

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 030**

51 Int. Cl.:

H01H 33/66 (2006.01)

H01F 7/16 (2006.01)

H01F 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07100620 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 1811536**

54 Título: **Actuador magnético con imán permanente de volumen reducido**

30 Prioridad:

20.01.2006 FR 0650208

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

11.03.2014

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC ENERGY FRANCE
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison , FR**

72 Inventor/es:

**BONJEAN, MARC y
LEROY, PIERRE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 447 030 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 magnético con imán permanente de volumen reducido

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un actuador magnético con imán permanente en particular para manipular ampollas de vacío de disyuntores de media y alta tensión. También se refiere a un mecanismo de control de contactos de una o varias ampollas de vacío de disyuntor que está provisto de dicho actuador.

Estado de la técnica anterior

10 Se conocen entre los actuadores magnéticos con imán permanente, los denominados « de geometría plana », por ejemplo el que se describe en la solicitud de patente WO 96/32734 que se ilustra en una vista en sección en la figura 1. La expresión « geometría plana » significa que diferentes cortes realizados en diferentes planos sustancialmente paralelos del circuito magnético del actuador dan unas secciones sustancialmente isométricas, se pueden superponer. Esta expresión « de geometría plana » se utiliza para diferenciarse de los actuadores con geometría axisimétrica. El inconveniente de los actuadores axisimétricos como el que se describe en la solicitud de patente EP-A-1 225 609 y también en la solicitud de patente FR-A-2 504 718 que se refiere a un solenoide auto-mantenido es que son difíciles de modular de tal modo que se disponga de unas gamas de actuadores con diferentes capacidades de carga. Las principales piezas que son la culata, la armadura y los imanes permanentes no se pueden reutilizar. Los imanes son en forma de arco de círculo lo que no es fácil de fabricar. Por el contrario, en los actuadores llamados « de geometría plana », se puede disponer fácilmente de una gama de actuadores con diferentes capacidades de carga, reutilizando algunas piezas como la culata, la armadura y el imán permanente. Mantendrán la misma sección, solo variará su espesor y este espesor se podrá obtener uniendo varios elementos básicos.

15 El actuador de la solicitud de patente WO 96/32734 está adaptado para manipular una o varias ampollas de vacío de disyuntor. Este actuador comprende un circuito magnético 1 que coopera con dos bobinas 2 coaxiales separadas. Este circuito magnético adopta la forma de dos E 3 dispuestas cara a cara y de un brazo 4 entre las dos E. Cada E presenta un brazo lateral 3.4 y tres barras transversales 3.1, 3.2, 3.3 dos de las cuales son de extremo 3.1, 3.3 y una intermedia 3.2, siendo las barras transversales de extremo 3.1, 3.3 más largas que la barra transversal intermedia 3.2. El brazo 4 está alojado en parte en un espacio delimitado por las dos E y esta une magnéticamente las dos barras transversales de extremo 3.1, 3.3 de una misma E 3. Su desplazamiento se hace entre las dos barras transversales de extremo 3.1, 3.3 de una misma E 3.

20 El circuito magnético 1 se materializa en una culata fija 5 asociada a uno o varios pares de imanes permanentes 6 también fijos y una armadura móvil 7. La armadura 7 corresponde al brazo 4 del circuito magnético 1 y se extiende a lo largo de un eje $x-x'$. La culata 5 y los pares de imanes 6 corresponden a las E. Cada imán 6 está alojado en una barra transversal intermedia 3.2 de E entre dos tramos de culata 5.

25 En una vista en sección de un actuador magnético axisimétrico sería similar, pero de hecho, en esta arquitectura el circuito magnético comprendería dos cilindros concéntricos situados uno dentro del otro, estando el cilindro exterior cerrado en sus extremos por unas tapas.

30 Un inconveniente del actuador de la figura 1 es que un flujo magnético, que se establece en el circuito magnético a causa en particular de la presencia de los imanes 6, une la armadura 7 a la culata 5 transversalmente al eje $x-x'$. Una pequeña asimetría lateral de este flujo magnético provoca una desviación lateral y una rotación a lo largo del eje $x-x'$ de la armadura 7 hacia la barra intermedia 3.2 de una de las E, lo que refuerza la asimetría lateral de flujo y, por lo tanto, las fuerzas. Estas fuerzas parásitas transversales generan unos rozamientos que se deben vencer en el control del desplazamiento de la armadura para hacer que pase de una de sus posiciones estables a su otra posición estable. Es preciso prever unas piezas de guía de la armadura, en un material con un bajo coeficiente de rozamiento, insertándose esas piezas entre la armadura y el extremo libre de la barra transversal intermedia de las E. Estas piezas requieren en su montaje una colocación precisa, lo que resulta delicado.

35 Otro inconveniente de este actuador es que es voluminoso y utiliza mucho material para una capacidad de carga dada.

Otro inconveniente más de este actuador es que el recorrido de su armadura está limitado ya que se hace entre las barras transversales de extremo de una misma E.

40 En las otras dos solicitudes de patente mencionadas, en determinados momentos que dependen de la posición de la armadura, el actuador también está sujeto a fuerzas parásitas radiales y a rozamientos que es preciso tener en cuenta.

45 El documento Patent Abstract of Japan, vol. 2005, n.º. 12, de 5 de diciembre de 2003, (2003-12-05) muestra el preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la invención

La presente invención tiene como objetivo ofrecer un actuador magnético con imán permanente « de geometría plana » que no presente las anteriores limitaciones y dificultades. Este objetivo se consigue ofreciendo un actuador en el cual la configuración del circuito magnético es tal que el flujo magnético que entra y el flujo magnético que sale de la armadura están orientados a lo largo del eje del brazo intermedio y se utilizan los dos flujos, lo que permite aumentar la capacidad de carga del actuador para una misma sección del brazo intermedio y de la armadura. Se recuerda que la capacidad de carga del actuador es la fuerza que se ejerce sobre la armadura en un movimiento de traslación, esta se expresa de manera aproximada por $F = 40 \cdot B^2 \cdot A$ siendo B inducción de la bobina de Tesla, y A la superficie de los entrehierros entre la armadura y el resto del circuito magnético en cm^2 . La fuerza F se expresa en Newtons.

De manera más precisa, el actuador de acuerdo con la invención es conforme con el objeto de la reivindicación 1. Comprende al menos una bobina rodeada por un circuito magnético que presenta:

tres brazos, dos de los cuales son exteriores y laterales a la bobina y uno intermedio atraviesa la bobina, encontrándose estos brazos sin contacto mecánico directo de unos con otros; así como dos placas enfrentadas que conectan magnéticamente a los tres brazos entre sí, caracterizado porque el circuito magnético se descompone en una armadura móvil que comprende al menos una de las placas y una parte fija que incluye una culata que engloba al menos la otra de las placas y al menos un imán permanente, estando situado el imán permanente en un extremo del brazo intermedio en el lado de la placa de la culata.

La armadura y la parte fija tienen unas formas sustancialmente complementarias en los tres brazos.

Se prefiere para una buena circulación del flujo magnético que la parte fija comprenda, además, una pieza guiadora de flujo insertada dentro del brazo intermedio entre el imán y la armadura.

La pieza guiadora de flujo se realizará, preferentemente, a base de hierro.

La pieza guiadora de flujo se puede descomponer en dos partes, una con una sección sustancialmente constante que se extiende por el interior de la bobina y la otra con una sección creciente que se extiende desde la bobina hasta el imán.

La armadura puede adoptar la forma de una placa, de una T, de una U o de una E.

La culata puede adoptar la forma de una placa, de una T, de una U o de una E.

La armadura y/o la culata pueden englobar, al menos de forma parcial, el brazo intermedio y/o los brazos laterales exteriores.

En una posición cerrada del actuador, la armadura entra en contacto mecánico contra la culata, al menos en los dos brazos laterales exteriores.

Es posible que la culata y/o la armadura sean laminadas, lo que facilita la modularidad de realización del actuador.

La culata y/o la armadura y/o el imán permanente están formados por varias piezas contiguas.

Cuando la culata tiene forma de U, puede estar formada por dos piezas en forma de L contiguas cara a cara.

Cuando la armadura tiene forma de T, puede estar formada por dos piezas en forma de L contiguas espalda con espalda.

Resulta ventajoso que la placa de la culata comprenda una ranura en el lado opuesto al imán, para facilitar la fijación del actuador sobre un soporte.

El actuador puede estar provisto de una o varias aletas de fijación solidarias con la culata.

La presente invención también se refiere a mecanismo de control de contactos de una o varias ampollas de vacío de disyuntor que comprende un actuador definido de este modo.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción de los ejemplos de realización que se dan, a título meramente indicativo y en modo alguno limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 representa un actuador de la técnica anterior;
 las figuras 2A, 2B muestran en una vista en sección un primer ejemplo de actuador de acuerdo con la invención en posición cerrada y en posición abierta;
 las figuras 3A a 3F muestran seis nuevos ejemplos de actuador de acuerdo con la invención;

las figuras 4A, 4B muestran un ejemplo de mecanismo de control de contactos de ampollas de vacío provisto de un actuador de acuerdo con la invención, encontrándose este actuador en posición cerrada en la figura 4A y abierta en la figura 4B;

5 las figuras 5A, 5B permiten hacer una comparación de las dimensiones de un actuador de la técnica anterior y de un actuador de acuerdo con la invención.

Debe entenderse que las diferentes variantes no se excluyen las unas a las otras. Las partes idénticas, similares o equivalentes de las diferentes figuras que se describen a continuación llevan las mismas referencias numéricas de tal modo que se facilite el paso de una figura a otra. Las diferentes partes que se representan en las figuras no están necesariamente a la misma escala, para que las figuras resulten más legibles.

10 **Descripción detallada de unos modos particulares de realización**

A continuación se va a describir un primer ejemplo de configuración para el actuador de acuerdo con la invención.

Se hace referencia a las figuras 2A, 2B que muestran unas vistas en sección de un primer ejemplo de un actuador magnético de acuerdo con la invención en dos posiciones estables. Este actuador es biestable. En la figura 2A, está en una posición estable bajo la acción de las fuerzas de acoplamiento magnético, se trata de la posición cerrada. En la figura 2B, está en la otra posición estable por medio de la acción de unos muelles que tienden a separar armadura y culata, desarrollando una fuerza superior a la que proviene del acoplamiento magnético en esta posición, se trata de la posición abierta.

Por biestable, se quiere decir que el actuador tiene dos posiciones estables en ausencia de corriente en la bobina. Se podría considerar que el actuador no fuera biestable. Por ejemplo, se podría prever mantener únicamente la posición cerrada si aun circula una pequeña corriente residual en la bobina. La supresión de esta corriente haría oscilar el equilibrio de las fuerzas y provocaría la apertura del actuador.

El actuador comprende al menos una bobina 14 rodeada por un circuito magnético 10 que presenta tres brazos 11, 12.1, 12.2 dos de los cuales 12.1, 12.2 son laterales y exteriores a la bobina 14 y uno 11 es intermedia y atraviesa la bobina 14 al menos en posición cerrada. Este comprende dos placas 17, 18 enfrentadas que unen magnéticamente a los tres brazos 12.1, 12.2, 11 entre sí para cerrar el circuito magnético 10 en particular cuando el actuador está en posición cerrada. Los brazos 12.1, 12.2, 11 no tienen contacto mecánico directo unos con otros. Los dos brazos laterales exteriores 12.1, 12.2 están orientados sustancialmente de forma perpendicular a las dos placas 17, 18. Cuando el actuador está en posición abierta estable, el circuito magnético 10 está abierto y tres entrehierros g1, g2, g3 se introducen en este, cooperando cada brazo 12.1, 12.2, 11 con un entrehierro g1, g2, g3 respectivamente. Estos entrehierros g1, g2, g3 se extienden en la dirección del movimiento de la armadura 21. La bobina 14 se utiliza para generar una fuerza magnetomotriz que va reforzar o reducir el campo magnético que crea el imán permanente 13 según si se desea provocar la apertura o el cierre del actuador.

El circuito magnético 10 se materializa en una parte fija 200 que comprende al menos una culata 22, asociada a al menos un imán permanente 13, y en una parte móvil o armadura 21. La culata 22 incluye al menos una de las placas 17 mientras que la armadura 21 incluye la otra placa 18. El imán permanente 13 se encuentra en un extremo del brazo intermedio 11 en el lado de la placa 17 de la culata 22. El imán permanente 13 puede ser de tipo tierras raras, por ejemplo a base de neodimio hierro boro.

La parte móvil 21 y la parte fija 200 tienen unas formas sustancialmente complementarias de tal modo que el circuito magnético 10 se pueda cerrar, minimizando las distancias de entrehierros, al menos en la posición cerrada del actuador magnético.

Las flechas trazadas en la figura 2A muestran el flujo magnético que entra y que sale de la armadura 21. Este flujo se dirige en la dirección del desplazamiento de la armadura 21 pero no necesariamente en el mismo sentido que la fuerza que se aplica sobre la armadura 21 y, por lo tanto, que el desplazamiento de la armadura 21. Este flujo no tiene ningún momento de componente transversal al desplazamiento. Esta característica no existía en la técnica anterior.

Se prefiere que la parte fija 200 comprenda, además, una pieza una pieza guiadora de flujo magnético 15, insertada entre el imán permanente 13 y la armadura 21. Esta pieza guiadora de flujo 15 es una parte del brazo intermedio 11. Se utiliza para concentrar el flujo magnético procedente del imán 13 hacia la armadura 21. Esta pieza guiadora de flujo 15 contribuye a delimitar uno de los entrehierros g3. Esta pieza guiadora de flujo 15 se realizará de preferencia en acero, ya que este material presenta una inducción máxima cuyo valor es de aproximadamente el doble de la del imán permanente de tipo tierras raras. Al ser la fuerza de atracción o capacidad de carga proporcional al cuadrado de la inducción, como se ha explicado más arriba, resulta ventajoso trabajar en un nivel máximo de inducción en el entrehierro g3.

En el ejemplo de las figuras 2A y 2B, la armadura 21 tiene forma de T y la culata 22 forma de U. La T comprende una barra principal 21.4 y una barra transversal. La barra principal 21.4 es una parte del brazo intermedio 11 y la barra transversal es la placa 18. La U comprende dos lados y un fondo. Los lados de la U son los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2 y el fondo de la U es la placa 17. El brazo intermedio 11 está formado desde la placa 17 de la

culata 22: por el imán 13, por la pieza guiadora de flujo 15 y por la barra principal 21.4 de la armadura 21. El imán permanente 13 es sustancialmente paralelepípedo y la pieza guiadora de flujo 15 también. Se podrían utilizar otras formas para la pieza guiadora de flujo 15 tal como se ilustra en las figuras 3.

5 Los entrehierros g1 y g2 están situados entre los extremos libres de los lados de la U de la culata 21 y los extremos frente a la barra transversal 18 de la T de la armadura 21. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la barra principal 21.4 de la T de la armadura 21 y la pieza guiadora de flujo 15. El acoplamiento entre este entrehierro g3 y la bobina 14 es bueno lo que permite reducir la potencia eléctrica o mecánica necesaria para la apertura.

10 Cuando el actuador está cerrado, como en la figura 2A, la armadura 21 hace tope contra la culata 22, y el contacto mecánico se hace de manera preferente entre la placa 18 de la armadura 21 y los extremos de los dos lados de la U de la culata 22 más que entre la armadura 21 y la pieza guiadora de flujo 15. De este modo se evitan eventuales choques en el imán 13, que es frágil. En cualquier caso, la pieza guiadora de flujo 15, si está presente, se utiliza como protección para el imán 13. Cuando se hace el contacto entre la armadura 21 y la culata 22, el entrehierro g3 es lo más pequeño posible. Incluso podría ser nulo. Los entrehierros g1 y g2 determinan el recorrido de la armadura 21.

15 La culata 22 se puede realizar por medio de varias piezas contiguas. Estas piezas pueden ser paralelepípedas. Puede tratarse, en el ejemplo de las figuras 2A, 2B, de la placa 17 y de los dos brazos laterales exteriores 12.1, 12.2. Estas piezas 17, 12.1, 12.2 pueden ser macizas o laminadas, es decir formadas mediante el apilamiento de placas. Como alternativa, la culata 22 puede estar formada por un par de piezas en forma de L situadas cara a cara para formar la U. Estas piezas en forma de L son por tanto simétricas con respecto a un plano de simetría xoz de la T de la armadura 21. Estas piezas en forma de L pueden ser macizas o laminadas.

20 Del mismo modo, la armadura 21 puede estar formada por varias piezas paralelepípedas contiguas. En el ejemplo se trata de la placa 18 y de la barra principal 21.4 de la T. Estas piezas pueden ser macizas o laminadas. Como alternativa, la armadura 21 puede estar formada por un par de piezas en forma de L situadas espalda con espalda. Estas piezas en forma de L son por tanto simétricas con respecto al plano de simetría. Estas piezas en forma de L pueden ser macizas o laminadas. La ventaja de utilizar para la culata y la armadura unas piezas laminadas es que se pueden apilar más o menos para formar una gama de varios actuadores.

25 En lo que se refiere al imán 13, puede estar formado por un bloque o por varios unidos, siendo estos bloques paralelepípedos. Esta característica no se ve en las figuras 2, las piezas podrían estar una tras otra en el plano de la lámina. Esta se esquematiza en la figura 5B.

30 De este modo se pueden realizar varios actuadores con diferentes capacidades de carga ajustando el espesor del apilamiento de las piezas en forma de L a la vez de la armadura y de la culata.

35 Se puede prever en una parte central de la placa 17 de la culata 22, una ranura 16, en el lado opuesto al imán 13. Esta ranura 16 podrá permitir que se fije el actuador a un dispositivo externo. También se puede como alternativa o de forma conjunta fijar una o de varias aletas 42 sobre la culata 22. Estas aletas 42 se podrán situar al nivel de los brazos laterales exteriores, al final del apilamiento (si la culata es laminada). Estas aletas 42 garantizan la rigidez del actuador y permiten su fijación. Las aletas 42 se pueden observar en las figuras 4A, 4B.

A continuación se va a ver, haciendo referencia a las figuras 3A a 3F, otras variantes de un actuador de acuerdo con la invención.

40 En la figura 3A, la culata 22, la armadura 21 y el imán 13 tienen unas formas similares a las que se muestran en las figuras 2A, 2B. La pieza guiadora de flujo 15 tiene una sección no constante: su cara enfrentada al imán permanente 13 es más grande que la cara frente a la armadura 21 para concentrar de manera eficaz el flujo magnético hacia la armadura 21. Su sección es decreciente de manera continua desde el imán 13 hasta la armadura 21. Las caras enfrentadas a la armadura 21 y a la pieza guiadora de flujo 15 son sustancialmente iguales en la configuración descrita. Esto no es obligatorio.

45 En la figura 3B, la armadura 21 tiene forma de placa, lo que corresponde a la placa 18. La parte fija 200 comprende la culata 22 en forma de U, el imán permanente 13 y la parte guiadora de flujo 15. La culata 22 en forma de U es similar a la de las figuras 2A, 2B. El brazo intermedio 11 únicamente está formado por el imán permanente 13 y por la pieza guiadora de flujo 15. En lo que se refiere a la pieza guiadora de flujo 15, esta comprende dos partes 15.1, 15.2 que se unen cuando están extremo con extremo, presentando una primera parte 15.1 una sección sustancialmente constante y presentando una segunda parte 15.2 una sección decreciente entre el imán 13 y la armadura 21. La segunda parte con sección decreciente 15.2 se encuentra entre el imán 13 y la bobina 14. Las dos partes 15.1, 15.2 no tienen la misma sección en la unión. La segunda parte 15.2 tiene una sección más grande que la de la primera parte 15.1. La segunda parte 15.2 de la pieza guiadora de flujo puede de este modo utilizarse como soporte para la bobina 14.

Los entrehierros g1 y g2 están situados entre los extremos libres de los lados de la U de la culata 22 y la placa 18 de la armadura 21. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la pieza guiadora de flujo 15 y la placa

18 de la armadura 21.

5 En la figura 3C, la armadura 21 tiene forma de U, esta engloba los dos brazos laterales exteriores 12.1, 12.2, y la placa 18. La parte fija 200 comprende la culata 22 en forma de placa lo que corresponde a la placa 17, el imán permanente 13 y la pieza guiadora de flujo 15. Este brazo intermedio 11 únicamente está formado por el imán permanente 13 y por la pieza guiadora de flujo 15. Esta pieza guiadora de flujo 15 es similar a la de la figura 3B. Los entrehierros g1 y g2 están situados entre los extremos libres de los lados de la U de la armadura 21 y la placa 18 de la culata 22. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la pieza guiadora de flujo 15 y la placa 18 de la armadura 21.

10 En la figura 3D, la armadura 21 tiene forma de E, esta engloba dos tramos de extremo 21.1, 21.2, un tramo intermedio 21.3 y la placa 18. Cada tramo de extremo 21.1, 21.2 es un primer tramo de uno de los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2, el tramo intermedio 21.3 es un primer tramo del brazo intermedio 11. La parte fija 200 comprende la culata 22 en forma de U, el imán permanente 13 y la pieza guiadora de flujo 15. La culata 22 engloba un segundo tramo 22.1, 22.2 de cada uno de los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2 y la placa 18. El brazo intermedio 11 está formado, desde la placa 17 de la culata 22, por el imán permanente 13, por la pieza guiadora de flujo 15 y por el tramo intermedio 21.3 de la armadura 21. Esta pieza guiadora de flujo 15 es similar a la de las figuras 2A, 2B pero su longitud es menor debido a la presencia del tramo intermedio 21.3 de la armadura 21. Los entrehierros g1 y g2 están situados entre los extremos libres de los lados de la U de la culata 22 y los extremos de los tramos de extremo 21.1, 21.2 de la armadura 21. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la pieza guiadora de flujo 15 y el tramo intermedio 21.3 de la armadura móvil 21.

20 En la figura 3E, la armadura 21 es similar a la que se representa en la figura 3D. La parte fija 200 comprende la culata 22 en forma de E, el imán permanente 13 y la pieza guiadora de flujo 15. La culata 22 engloba dos tramos de extremo 22.1, 22.2, un tramo intermedio 22.3, y la placa 18. Cada tramo de extremo 22.1, 22.2 es un segundo tramo de uno de los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2. El tramo intermedio 22.3 de la culata 22 es un segundo tramo del brazo intermedio 11 que comprende, además, desde este segundo tramo, el imán 13, la pieza guiadora de flujo 15 y el tramo intermedio 21.3 de la armadura 21. La pieza guiadora de flujo 15 es similar a la de la figura 3D, pero su longitud es menor debido a la presencia del tramo intermedio 22.3 de la culata 22. Los entrehierros g1 y g2 están situados entre los extremos de los tramos de extremo 22.1, 22.2 de la culata 22 y los extremos de los tramos de extremo 21.1, 21.2 de la armadura 21. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la pieza guiadora de flujo 15 y el tramo intermedio 21.3 de la armadura 21.

30 En la figura 3F, la armadura 21 es similar a la que se representa en la figura 3C, tiene forma de U. La parte fija 200 comprende la culata 22 en forma de T, el imán permanente 13 y la pieza guiadora de flujo 15. La culata 22 en forma de T comprende una barra principal 22.4 y una barra transversal que es la placa 17. La barra principal 22.4 es una parte del brazo intermedio 11. La armadura 21 en forma de U comprende dos lados y un fondo. Los lados de la U forman los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2 y el fondo de la U es la placa 18.

35 El brazo intermedio 11 está formado desde la placa 17 de la culata 22: por la barra principal 22.4 de la culata 22, por el imán 13 y por la pieza guiadora de flujo 15. Los entrehierros g1 y g2 están situados entre la barra transversal 17 de la culata 22 y los extremos de los brazos laterales exteriores 12.1, 12.2 de la armadura 21. El tercer entrehierro g3 está situado entre el extremo libre de la pieza guiadora de flujo 15 y la placa 18 de la armadura 21. Una o varias bobinas 14 rodean el conjunto del brazo intermedio 11.

40 A continuación vamos a centrarnos, haciendo referencia las figuras 4A, 4B, en un mecanismo de control en el cual se coloca el actuador de acuerdo con la invención. En la figura 4A, el actuador está cerrado y en la figura 4B está abierto.

45 Este mecanismo de control se puede utilizar para el control de disyuntores de vacío de media y alta tensión. Estos disyuntores comprenden uno o varios pares de contactos 32 colocados dentro de una ampolla de vacío 35, entre estos contactos 32, uno 32.1 es móvil y el otro 32.2 es fijo.

50 Este mecanismo de control comprende una primera barra 27 que hay que unir de forma rígida a la armadura 21 al nivel de su placa 18. Esta primera barra 27 es solidaria con un par de ejes 28 sustancialmente perpendiculares, situados hacia sus extremos a ambos lados del actuador. Estos ejes 28 son solidarios con tantas palancas 34 como ampollas de vacío 35 a través de una segunda barra 30. Estas palancas 34 están destinadas a transmitir un movimiento, que depende del movimiento de la armadura 21, a cada contacto móvil 32.1 de una ampolla de vacío 35 del disyuntor. Estos ejes 28 se utilizan como guías para unos muelles de apertura 29. En esta primera barra 27 se conecta también un sistema de guiado exterior 41 de tipo barra antitorsión, estando adaptada la primera barra 27 para girar lateralmente alrededor de la barra antitorsión 41. La primera barra 27 está montada sustancialmente en paralelo a la barra antitorsión 41. A causa de este movimiento alrededor del sistema de guiado 41, la primera barra 27 hace que la armadura 21 realice un movimiento de arco de círculo en lugar de un auténtico movimiento de traslación. Al no estar el actuador sujeto a un flujo radial, este movimiento de la armadura 21 no es un inconveniente. Unos muelles de contacto 33 están montados, cada uno en un eje 40 que une una palanca 34 con el contacto móvil 32.1 del disyuntor.

El funcionamiento del mecanismo de control es el siguiente. Se considera que el actuador está en posición abierta. Los contactos 32 de cada ampolla de vacío 35 se mantienen en posición abierta por medio de los muelles de apertura 29 que están extendidos. Estos están destinados a vencer la fuerza, causada por la presión atmosférica, que se ejerce sobre los contactos 32 de la ampolla de vacío 35, siendo superior esta fuerza a la fuerza magnética que se ejerce entre la armadura 21 y la culata 22. Para conseguir el cierre del actuador y, por lo tanto, el cierre de los contactos 32 de las ampollas de vacío 35, se inyecta una corriente en la bobina 14. Esta corriente puede provenir de la descarga de un condensador (no representado) montado en los bornes de la bobina 14. Esta corriente refuerza el campo magnético que crea el imán permanente 13 en los entrehierros g1, g2, g3. La fuerza de atracción que se aplica sobre la armadura 21 aumenta y se vuelve superior a las fuerzas mecánicas que se oponen al movimiento de la armadura 21. La armadura 21 comienza a desplazarse accionando los contactos móviles 32.1 de las ampollas de vacío 35. La fuerza de atracción de la armadura 21 hacia la pieza guiadora de flujo 15 sigue una ley compleja que depende de la longitud de los entrehierros g1, g2 los cuales definen el recorrido de la armadura 21 y de la amplitud de la corriente que circula por la bobina 14. La fuerza que se opone al desplazamiento de la armadura 21 varía durante el recorrido del actuador en particular al tocarse los contactos 32 de las ampollas de vacío 35. Unos medios de cálculo modernos permiten simular íntegramente el comportamiento del sistema y optimizarlo.

El actuador y los contactos 32 de las ampollas de vacío 35 se mantienen cerrados mediante la fuerza magnética que ejerce la armadura 21, esta proviene del campo magnético que crea el imán permanente (no visible en las figuras 4) en el entrehierro g3 mínimo. Ya no es necesario que circule corriente por la bobina 14. En esta fase, los muelles de contacto 33 y los muelles de apertura 29 están comprimidos.

La apertura del actuador y, por lo tanto, de los contactos 32 de las ampollas de vacío 35 se inicia con una circulación de corriente por la bobina 14. Esta circulación de corriente se hace en el sentido inverso al del cierre del actuador, esta crea un campo magnético que se opone al campo magnético del imán. Esta circulación de corriente proviene de la descarga del condensador asociado con un inversor de polaridad, o de la descarga de otro condensador (no representado) o incluso de la red eléctrica, ya que la energía que se precisa es baja.

Cuando hay varias bobinas 14, una puede utilizarse para la apertura del actuador y la otra para su cierre. Si solo hay una, a esta deberá recorrerla una corriente en uno o en el otro sentido según si se desea la apertura o el cierre del actuador. En las figuras 3A a 3D, se han representado dos bobinas y en las figuras 3E y 3F solo hay una.

La fuerza magnética de carga disminuye y se vuelve inferior a las fuerzas mecánicas aplicadas sobre la armadura 21 a través de los ejes 28 y la primera barra 27. La armadura 21 se acelera bajo la acción de los muelles de contacto 33 y de apertura 29 que se descomprimen. La separación de los contactos 32 de las ampollas de vacío 35 debe hacerse a una velocidad suficiente de tal modo que corte un eventual arco eléctrico que podría producirse. Al contrario que en otras arquitecturas de la técnica anterior, el actuador no suministra apenas energía durante la apertura y los muelles deben dimensionar en consecuencia.

El guiado de la armadura 21 se hace por medio de la barra antitorsión 41 y de las palancas 34 que transmiten el movimiento a los contactos móviles 32.1 de las ampollas de vacío 35.

Se puede pasar corriente por la bobina 14 para obtener la apertura aplicando una fuerza mecánica externa sobre la primera barra 27 o sobre una pieza (no representada) unida de forma rígida a la armadura móvil 21, siendo esta fuerza suficiente para oponerse a la fuerza magnética que se aplica sobre la armadura 21. La velocidad de separación de los contactos de las ampollas de vacío es la misma en una maniobra eléctrica y en una maniobra manual de emergencia. La bobina no aporta energía pero se deben prever unos muelles de apertura dimensionados en consecuencia.

Las figuras 5A, 5B permiten hacer una comparación de las dimensiones entre dos actuadores magnéticos, siendo uno de acuerdo con el que se describe en la solicitud de patente WO 96/32734 (figura 5A) y siendo el otro de acuerdo con la invención (figura 5B). El actuador de la figura 5A presenta una capacidad de carga de 20.000 N y el de la figura 5B una capacidad de carga de 22.000 N. Las dimensiones totales del actuador de la figura 5A son L = 166 mm, Al = 221 mm, An = 400 mm, mientras que las del actuador de la figura 5B son L = 197 mm, Al = 205 mm, An = 220 mm. El menor tamaño del actuador de acuerdo con la invención es indiscutible.

Se ha visto que la arquitectura del actuador que tiene en cuenta los flujos que entran y que salen de la armadura 21 permite duplicar la capacidad de carga para una sección idéntica del brazo intermedio. La cantidad de material que se utiliza gracias a esta arquitectura se reduce con respecto a la que se utiliza en la arquitectura descrita en la solicitud de patente WO 96/32734. Un actuador de este tipo tendrá un balance favorable en términos medioambientales. La sección de la culata es de aproximadamente un 130 % de la del brazo intermedio ya que el flujo que atraviesa la culata es el mismo que el que atraviesa el brazo intermedio. Para el mismo número de vueltas y la misma resistencia, la sección de la bobina se puede reducir con respecto a la de la solicitud de patente WO 96/32734 ya que la longitud de una espira de la bobina es proporcional al perímetro de la sección del brazo intermedio. La característica fuerza-posición del actuador de acuerdo con la invención lo hace especialmente bien adaptado para el control de disyuntores de vacío.

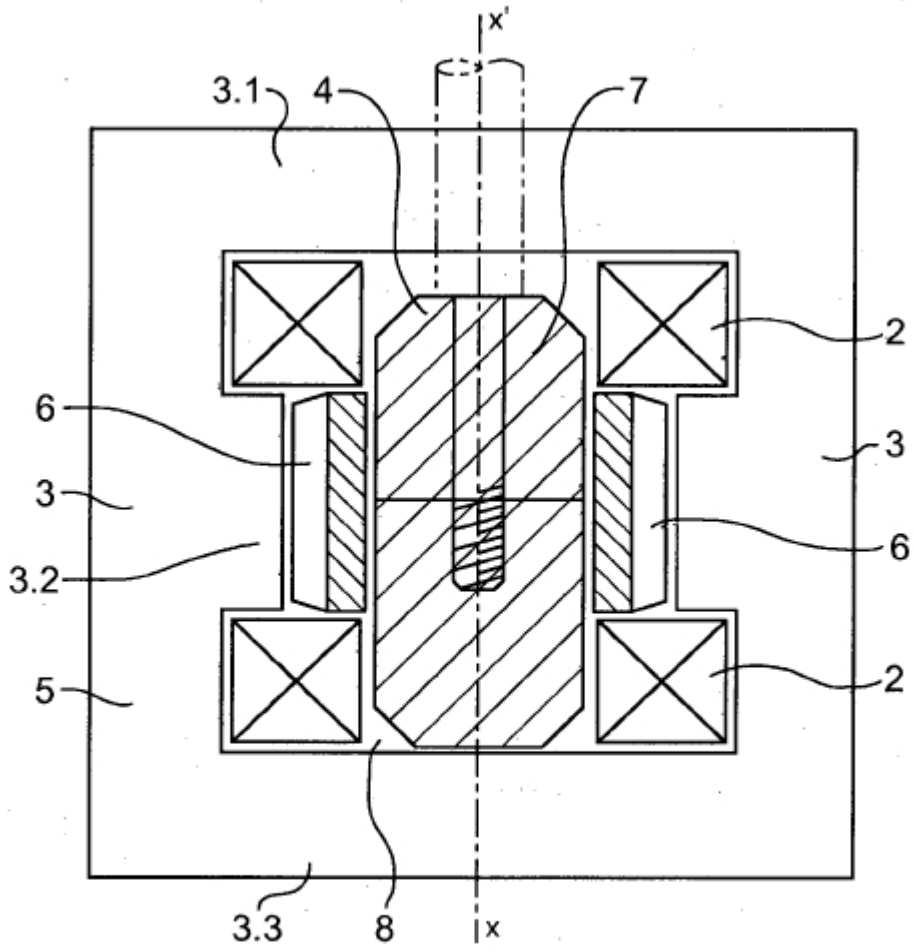
5 Los inconvenientes ligados a las fuerzas parásitas que se pueden aplicar sobre la armadura no existen en la estructura del actuador de acuerdo con la invención. Las piezas de guiado con un bajo coeficiente de rozamiento difíciles de instalar son superfluas. El actuador está mucho menos sujeto a fuerzas parásitas magnéticas en caso de fallo en la colocación de la armadura. El recorrido de la armadura se puede ajustar fácilmente, la culata no limita este recorrido como en el actuador de la solicitud de patente WO 96/32734.

10 Una ventaja evidente del actuador de acuerdo con la invención con respecto al que se describe en la solicitud de patente EP-A-1 225 609 es que se pueden obtener fácilmente varios actuadores con diferentes capacidades de carga utilizando más o menos piezas para construir la culata, la armadura y el imán. Estas piezas son de formas simples, y no hay piezas con forma de arco de círculo como se encuentran en la solicitud de patente EP-A-1 225 609. El montaje de estas piezas es sencillo. El entrehierro g3 entre la armadura 21 y la pieza guiadora de flujo 15 se puede controlar fácilmente ya que la cadena de cotas comprende menos elementos que en la configuración de la solicitud de patente EP-A-1 225 609. No es necesario ningún ajuste, lo que no sucedía anteriormente al utilizarse roscas de ajuste.

15 Aunque se han representado y descrito varios modos de realización de la presente invención de forma detallada, se entenderá que se pueden aportar diferentes cambios y modificaciones sin salirse del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Actuador magnético que comprende al menos una bobina (14) rodeada por un circuito magnético (10) que presenta:
- 5 tres brazos (12.1, 12.2, 11) dos de los cuales son exteriores y laterales a la bobina (14) y uno intermedio atraviesa la bobina, encontrándose estos brazos sin contacto mecánico directo unos con los otros; así como dos placas (17, 18) enfrentadas que conectan magnéticamente a los tres brazos (12.1, 12.2, 11) entre sí, descomponiéndose el circuito magnético en una armadura móvil (21) que comprende al menos una de las placas (18) y en una parte fija (200) que incluye una culata (22) que engloba al menos la otra de las placas (17) y al menos un imán permanente (13), estando situado el imán permanente (13) en un extremo del brazo intermedio (11) en el lado de la placa (17) de la culata (22), estableciéndose un flujo magnético entre la armadura (21) y la parte fija (200), **caracterizado porque**, los dos brazos exteriores (12.1, 12.2) son unos paralelepípedos sustancialmente ortogonales a las placas (17, 18) de tal modo que el flujo magnético se dirige en la dirección de desplazamiento de la armadura (21).
- 10
2. Actuador magnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la armadura (21) y la parte fija (200) tienen unas formas sustancialmente complementarias en los tres brazos (12.1, 12.2, 11).
- 15
3. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la parte fija (200) comprende, además, una pieza guiadora de flujo (15) insertada dentro del brazo intermedio (11) entre el imán (13) y la armadura (21).
4. Actuador magnético según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la pieza guiadora de flujo (15) está realizada a base de hierro.
- 20
5. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado porque** la pieza guiadora de flujo (15) se descompone en dos partes (15.1, 15.2), una (15.1) con una sección sustancialmente constante que se extiende por el interior de la bobina (14) y la otra (15.2) con una sección creciente que se extiende desde la bobina (14) hasta el imán (13).
- 25
6. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la armadura (21) tiene forma de placa, de T, de U o de E.
7. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la culata (22) tiene forma de placa, de T, de U o de E.
- 30
8. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque** la armadura (21) y/o la culata (22) engloban, al menos de forma parcial, el brazo intermedio (11) y/o los brazos (12.1, 12.2) laterales exteriores.
9. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**, en una posición cerrada del actuador, la armadura (21) entra en contacto mecánico con la culata (22), al menos al nivel de los dos brazos (12.1, 12.2) laterales exteriores.
- 35
10. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** la culata (22) y/o la armadura (21) son laminadas.
11. Actuador magnético según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la culata (22) y/o la armadura (21) y/o el imán permanente (13) están formados por varias piezas contiguas.
12. Actuador magnético según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la culata (22), cuando tiene forma de U, está formada por dos piezas en forma de L contiguas cara a cara.
- 40
13. Actuador magnético según una de las reivindicaciones anteriores 11 o 12, **caracterizado porque** la armadura (21), cuando tiene forma de T, está formada por dos piezas en forma de L contiguas espalda con espalda.
14. Actuador magnético según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 13, **caracterizado porque** la placa (17) de la culata (22) comprende una ranura (16) en el lado opuesto al imán (13).
- 45
15. Actuador magnético según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** está provisto de una o de varias aletas (42) de fijación solidarias con la culata (22).
16. Mecanismo de control de contactos (32) de una o varias ampollas de vacío (35) de disyuntor, **caracterizado porque** comprende un actuador según una de las reivindicaciones anteriores.



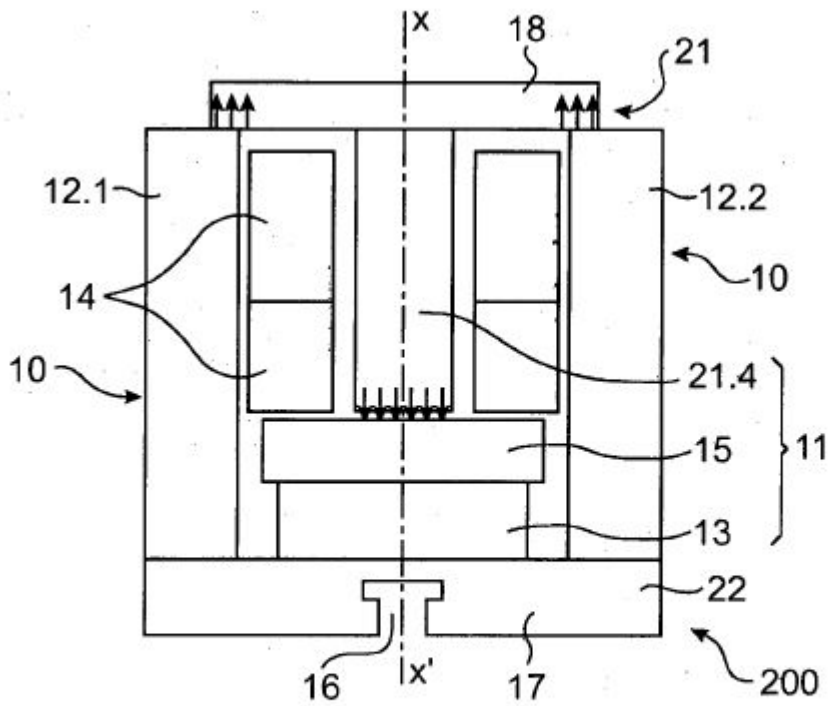


FIG. 2A

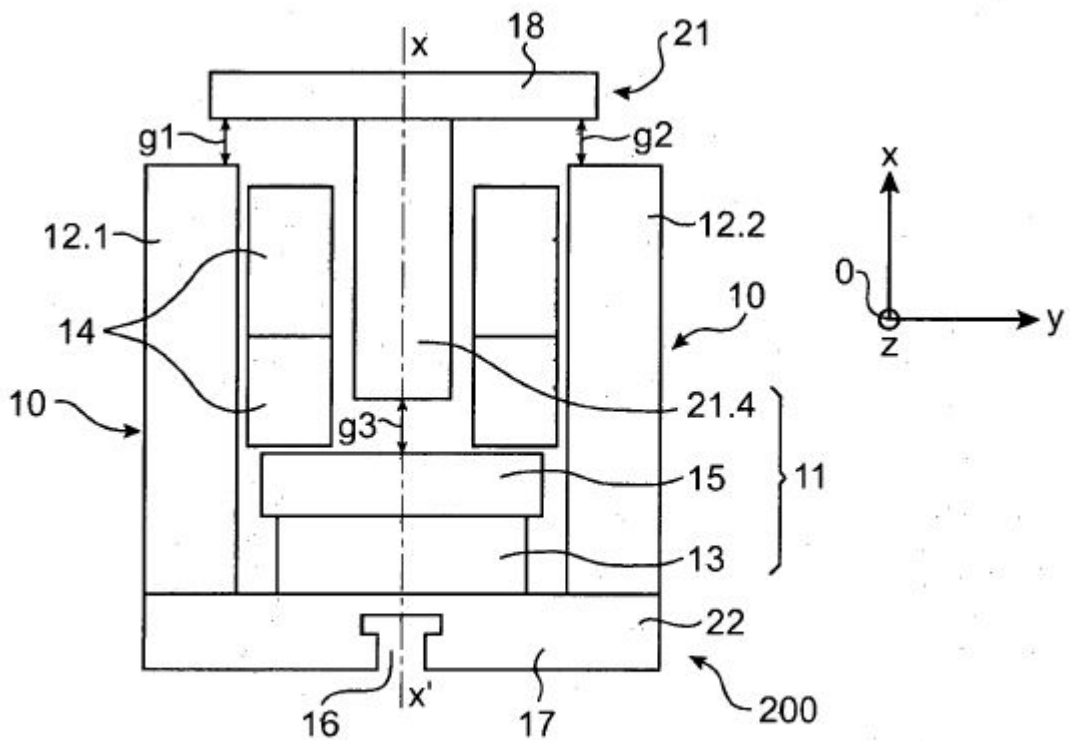


FIG. 2B

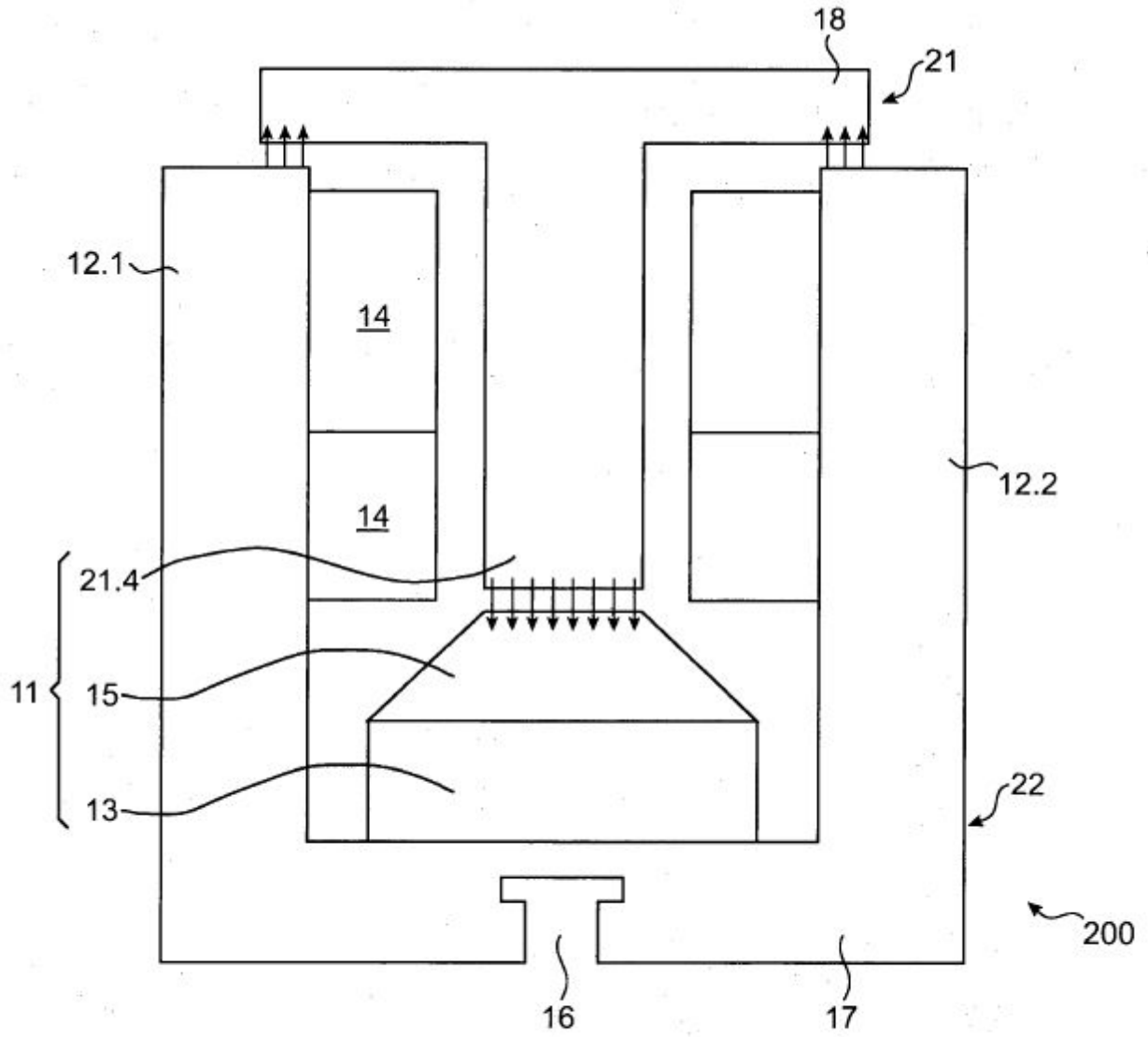


FIG. 3A

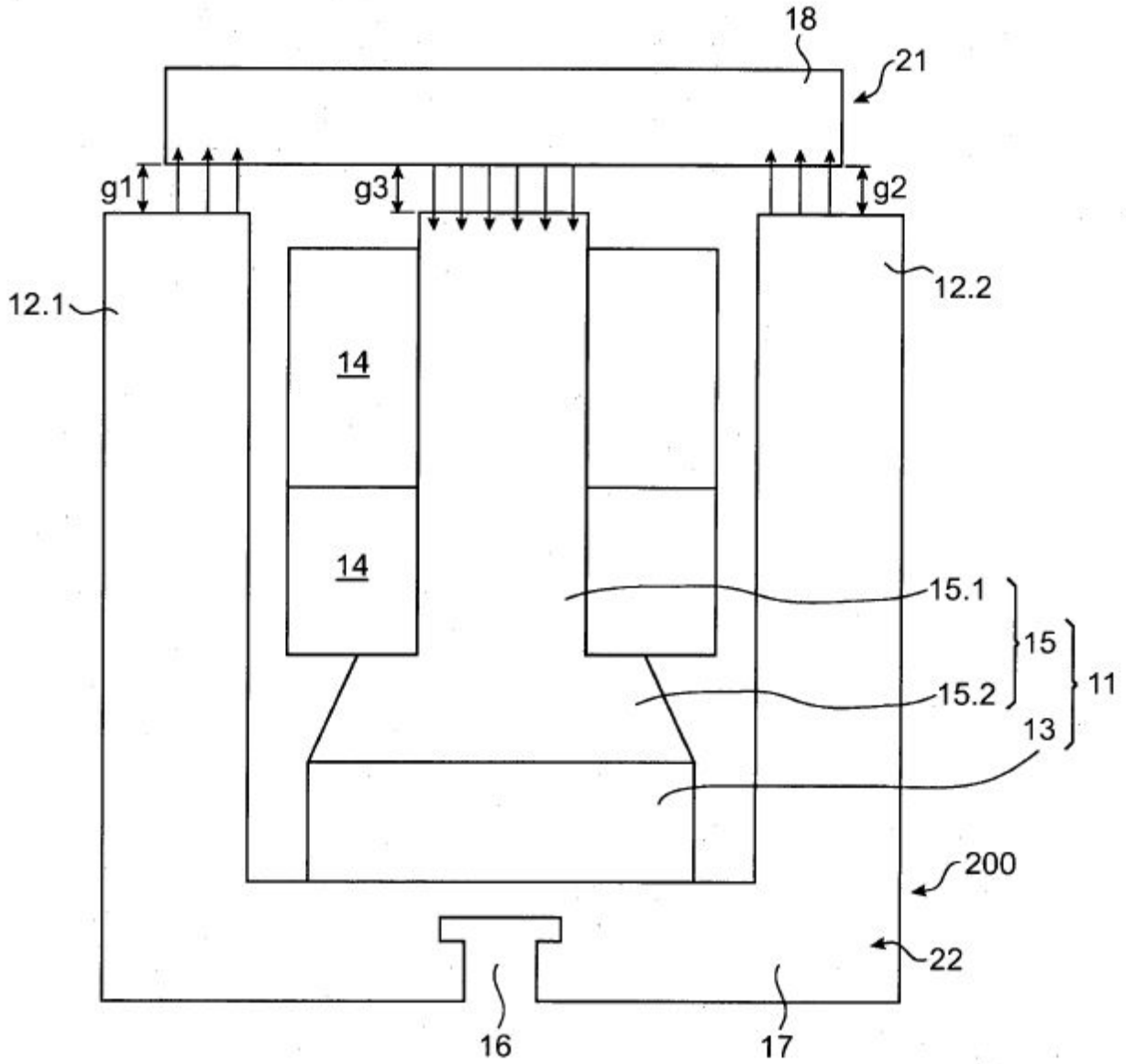


FIG. 3B

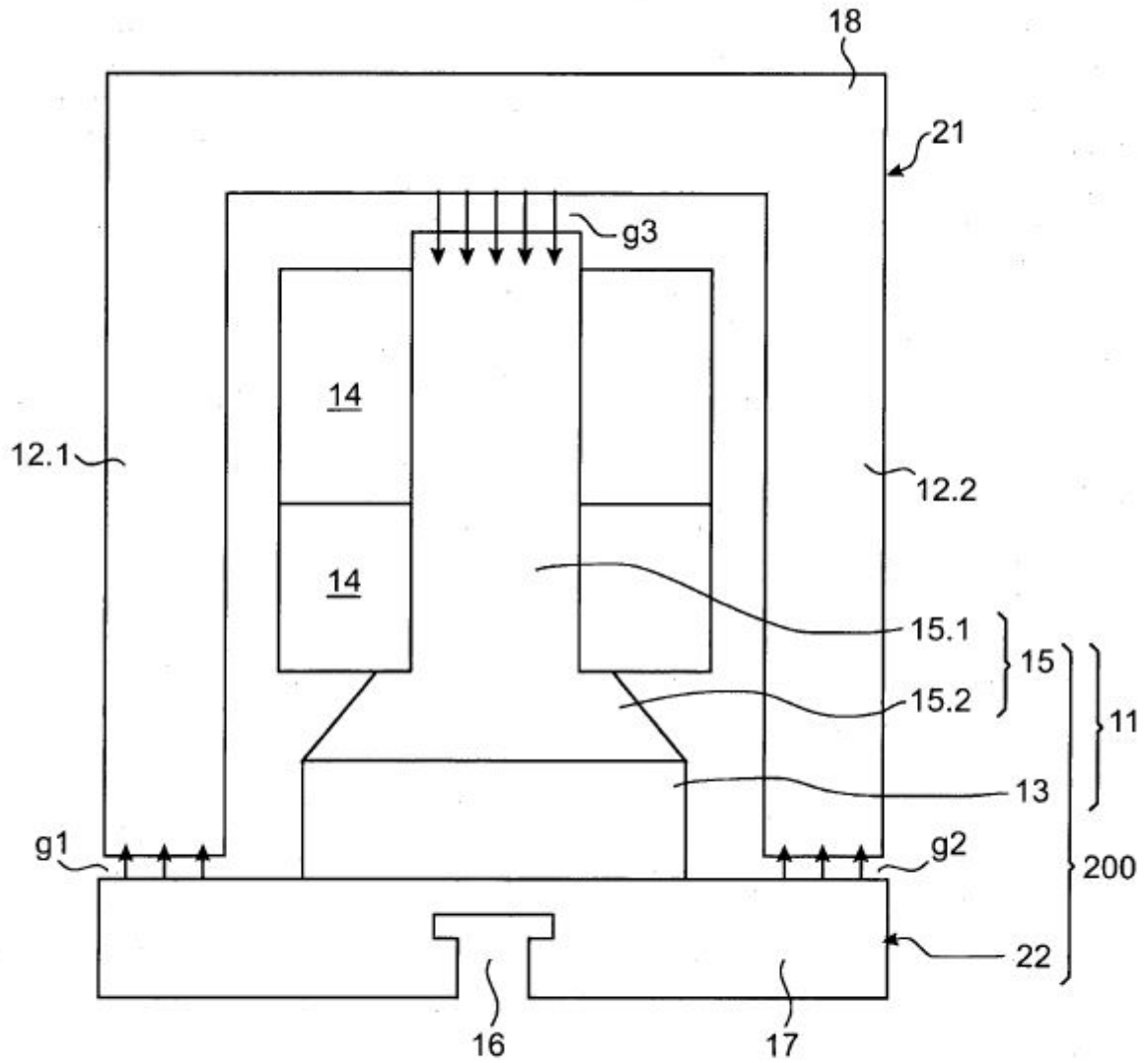


FIG. 3C

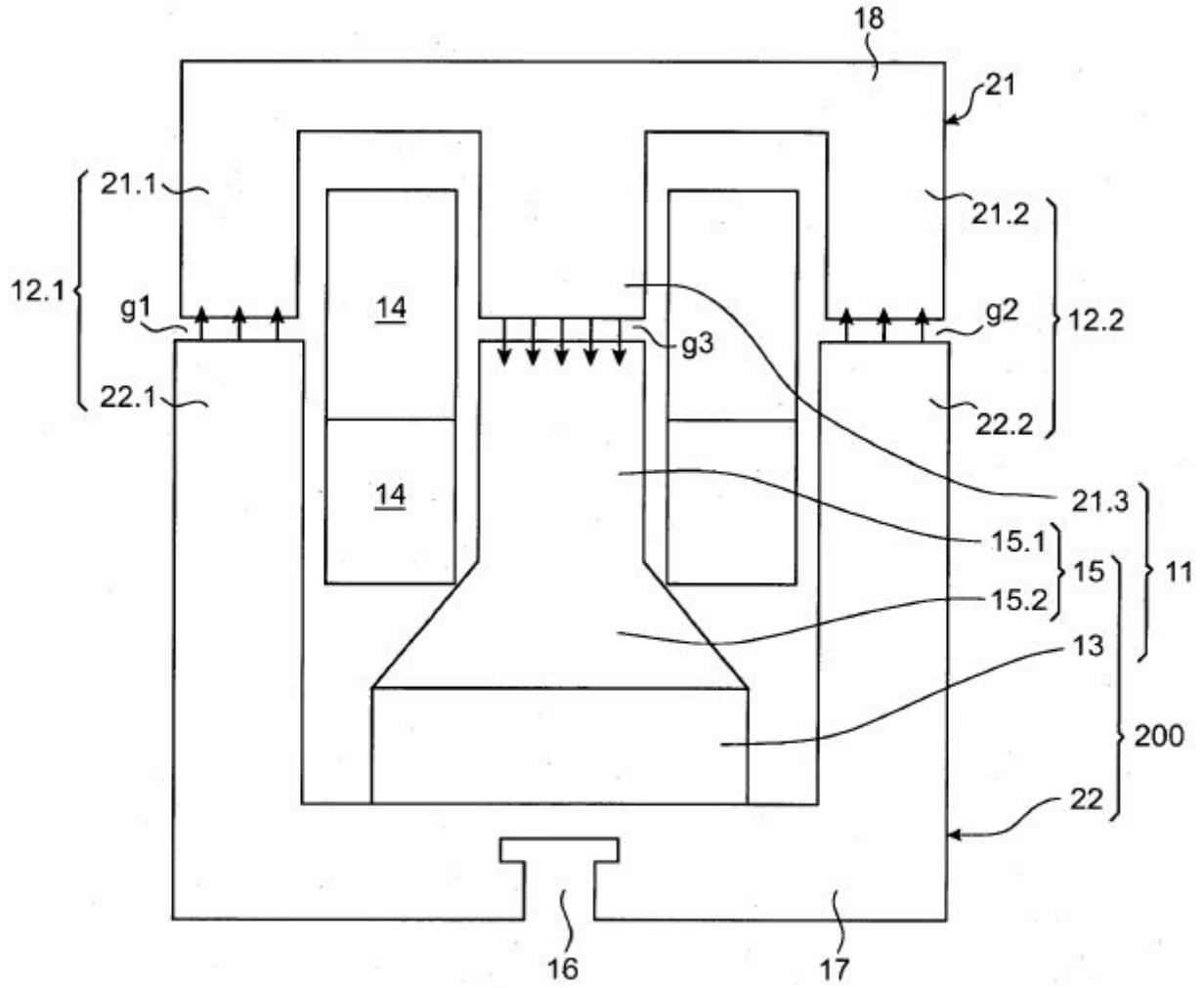


FIG. 3D

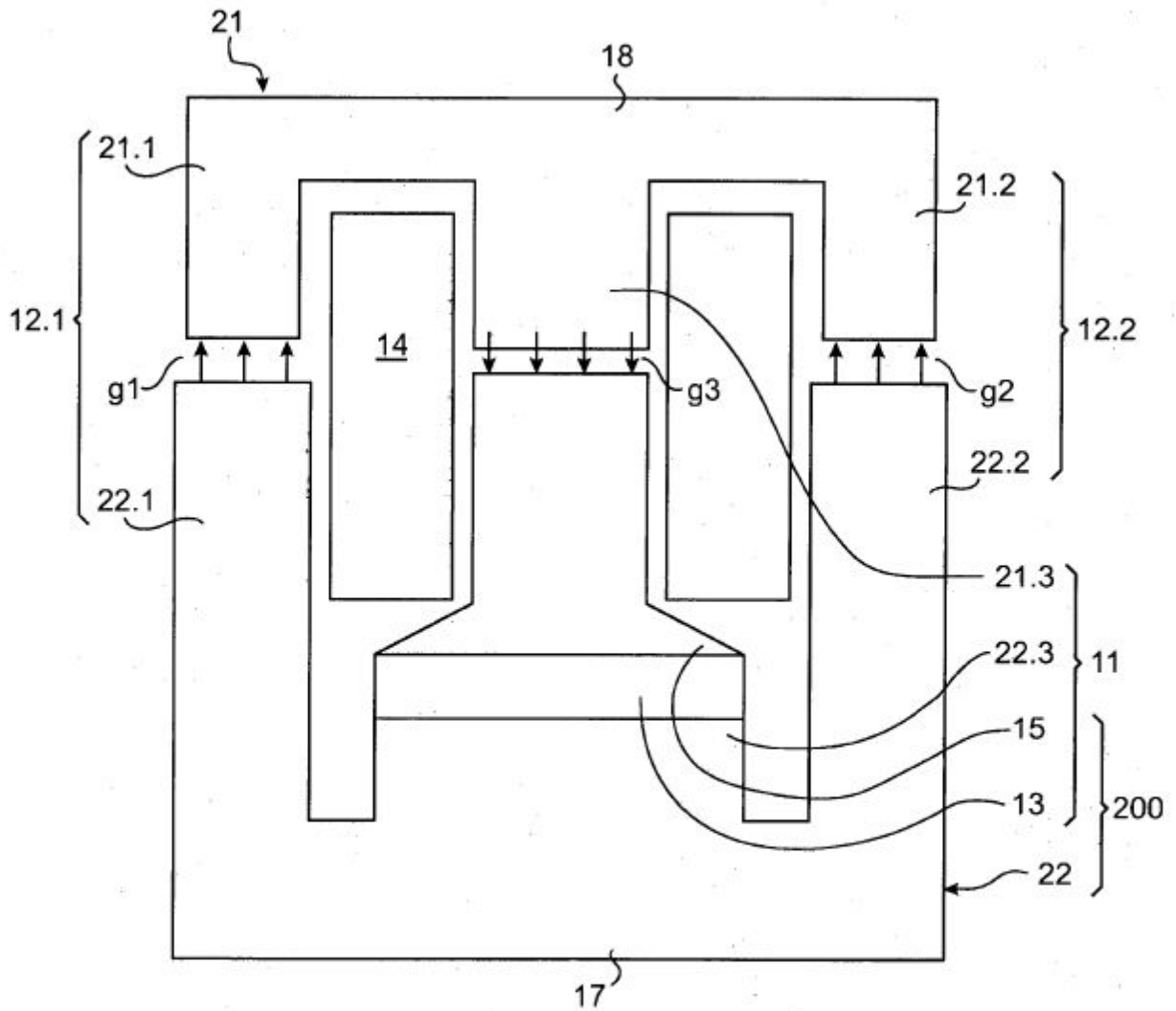


FIG. 3E

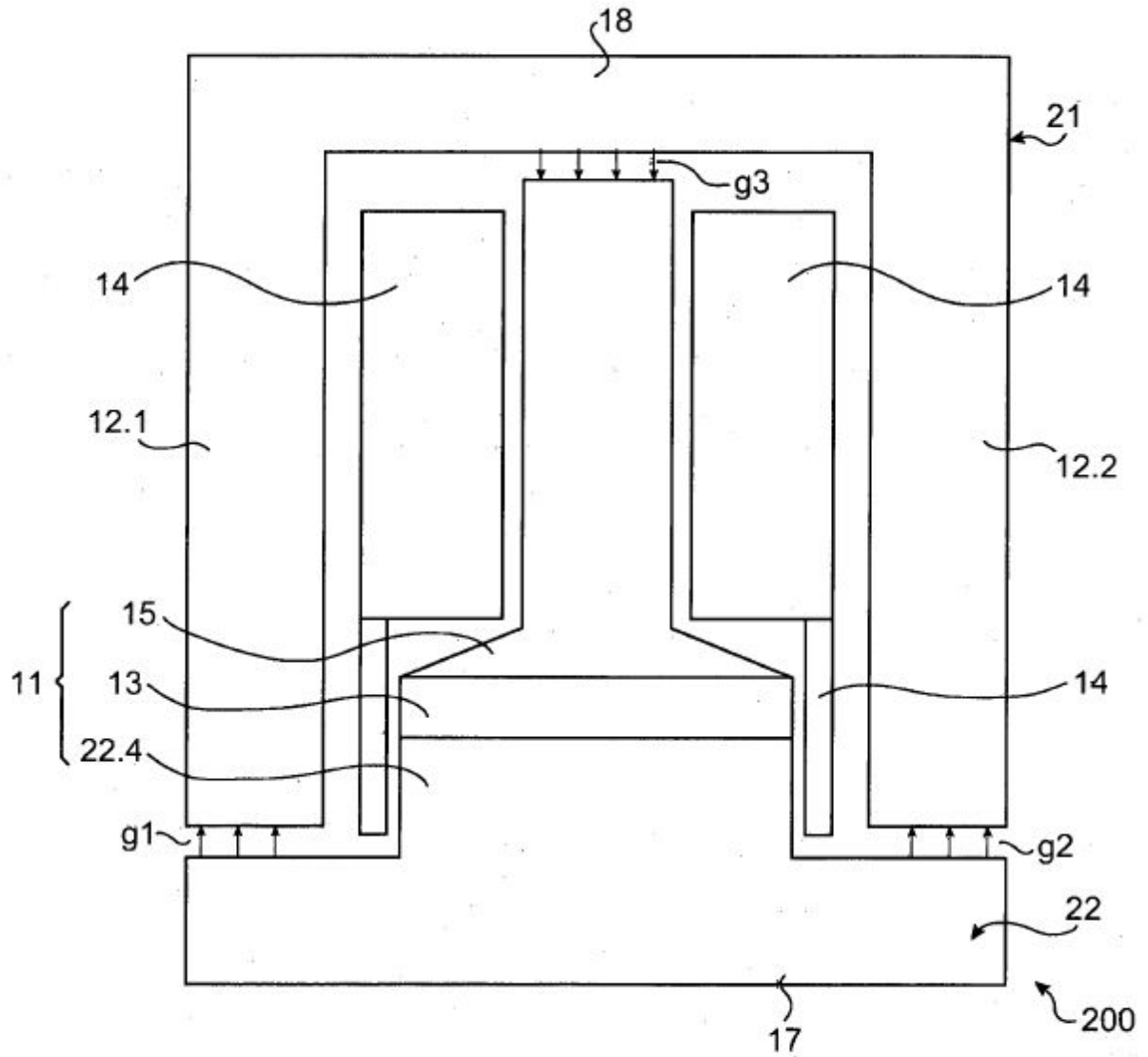


FIG. 3F

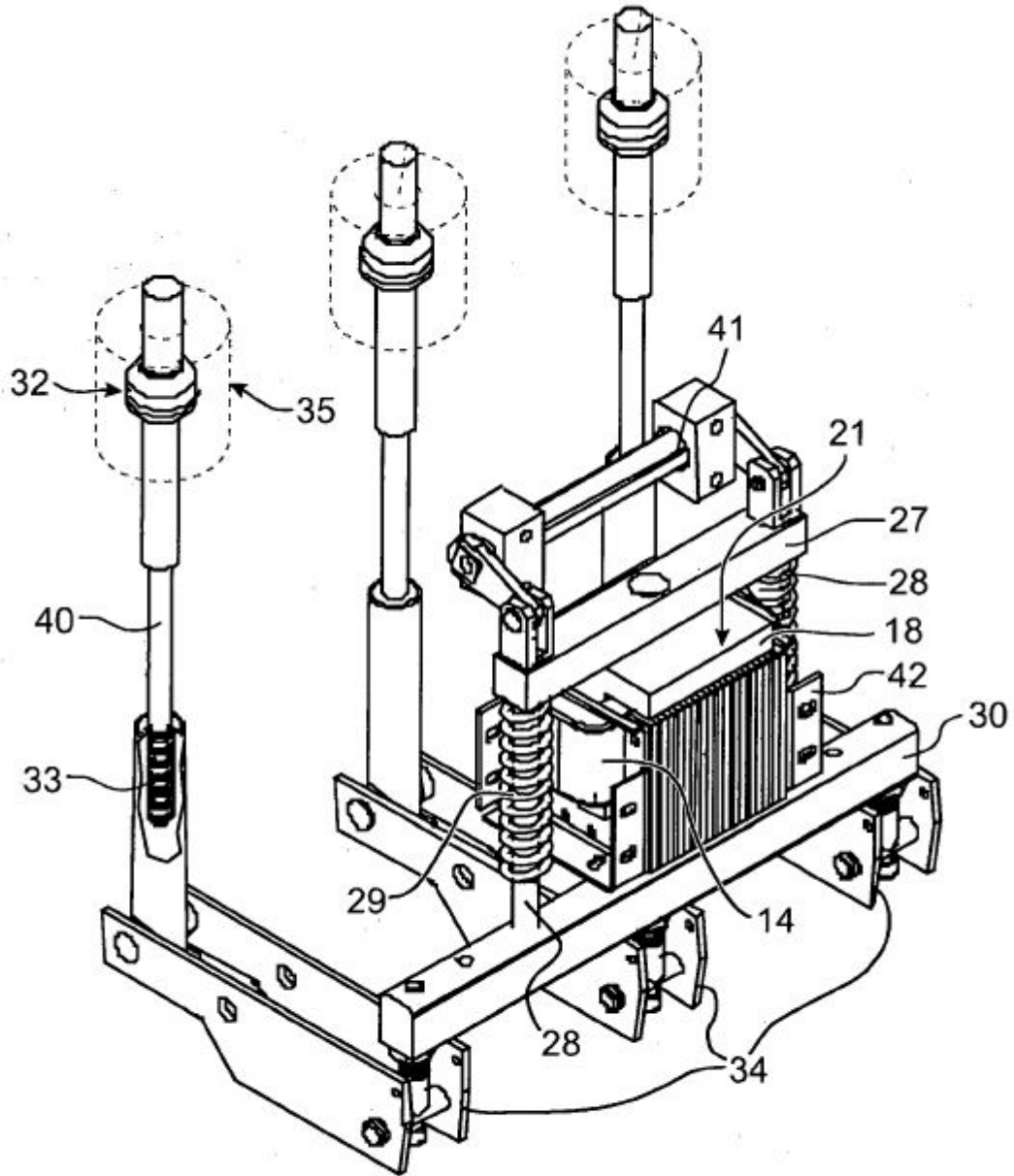


FIG. 4A

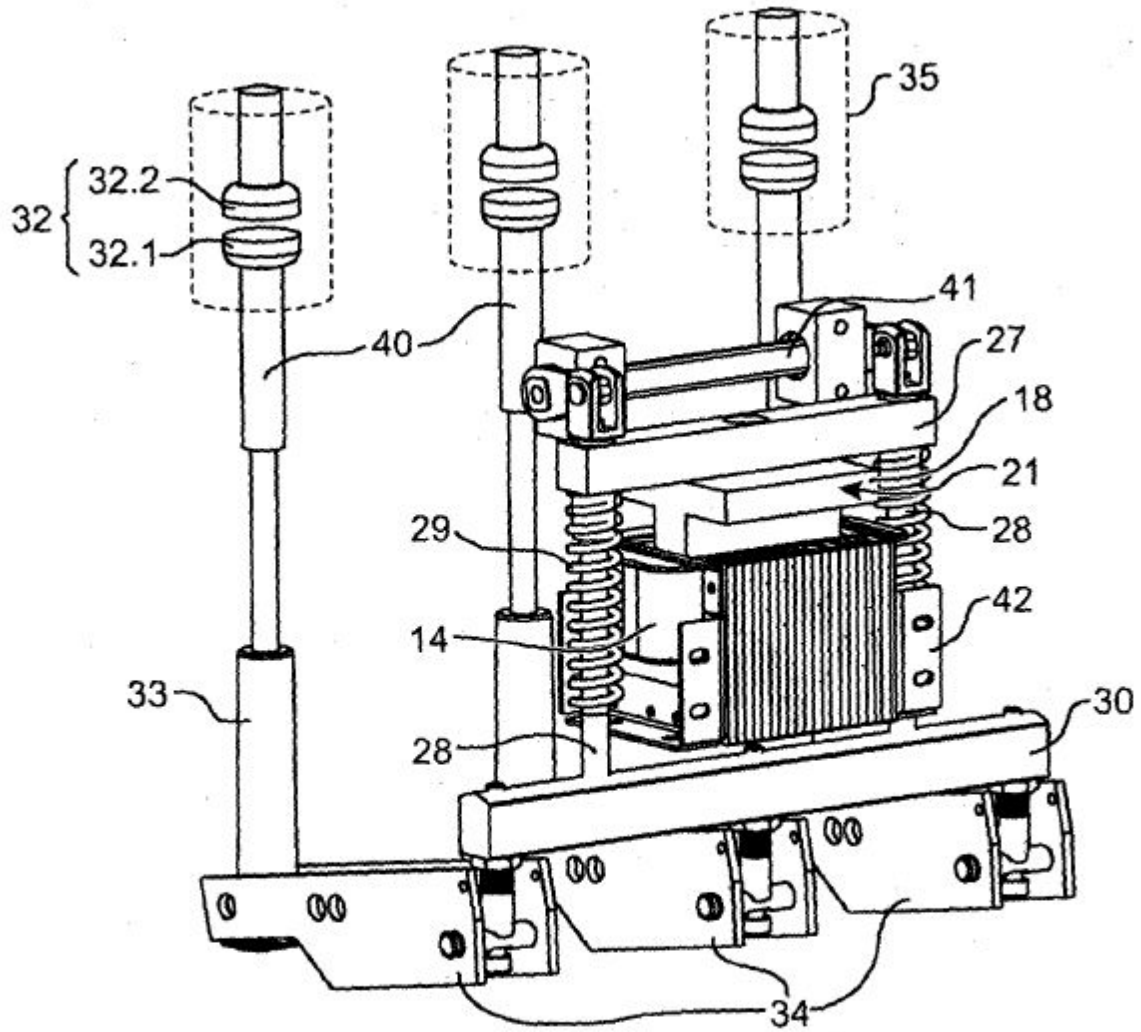


FIG. 4B

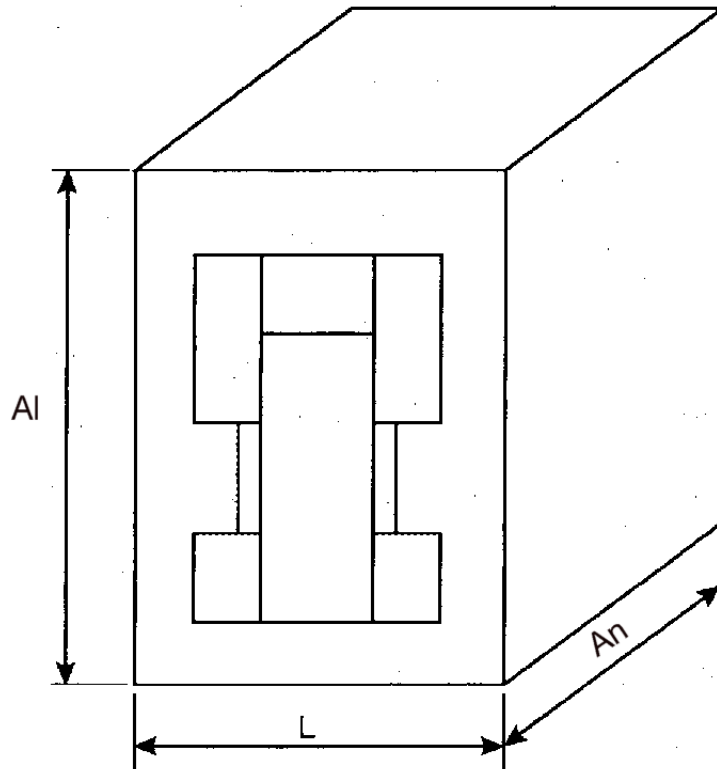


FIG. 5A

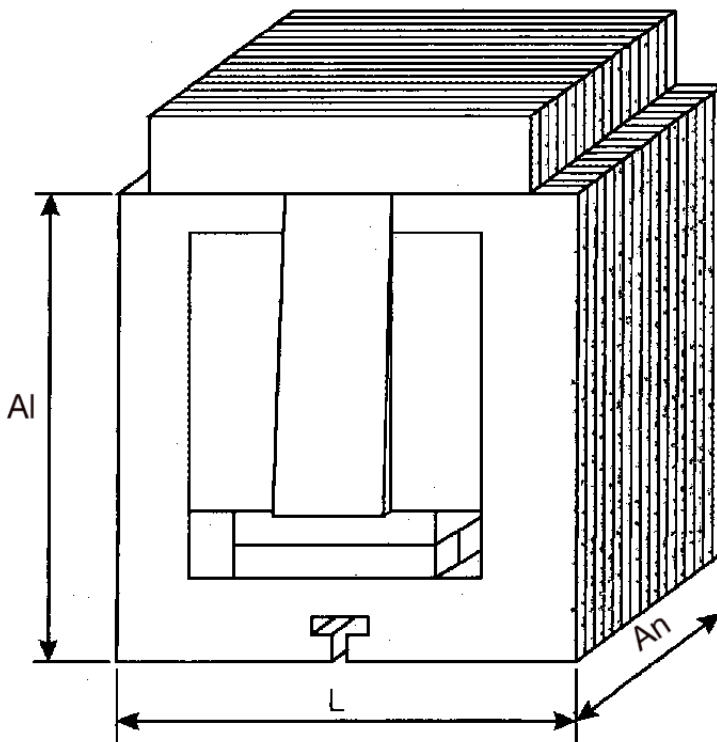


FIG. 5B