imán no está situada dentro del circuito magnético utilizado para la circulación del segundo flujo magnético de control  $\phi C2$ . Como se ha representado, en la posición de acoplamiento PAc, una parte del manguito 46 se extiende más allá del imán. Sin embargo, esta variante facilita un nuevo corte local del flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 que reduce de este modo su eficacia. Por otra parte, según un modo particular de realización no representado de esta variante, la parte del manguito 46 que se extiende más allá del imán está separada del núcleo por un entrehierro deslizante con un espesor ajustable. Este entrehierro ajustable permite, en particular, evitar un cortocircuito del flujo del imán cuando el núcleo está en la posición de acoplamiento PAc.

Todas las variantes descritas con anterioridad se pueden desarrollar de manera independiente o de forma simultánea.

Según un segundo modo de realización de la invención tal como se presenta en las figuras 4A y 4B, el imán permanente 14 es de imantación alineada en el sentido de desplazamiento de dicho núcleo. Dicho imán está representado en su totalidad fuera del circuito magnético utilizado para la circulación del primer flujo magnético de control  $\phi C1$ . Según este modo de realización, dicho imán está, de preferencia, colocado en el exterior del espacio interno de la corredera magnética. Esta posición relativa del imán 14 con respecto a la cara externa del segundo platillo 24 ofrece la posibilidad de graduar el aporte del flujo magnético del imán en la fase de cierre del actuador. Según este modo de realización, la cara interna del segundo platillo 24 comprende un manguito 46 interno que se extiende parcialmente por un espacio anular realizado coaxialmente alrededor del núcleo 16 móvil. El núcleo 16 móvil está entonces separado de dicho manguito 46 por un segundo entrehierro deslizante e2 radial que se mantiene sustancialmente uniforme durante el desplazamiento en traslación del núcleo 16 móvil.

De preferencia, como se representa en la figura 4B, el manguito 46, en la posición de acoplamiento PAc, cubre al núcleo 16 móvil en una distancia de recubrimiento L. El manguito 46 es, de preferencia, de forma tubular en un material ferromagnético. Este puede ser parte integrante del platillo o estar fijado a este último mediante unos medios de fijación. El entrehierro deslizante e2 y la distancia de recubrimiento L entre el núcleo 16 móvil y el manguito 46 están regulados de tal modo que el primer flujo magnético de control  $\phi C1$  que genera la bobina no atraviesa el imán durante toda la fase de cierre, es decir cuando el núcleo pasa de la posición de apertura PAp a la posición de acoplamiento PAc.

Según una variante de realización del segundo modo de realización tal como se presenta en las figuras 5A y 5B, el imán 14 con imantación axial está situado fuera del circuito magnético fijo utilizado para la circulación del primer flujo magnético de control  $\phi C1$  estando al mismo tiempo situado en el interior del espacio interno de la culata magnética. El flujo magnético de polarización  $\phi U$  del imán no interviene o apenas lo hace en el cierre del actuador, en particular en el desplazamiento del núcleo 16 desde la posición de apertura PAp a la posición de acoplamiento PAc. Según este modo de realización, dicho imán está siempre en el interior del espacio interno de la corredera 20 del actuador sea cual sea la posición de funcionamiento del núcleo. De este modo, en la posición de acoplamiento PAc y en la posición de apertura PAp, el imán se encuentra protegido de los sucesos externos. La sección del núcleo que vuelve a entrar en contacto con el circuito magnético en la posición de cierre es reducida con respecto a la sección de dicho núcleo. De este modo la reluctancia del circuito magnético en la posición de cierre se reduce lo que permite mejorar la eficacia del actuador al reducir las energías de apertura y de cierre. Así pues, un valor de la superficie de contacto entre el núcleo y el primer platillo se puede adaptar en función de las necesidades. Con el fin de no aumentar la reluctancia del núcleo móvil 16 y reducir la eficacia energética del actuador, dicho núcleo comprende una derivación magnética. Dicho de otro modo, el imán está constituido por un anillo o por un disco de sección inferior a la del núcleo. Además, debido a la presencia de la derivación magnética, se reducen mucho los riesgos de desmagnetización del imán.

Según una variante no representada del primer y del segundo modos de realización, el imán se sustituye, de preferencia, por una porción de material imantable como el acero duro de tipo ANILCO.

La invención se refiere a un dispositivo de corte 22 que comprende un actuador electromagnético 1 tal como se ha definido con anterioridad. Tal como se representa en la figura 12 y a título de ejemplo de realización, el dispositivo de corte 22 es un disyuntor que comprende, en particular, al menos una ampolla 2. Esta ampolla 2 puede ser una ampolla de vacío o una cámara de corte clásica de disyuntor. Para pasar de una posición de apertura a una posición de cierre de los contactos de dicha al menos una ampolla 2, el funcionamiento del dispositivo de accionamiento electromagnético 1 es el siguiente. Una primera fuerza de apertura FR que aplica el muelle de retorno 36 sobre el núcleo móvil 16 por medio de un elemento de accionamiento no magnético 18 tiende a mantener al núcleo móvil 16 en una posición de apertura, estando los contactos en posición abierta. Cuando se alimenta la bobina 30, esta genera un primer flujo de control  $\phi C1$  que produce entonces una fuerza de cierre electromagnética. En cuanto la fuerza de cierre FCE es superior a la primera fuerza de apertura FR, el núcleo móvil 16 se desplaza desde su posición de apertura PAp hacia su posición de acoplamiento PAc. Al cabo de un determinado recorrido que corresponde a la apertura de los contactos, este núcleo encuentra una segunda fuerza de apertura FP que corresponde a la fuerza de presión aplicada sobre los contactos de dicha al menos una ampolla 2. El núcleo deberá entonces comprimir estos muelles de presión de contacto 37 en el recorrido que le falta recorrer para obtener la posición de acoplamiento PAc y que corresponde a la protección de desgaste de los contactos. El trabajo almacenado por el núcleo durante su desplazamiento desde la posición de apertura a la posición de impacto de los polos debe ser suficiente para garantizar un cierre directo (sin pararse) de los contactos con el fin de evitar los riesgos de soldadura de estos. Es la razón por la que los valores respectivos de la segunda fuerza de apertura FR, del recorrido de apertura y de la potencia inyectada en la bobina se deben optimizar de tal modo que se obtenga este cierre directo del núcleo.

Cuando el núcleo móvil 16 está en la posición de acoplamiento PAc tal como se representa, por ejemplo, en la figura 1B, la alimentación de la bobina está cortada. La fuerza magnética de acoplamiento FA debida al flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 es entonces de una intensidad superior a la suma de las fuerzas de retorno vinculadas a la primera y a la segunda fuerzas de apertura FR y FP.

La fuerza magnética de acoplamiento FA se calcula, por lo general, con el fin de que, por una parte, se oponga a la primera y a la segunda fuerzas de apertura FR y FP y, por otra parte, se oponga a las fuerzas de desprendimiento vinculadas a los impactos que experimenta el actuador en la posición cerrada. Las fuerzas de desprendimiento se añaden a las de la primera y segunda fuerzas de apertura FR y FP.

Para pasar de una posición de cierre a una posición de apertura de los contactos de dicha al menos una ampolla 2, dicho de otro modo de la posición de acoplamiento PAc a la posición de apertura PAp del núcleo móvil 16, el funcionamiento del dispositivo de accionamiento electromagnético 1 es el siguiente. Se aplican dos fuerzas antagonistas sobre el núcleo móvil 16; una fuerza magnética de acoplamiento FA debida al flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 y a la suma de las fuerzas de apertura FR, FP que son el resultado de las fuerzas que aplican los muelles de retorno 36 y de las presiones de polos 37. La fuerza magnética de acoplamiento FA es entonces de una intensidad superior a las fuerza de apertura FR + FP.

La bobina de control 30 se alimenta entonces para generar un segundo flujo de control. Este segundo flujo de control circula en un sentido opuesto al flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 para de este modo reducir la fuerza magnética de acoplamiento FA. En cuanto la fuerza de apertura (FR + FP) se vuelve superior a la fuerza magnética de acoplamiento FA, el núcleo móvil 16 se desplaza desde su posición de acoplamiento PAc hacia su posición de apertura PAp accionando de este modo la apertura de los contactos. Esta apertura se hace de forma franca y continua debido a la propia geometría del actuador que no presenta ninguna posición intermedia estable.

Según una variante de realización tal como se representa en las figuras 11A y 11B, el actuador electromagnético comprende un manguito móvil 47 de un material ferromagnético. El eje longitudinal de dicho manguito se confunde con el del núcleo móvil 16. Como se representa en la figura 11A, dicho manguito está situado en una primer posición de funcionamiento de tal modo que no forma parte del circuito magnético y este flujo de polarización  $\phi U$  del imán 14 no circula a través del manguito cuando el actuador está en su posición de apertura PAp. Como se representa en la figura 11B, dicho manguito puede estar situado en una segunda posición de funcionamiento de tal modo que forme parte del circuito magnético cuando el actuador está en su posición de acoplamiento PAc. A título de ejemplo de realización, el manguito móvil 47 está en esta segunda posición, apoyado contra la cara externa del segundo platillo 24. En esta segunda posición, el manguito permite desviar una parte del flujo del imán 14 reduciendo de este modo su eficacia en cuanto al mantenimiento del núcleo móvil 16 en la posición de acoplamiento PAc, y permitiendo de este modo el desplazamiento del núcleo móvil 16 desde su posición de acoplamiento PAc hacia su posición de apertura PAp. El desplazamiento del manguito móvil 47 se puede accionar por medio de un mecanismo controlado manualmente cuando falla la energía necesaria para volver a abrir el actuador. El desplazamiento del manguito móvil 47 también se podría realizar por medio de un actuador electromagnético. Se puede accionar la bobina de dicho actuador en lugar de la bobina 30 para realizar la apertura del núcleo.

En el caso del control de al menos una ampolla de vacío o de un disyuntor mediante el actuador principal que es objeto de esta patente, el segundo actuador que permite el desplazamiento del manguito también se puede controlar en caso de defecto por sobrecarga o de cortocircuito en la instalación eléctrica protegida por la al menos una ampolla o el disyuntor.

Según otra variante de realización tal como se representa en la figura 9, una tapa no magnética se sitúa en la superficie externa del segundo platillo 24 de tal modo que se protege al imán del polvo metálico o no.

5 Según una variante de realización tal como se presenta en la figura 8, la sección del núcleo móvil 16 en su extremo situado en el lado del primer platillo 22 se puede reducir a una pequeña altura con el objetivo de aumentar la fuerza de retención generada por el imán 14. Esta reducción se puede realizar en el eje del núcleo o en su periferia. La localización particular de esta reducción de sección del núcleo permite aumentar la fuerza de adhesión del núcleo 16 sin alterar su eficacia durante su movimiento de cierre desde la posición de apertura PAp hacia la posición de acoplamiento PAc.

10 Según una variante de realización tal como se presenta en la figura 10, el actuador electromagnético comprende un núcleo fijo 67 colocado en el interior del espacio interno de la corredera magnética contra la cara interna del primer platillo 22. El núcleo fijo 67, en un material ferromagnético, puede ser o no parte integrante de dicho platillo. El núcleo fijo 67 al concentrar el flujo de la bobina de control aumenta su eficacia.

Según todos los modos de realización, el núcleo puede presentar una forma paralelepípedica. Por otra parte, el actuador electromagnético puede comprender unas geometrías con formas asimétricas.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Actuador electromagnético con acoplamiento magnético que comprende:

- un núcleo (16) móvil montado con deslizamiento axial según un eje longitudinal (Y) en el interior de una corredera (20) magnética entre una posición de acoplamiento (PAc) y una posición de apertura (PAp);
- al menos un imán permanente (14);
- al menos una bobina (30) que se extiende axialmente según el eje longitudinal (Y) de la corredera (20), y que está destinada a generar:
  - un primer flujo magnético de control ( $\phi C1$ ) para desplazar el núcleo (16) móvil desde una posición de apertura (PAp) a una posición de acoplamiento (PAc);
  - un segundo flujo magnético de control ( $\phi C2$ ) que se opone a un flujo de polarización ( $\phi U$ ) del imán permanente (14) y que permite el desplazamiento del núcleo (16) móvil desde la posición de acoplamiento (PAc) hacia la posición de apertura (PAp),

**caracterizado porque** el imán permanente (14) está situado sobre el núcleo (16) móvil de tal modo que:

- está al menos en parte fuera del circuito magnético fijo por el cual circula el primer flujo magnético de control ( $\phi C1$ ) cuando el núcleo (16) móvil está en una posición de apertura (PAp); y
- está al menos en parte en el interior del circuito magnético fijo utilizando para la circulación del flujo magnético de polarización ( $\phi U$ ) que genera el imán (14) cuando el núcleo (16) móvil está en una posición de acoplamiento (PAc).

2. Actuador electromagnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el imán permanente (14) es de imantación radial perpendicular al eje longitudinal (Y) de la corredera (20).

3. Actuador electromagnético según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la corredera (20) comprende un manguito (46) interno que se extiende alrededor del núcleo (16) móvil, encontrándose situado el imán permanente (14) sobre el núcleo (16) móvil, de tal modo que está al menos en parte frente al manguito (46) interno de la corredera magnética cuando el núcleo (16) móvil está en una posición de acoplamiento (PAc).

4. Actuador electromagnético según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el manguito (46) interno se extiende por una distancia de recubrimiento (L) situada frente al imán permanente (14) en la posición de acoplamiento (PAc).

5. Actuador electromagnético según las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado porque** el manguito (46) interno está separado del núcleo (16) móvil por un entrehierro deslizante ( $e2$ ) radial que se mantiene uniforme durante el desplazamiento en traslación del núcleo (16) móvil.

6. Actuador electromagnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el imán permanente (14) es de imantación axial alineado a lo largo del eje longitudinal (Y) de la corredera (20).

7. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el imán permanente (14) está situado sobre el núcleo (16) móvil, de tal modo que está completamente en el exterior de la corredera magnética (20) cuando el núcleo (16) móvil está en una posición de apertura (PAp).

8. Actuador electromagnético según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende un manguito móvil (47) que se puede accionar manualmente o por medio de un actuador electromagnético.

9. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el imán permanente (14) está situado sobre el núcleo (16) móvil de tal modo que está completamente en el interior de la corredera magnética (20) cuando el núcleo (16) móvil está en una posición de apertura (PAp).

10. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una tapa (57) de un material no ferromagnético en la cara externa de la corredera (20) magnética de tal modo que cubre todo el núcleo (16) móvil en la posición de apertura (PAp).

11. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el núcleo (16) móvil comprende una superficie radial destinada a pegarse contra la corredera (20) magnética en la posición de acoplamiento (PAc), siendo dicha superficie inferior a una sección media de dicho núcleo.

12. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende al menos un muelle de retorno (36) que se opone al desplazamiento de dicho núcleo desde su posición de apertura (PAp) hacia su posición de acoplamiento (PAc).

13. Actuador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el núcleo móvil (16) magnético está acoplado a un elemento de accionamiento no magnético (18) que se extiende según el eje longitudinal (Y).

14. Dispositivo de corte (22) que comprende al menos un contacto fijo que coopera con al menos un contacto móvil destinado a conmutar la alimentación de una carga eléctrica, **caracterizado porque** comprende al menos un actuador electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para accionar dicho al menos contacto móvil.

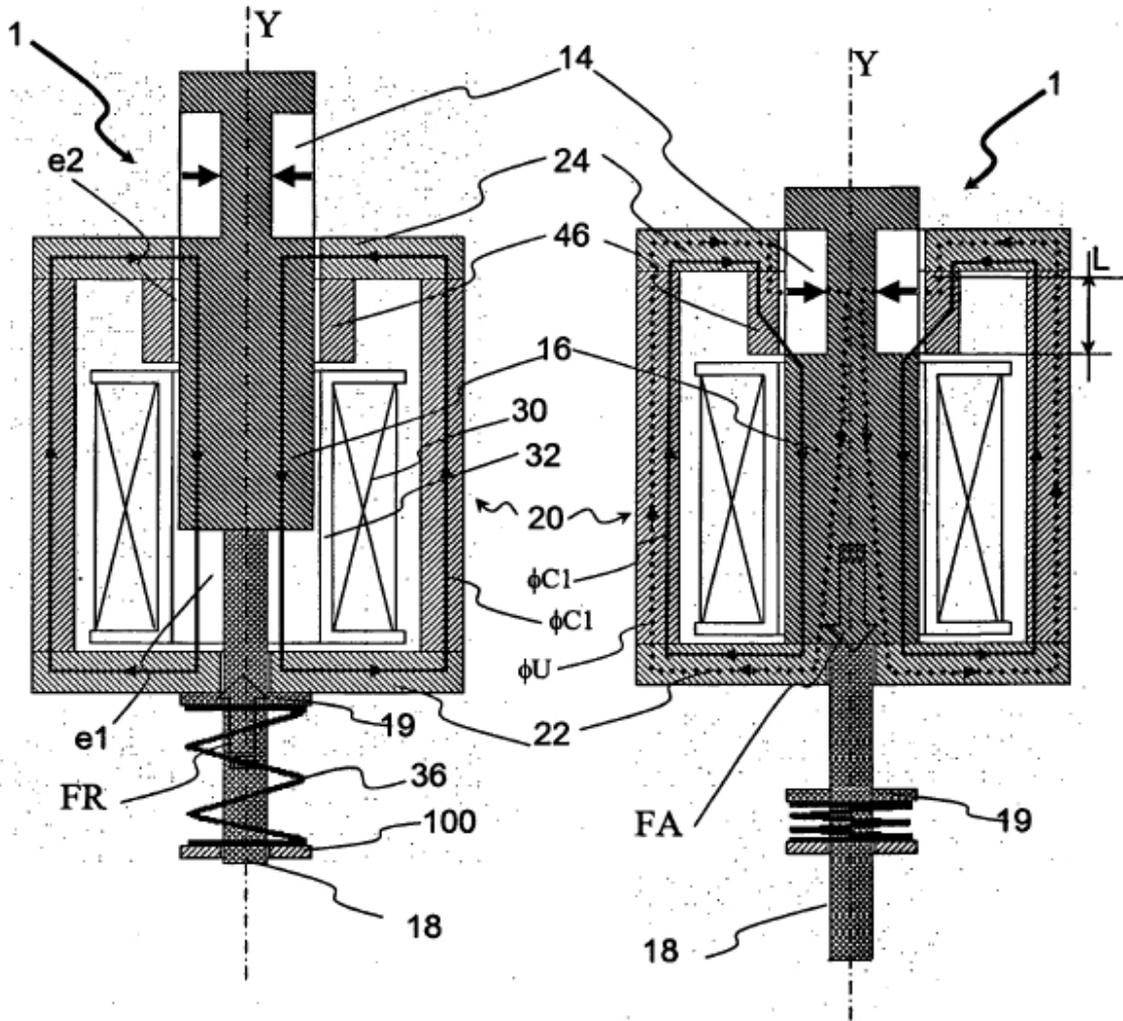
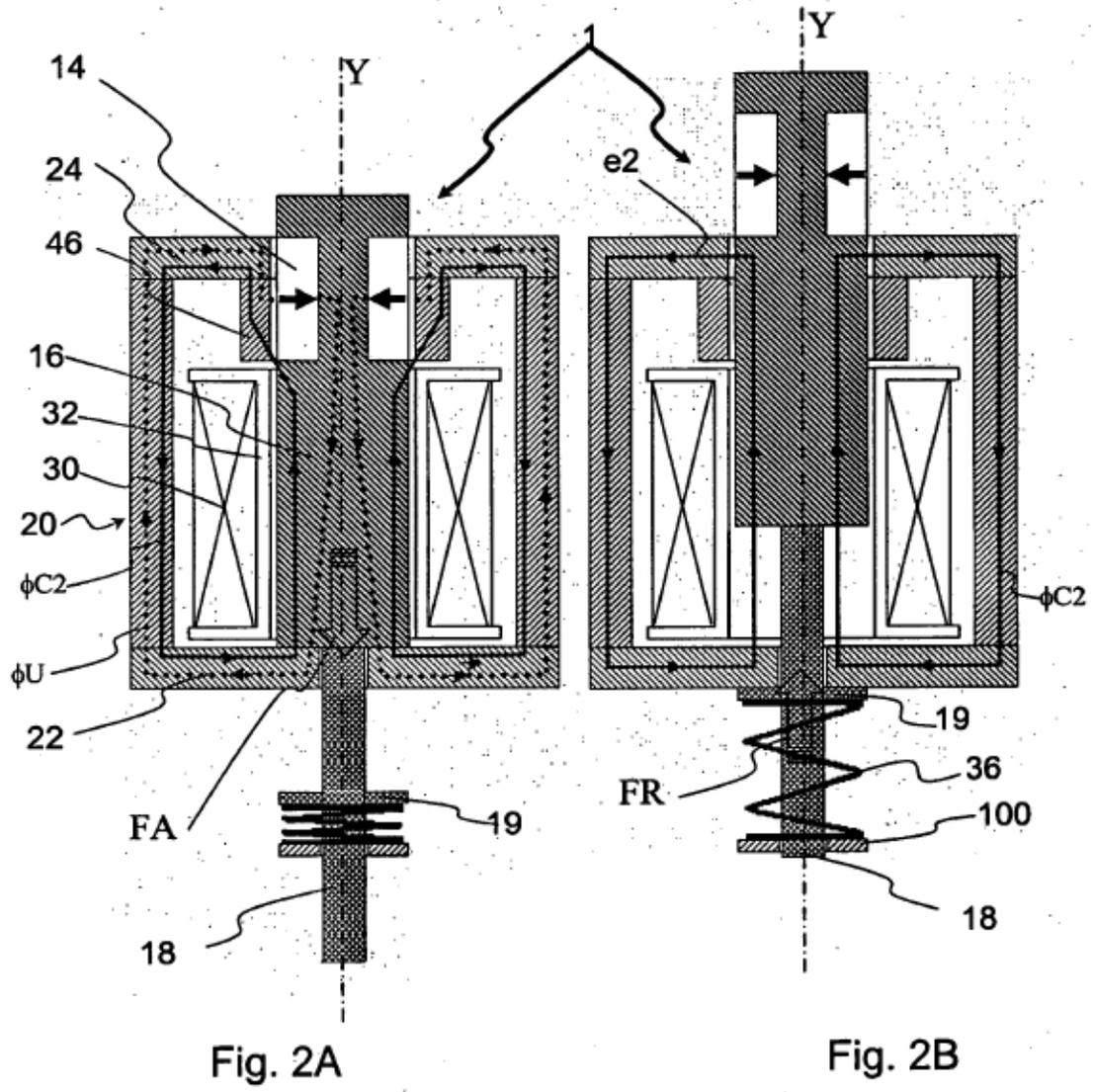


Fig. 1A

Fig. 1B





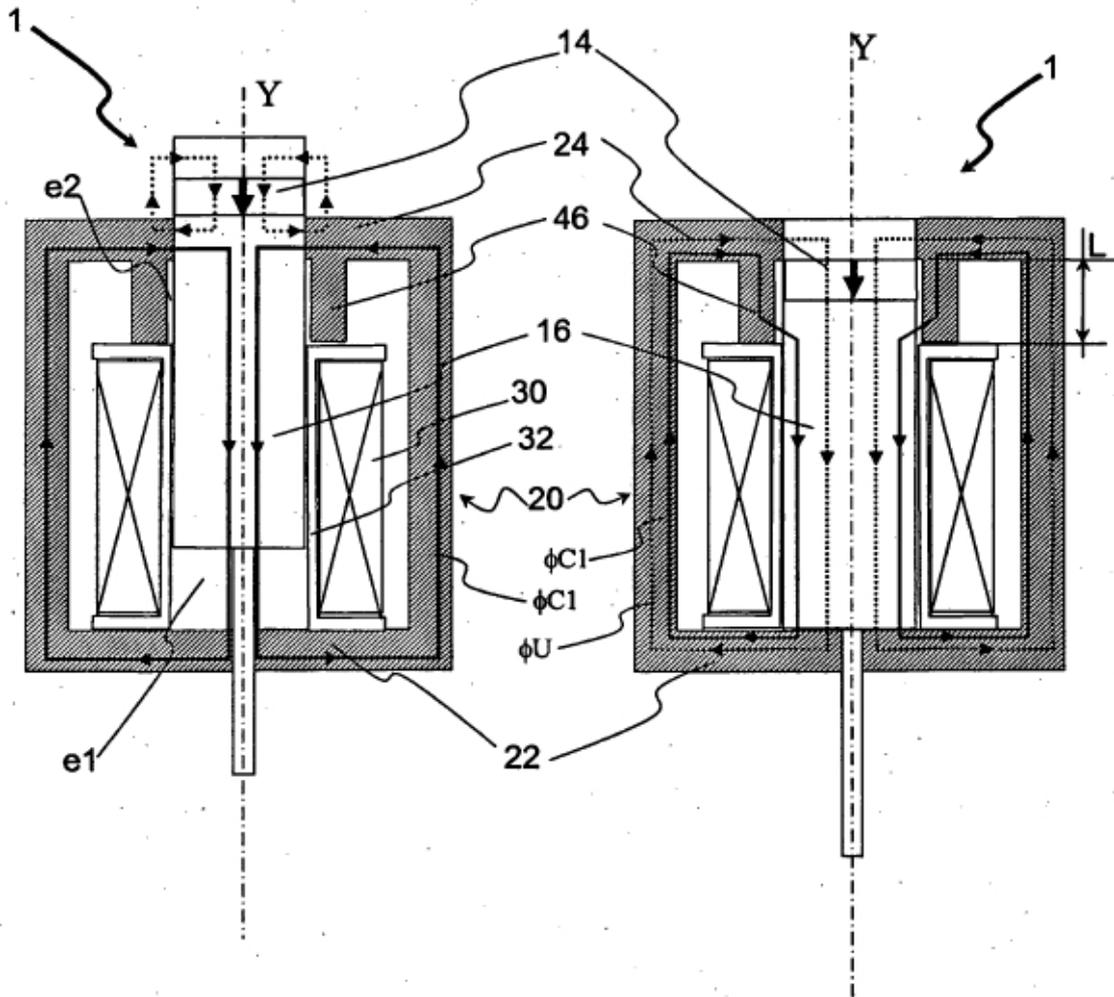


Fig. 4A

Fig. 4B

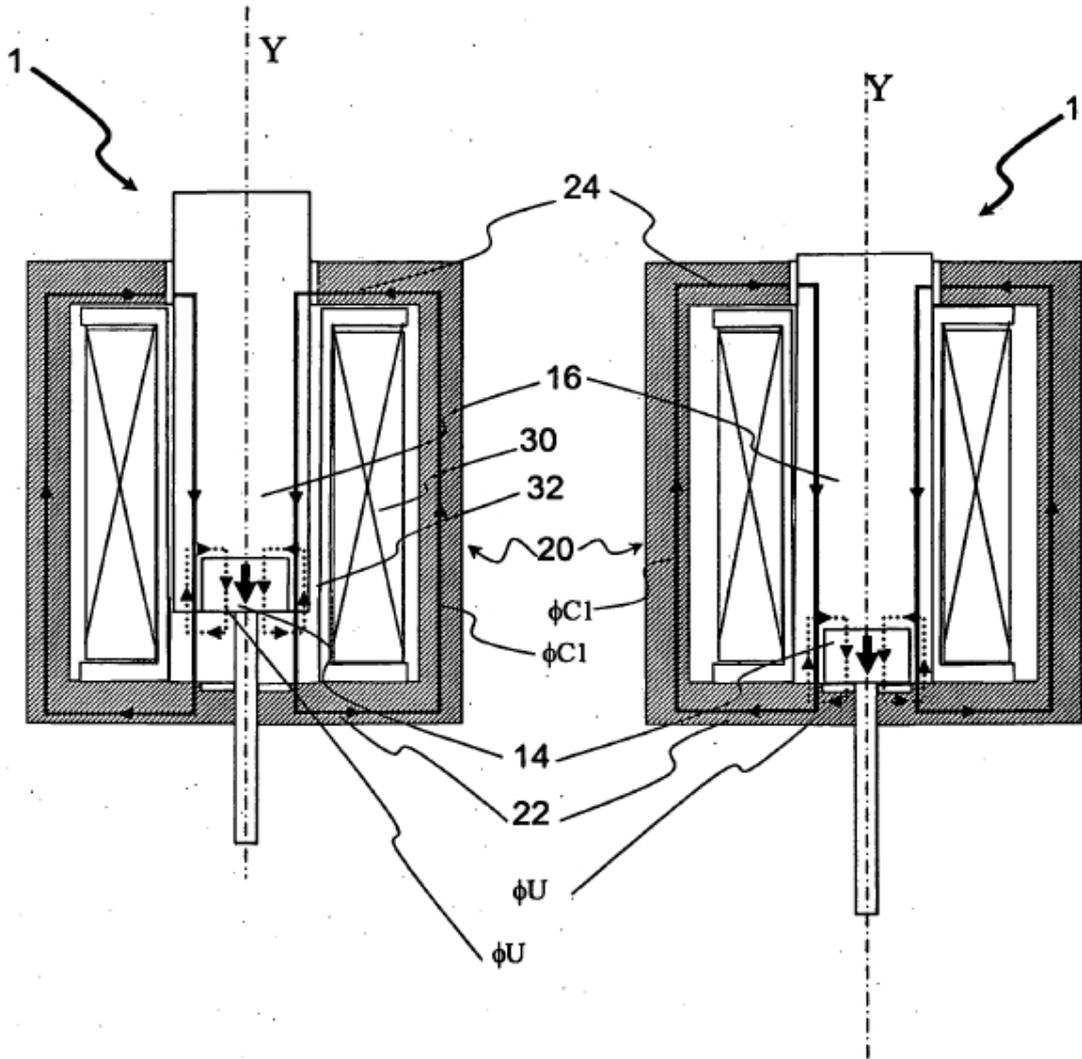


Fig. 5A

Fig. 5B

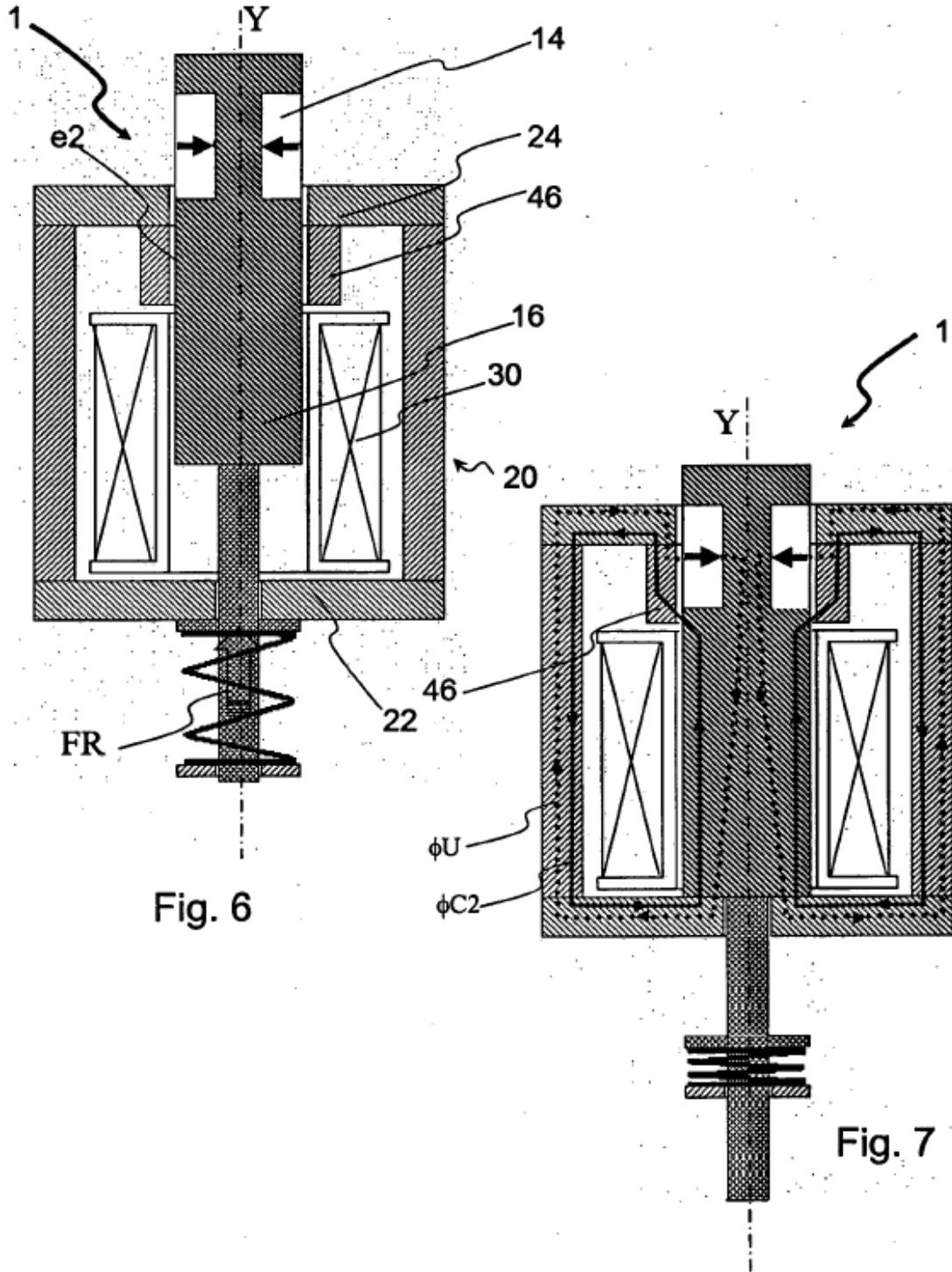


Fig. 6

Fig. 7

