



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 101**

51 Int. Cl.:
H02K 41/03 (2006.01)
H02K 7/09 (2006.01)
H02N 15/00 (2006.01)
E05F 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05790956 .6**
96 Fecha de presentación : **12.09.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1805878**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.07.2007**

54 Título: **Puerta corredera con un accionamiento de motor lineal.**

30 Prioridad: **17.10.2004 DE 10 2004 050 333**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.06.2011

73 Titular/es: **Dorma GmbH + Co. KG.**
Dorma Platz 1
58256 Ennepetal, DE

72 Inventor/es: **Busch, Sven**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 362 101 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

Puerta corredera con un accionamiento de motor lineal

5 La invención se refiere a una puerta corredera con un accionamiento de motor lineal, en particular un accionamiento de puerta corredera con imanes, que se utiliza en particular en un sistema de accionamiento y suspensión magnético combinado con un dispositivo de suspensión magnético excitado permanentemente con una hilera de imanes y una unidad de accionamiento lineal, en particular para una puerta automática accionada. El término de hilera de imanes comprende también imanes individuales oblongos. La hilera de imanes puede estar dispuesta de forma estacionaria o móvil.

10 Del documento DE 40 16 948 A1 se conoce un guiado de puerta corredera, en el que los imanes que cooperan entre sí con carga normal consiguen un guiado suspendido sin contacto de una hoja de puerta sujeta en un guiado corredero o similares, estando dispuesto junto a los imanes del guiado corredero, dispuestos de forma estacionaria, un montante de un motor lineal cuyo rotor está dispuesto en la puerta corredera. Mediante la disposición seleccionada en forma de V de los imanes permanentes del dispositivo de suspensión magnética excitado permanentemente dado a conocer no se puede realizar una vía de guiado estable lateralmente, por lo cual es necesaria una disposición y configuración relativamente complicadas del montante y rotor. Esta disposición encarece enormemente un guiado de puerta corredera semejante.

20 Del documento WO 00/50719 A1 se conoce un sistema de alojamiento y accionamiento combinado para una puerta accionada automáticamente, en la que un sistema de suspensión magnético excitado permanentemente está construido de forma simétrica y presenta hileras de imanes estacionarias o móviles que están dispuestas respectivamente en un plano, situándose el sistema de suspensión en un equilibrio inestable, y en el que el sistema de suspensión presenta elementos de guiado laterales dispuestos simétricamente que pueden estar colocados en forma de rodillos. Debido a la vía de guiado estable lateralmente, conseguida por ello se produce una configuración y disposición sencillas del montante y rotor de un motor lineal alojado en una carcasa común, es decir, la posibilidad de poder disponer a voluntad el montante y rotor del motor lineal en referencia al sistema de suspensión y no estar limitado por el sistema de suspensión respecto a la conformación de montante y rotor.

30 Es común a estos sistemas de alojamiento que trabajan según el principio del efecto de fuerza repulsiva, principio activo que permite un estado de suspensión estable sin un costoso dispositivo eléctrico de regulación. No obstante, aquí es desventajoso que deben estar presentes tanto al menos una hilera de imanes estacionaria, como también al menos una hilera de imanes móvil, es decir, sobre todo el recorrido del guiado deslizante o del alojamiento de la puerta accionada automáticamente y que deben estar dispuestos varios imanes en el carro de suspensión móvil a lo largo del guiado para la puerta, por lo que un sistema semejante, que gracias a la supresión del rozamiento mecánico para la suspensión de la puerta se destaca por una suavidad extrema y un modo de trabajo sin ruido y casi está exento de rozamiento y mantenimiento, se vuelve muy caro en la fabricación. Este efecto se refuerza posteriormente por los imanes previstos en la unidad de accionamiento lineal.

35 Del documento DE 196 18 518 C1 se conoce además un sistema de accionamiento electromagnético para sistemas magnéticos de suspensión y soporte, en el que mediante una disposición apropiada del imán permanente y material ferromagnético se consigue un estado estable de suspensión y soporte. Para ello el imán permanente pone el material ferromagnético en el estado de una saturación parcial magnética. Los electroimanes están dispuestos de forma que los imanes permanentes se mueven sólo por un cambio de la saturación en el carril de suspensión, y los núcleos de bobinas están integrados en la saturación parcial de magnetismo permanente que conduce al estado de suspensión y sustentación.

45 El documento WO 94/13055 muestra además un accionamiento de montante para un accionamiento lineal eléctrico y una puerta provista de un montante semejante que está suspendido mediante imanes en el dintel de la puerta de un marco. Por ello en el entrepaño de la puerta están dispuestos varios imanes o grupos de imanes, cuya intensidad del campo magnético es tan grande que se consigue una fuerza de atracción de una placa de guiado, que está dispuesta en el lado inferior del dintel de la puerta, siendo suficiente la fuerza de atracción para elevar el peso del entrepaño de la puerta.

50 Es común a los dos sistemas discretos en estos documentos que, debido del número necesario de bobinas que interaccionan con imanes permanentes sobre todo el recorrido de desplazamiento se vuelven muy caros en la fabricación.

Del documento US 4439698 se conoce un aparato para la generación de un movimiento lineal, produciendo cada uno de una pluralidad de elementos de solenoide un campo magnético para atraer un miembro ferromagnético.

Por ello el objetivo de la invención es desarrollar una puerta corredera con un accionamiento de motor lineal, en particular un accionamiento de puerta corredera con imanes, en particular para un sistema magnético combinado de

suspensión y accionamiento con un dispositivo de suspensión magnético excitado permanentemente con una hilera de imanes y una unidad de accionamiento lineal, de forma que quedan las ventajas mencionadas anteriormente con pequeños costes de fabricación.

5 Este objetivo se resuelve con las características indicadas en la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas del objeto de la patente 1 están indicadas en las reivindicaciones dependientes.

10 La puerta corredera según la invención, con un sistema de accionamiento magnético para al menos una hoja de puerta, comprende una unidad de accionamiento lineal que presenta al menos una hilera de elementos magnéticos suaves, interrumpida a distancias determinadas en el dispositivo de accionamiento y al menos una disposición de bobinas hecha de varias bobinas individuales, que en el caso de una disposición correspondiente de bobinas individuales provoca una interacción con la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves, interacción que provoca fuerzas de avance. Esta puerta corredera presenta la ventaja respecto al estado de la técnica de que a pesar de prescindir de los imanes utilizados en la unidad de accionamiento lineal según el estado de la técnica se puede conseguir un buen rendimiento. Aquí el avance resulta del cambio de aire, es decir, mal conductor magnéticamente, y material magnético suave, es decir, buen conductor magnéticamente. Una propulsión se genera así por fuerzas magnéticas de atracción. La renuncia a los imanes utilizados según el estado de la técnica provoca un ahorro de costes en un sistema de accionamiento separado del sistema de suspensión, en particular si la disposición de bobinas se coloca en línea en la hoja de puerta, y la posibilidad de optimizar el sistema de accionamiento y el sistema de suspensión independientemente uno de otro.

20 La puerta corredera según la invención presenta un dispositivo de suspensión magnético que presenta al menos una hilera de imanes, al menos un elemento de suspensión magnético suave que se encuentra en efecto de fuerza atractiva con al menos una hilera de imanes, y un elemento de guiado que garantiza una distancia determinada en forma de hendidura entre la al menos una hilera de imanes y el elemento de suspensión. Esta combinación presenta la ventaja respecto al estado de la técnica de que el elemento de suspensión no debe ser magnético duro debido al efecto utilizado de la fuerza atractiva. Ya que está previsto un elemento de guiado que garantiza una distancia entre la al menos una hilera de imanes y el elemento de suspensión, no se debe prever un dispositivo eléctrico o electrónico de regulación a pesar del uso de un estado de equilibrio inestable.

25 En el dispositivo de suspensión magnético utilizado según la invención, el elemento de suspensión está configurado por la hilera de elementos magnéticos suaves, interrumpida a distancias determinadas. La unidad de accionamiento lineal según la invención y el dispositivo de suspensión magnético utilizado según la invención están configurados en este caso de forma integrada, por lo que se consigue una reducción del espacio constructivo.

30 En el sistema de suspensión magnético utilizado según la invención se magnetiza preferentemente la al menos una hilera de imanes transversalmente a la dirección de suspensión y a la dirección de accionamiento, en la que se puede desplazar un elemento suspendido por el dispositivo de suspensión, por ejemplo, un elemento de puerta corredera. En esta disposición preferida de la magnetización de la al menos una hilera de imanes transversalmente a la dirección de suspensión se produce una configuración constructiva especialmente sencilla del elemento de guiado, ya que éste puede planearse y realizarse en este caso independientemente de una fuerza que debe generarse por el dispositivo de suspensión para mantener el elemento suspendido en un estado de suspensión. Mediante la configuración simultánea de la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves, interrumpida a distancias determinadas en paralelo a la al menos una hilera de imanes, es posible una realización sencilla de la unidad de accionamiento lineal, ya que ésta se puede planear y realizar igualmente independientemente de la fuerza a generar por el dispositivo de suspensión. Según la invención la al menos una hilera de imanes se compone preferentemente de imanes permanentes individuales, ya que mediante el alineamiento de los imanes individuales más pequeños se pueden ahorrar costes en la obtención del material y por consiguiente en el proceso de fabricación del dispositivo de suspensión según la invención. Debido a esta configuración se pueden compensar además ligeras tolerancias y se pueden utilizar mejor las propiedades magnéticas. En lugar de una hilera de imanes se puede utilizar también un imán individual, por lo que se suprime el montaje relativamente complicado de la pluralidad de imanes individuales.

40 Según la invención la magnetización de la al menos una hilera de imanes cambia preferentemente el signo en una dirección longitudinal de la al menos una hilera de imanes a distancias determinadas. Esta característica que se puede materializar de forma especialmente sencilla en una hilera de imanes hecha de imanes permanentes individuales, da lugar a un mejor efecto magnético ya que, junto con el dispositivo de suspensión, se genera un cierre del campo magnético de las zonas individuales de magnetización, es decir, entre los imanes permanentes individuales. También en esta forma de realización preferida se puede utilizar, en lugar de los imanes permanentes individuales con polarización alterna, un imán individual multipolo. Además, mediante esta característica se consigue que el elemento de guiado, que garantiza la distancia en forma de hendidura, no deba absorber grandes fuerzas en el elemento de suspensión presente en ambos lados de la hilera de imanes, ya que en el mejor de los casos se suprimen las fuerzas que actúan entre la al menos una hilera de imanes y el elemento de suspensión en la dirección de magnetización. Este efecto se apoya más intensamente con un número creciente de polarizaciones alternas, dado que con ello se

5 compensan mejor tanto tolerancias en las intensidades de campo de las zonas de polarización individuales, como también se realiza una superposición semejante de respectivas fuerzas generadas por las zonas de polarización individuales, de forma que se genera un campo que contrarresta la constitución de fuerzas transversales. Al menos deben estar previstas tres zonas de polarización consecutivas para que no se produzca un ladeo de la hilera de imanes posible con sólo dos zonas de polarización de la hilera de imanes y que puede generar ya grandes fuerzas transversales.

10 El elemento de suspensión configurado como hilera interrumpida de elementos magnéticos suaves puede estar configurado estacionario, si la al menos una disposición de bobinas, así como la al menos una hilera de imanes están dispuestas móviles, es decir en el elemento móvil, por ejemplo, un carro de suspensión que porta una puerta. Así aquí los elementos relativamente caros, bobinas individuales e imanes permanentes, no están dispuestos sobre todo el recorrido de desplazamiento, lo que conduce a una solución económica, en particular en sistemas en los que se realizan recorridos de desplazamiento largos que no deben ser recubiertos completamente con elementos de puerta.

15 Según una forma de realización preferida del dispositivo de suspensión magnético utilizado según la invención, cada elemento de suspensión presenta preferentemente dos carriles de suspensión, de los que el un carril de suspensión está dispuesto a una distancia determinada de un primer lado de una hilera de imanes, y el otro carril de suspensión está dispuesto a una misma distancia u otra distancia determinada en forma de hendidura de un segundo lado de la hilera de imanes u otra hilera de imanes más de la al menos una hilera de imanes, lado opuesto al primer lado de la hilera de imanes.

20 Según otra forma de realización preferida del dispositivo de suspensión magnético utilizado según la invención, cada elemento de suspensión presenta un carril en forma de U con una zona de fondo y dos zonas laterales, uniendo la zona de fondo las dos zonas laterales y guiándose una hilera de imanes de la al menos una hilera de imanes al menos parcialmente dentro del carril de suspensión en forma de U, de tal manera que al menos partes de una superficie interior de la una zona lateral están dispuestas a una distancia determinada de un primer lado de la hilera de imanes y al menos partes de una superficie interior de la otra zona lateral están dispuestas a la misma o a otra distancia determinada en forma de hendidura de un segundo lado de la hilera de imanes u otra hilera de imanes de la al menos una hilera de imanes, lado opuesto al primer lado de la hilera de imanes.

30 Según estas dos formas de realización preferidas, las fuerzas transversales originadas entre las superficies polares de la al menos una hilera de imanes y los lados opuestos a éstas de los carriles de suspensión se oponen entre sí y casi se suprimen en diseños favorables. Esto provoca que según estas formas de realización preferida del dispositivo de suspensión utilizado según la invención se permita un diseño del elemento de guiado especialmente sencillo y no complicado, ya que éste casi no debe absorber fuerzas transversales para garantizar la distancia entre la al menos una hilera de imanes y el elemento de suspensión correspondiente.

La distancia entre la hilera de imanes y el elemento de suspensión se mantiene preferentemente tan pequeña como sea posible.

35 Según la invención el al menos un elemento de suspensión utilizado en el dispositivo de suspensión magnético utilizado según la invención está dispuesto preferentemente estacionario y la al menos una hilera de imanes está dispuesta móvil, es decir, en el caso de una puerta corredera está suspendida en la al menos una hilera de imanes, mientras que el al menos un elemento de suspensión forma un guiado para el elemento de puerta o los elementos de puerta de una puerta corredera de varias hojas. Naturalmente también es posible la configuración del al menos un elemento de suspensión de forma móvil y de la al menos una hilera de imanes de forma estacionaria, como también una combinación de estas dos variantes.

40 El al menos un elemento de suspensión es preferentemente según la invención de magnetismo suave, por lo que se consiguen unos costes especialmente bajos respecto a este elemento.

El elemento de guiado comprende según la invención preferentemente rodillos, cuerpos de cilindro y/o deslizantes.

45 Según la invención la al menos una hilera de imanes está hecha preferentemente de uno o varios imanes de gran potencia, preferentemente imanes de gran potencia de tierras raras, más preferentemente de neodimio – hierro – boro (NdFeB) o samario – cobalto (Sm₂Co) o materiales magnéticos unidos al plástico. Mediante la utilización de imanes de gran potencia semejantes se pueden generar, debido a la inducción remanente más elevada, densidades de fuerzas esencialmente más elevadas que con imanes de ferrita. Por ello el sistema de imanes se puede construir geométricamente pequeño y por consiguiente ahorrando espacio con imanes de gran potencia. En el caso de fuerza de suspensión dada los costes del material de imanes de gran potencia, más elevados respecto a imanes de ferrita, se compensan al menos debido al volumen de imán comparablemente pequeño.

50 En la unidad de accionamiento lineal utilizada según la invención, una trama de las bobinas individuales de la disposición de bobinas es preferentemente diferente a una trama de la al menos una hilera de elementos magnéticos

suaves, interrumpida a distancias determinadas. Por ello se permite un arranque especialmente sencillo del sistema de accionamiento según la invención desde el estado de reposo, así como la posibilidad de un movimiento especialmente uniforme.

5 En la unidad de accionamiento lineal utilizada según la invención, la disposición de bobinas está dispuesta preferentemente de forma estacionaria y la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves, interrumpida a distancias determinadas está dispuesta de forma móvil, por lo que en el caso de un recorrido de movimiento pequeño, tal y como existe normalmente en el accionamiento de hojas de puertas, no se originan costes excesivamente elevados, pero el rotor y por consiguiente el elemento móvil global del sistema de suspensión y accionamiento magnético combinado según la invención puede diseñarse de forma pasiva.

10 El sistema de accionamiento según la invención o sistema de suspensión y accionamiento combinado se utiliza para el accionamiento de al menos una hoja de una puerta corredera, que está configurada preferentemente como puerta corredera en arco o pared corredera horizontal. Junto a este uso se puede utilizar también para el accionamiento de hojas de puertas o dispositivos de suministro, dispositivos de manipulación o sistemas de transporte.

Ahora la invención se describe más en detalle mediante los ejemplos de realización representados esquemáticamente.

15 En este caso muestran:

Figura 1: una sección transversal de una forma de realización preferida del dispositivo de suspensión magnético utilizado preferiblemente según la invención en diferentes estados de carga,

Figura 2: una curva característica de la fuerza de suspensión del dispositivo de suspensión magnético según la primera forma de realización preferida mostrada en la figura 1,

20 Figura 3: el desarrollo de la fuerza transversal del dispositivo de suspensión magnético según la primera forma de realización preferida mostrada en la figura 1,

Figura 4: una representación en sección de una vista en planta del dispositivo de suspensión magnético según la primera forma de realización preferida mostrada en la figura 1,

25 Figura 5: una representación en sección de una vista en planta de una primera forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención,

Figura 6: una conexión eléctrica de las bobinas de la unidad de accionamiento lineal de una segunda forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención,

30 Figura 7: un diagrama para la explicación de una primera posibilidad del desarrollo de la tensión en las bobinas conectadas según se muestra en la figura 6 de la segunda forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención,

Figura 8: un diagrama para la explicación de una segunda posibilidad del desarrollo de la tensión en las bobinas conectadas según se muestra en la figura 6 de la segunda forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención,

35 Figura 9: un diagrama para la explicación de una tercera posibilidad del desarrollo de la tensión en las bobinas conectadas según se muestra en la figura 6 de la segunda forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención, y

Figura 10: una representación en sección de una vista en planta de una tercera forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención.

40 La figura 1 muestra en sección transversal una primera forma de realización preferida del dispositivo de suspensión magnético, utilizado según la invención. Para la explicación se dibuja un sistema de coordenadas en el que una dirección x representa una dirección de marcha de una hoja de puerta 5 suspendida en un dispositivo de suspensión según la invención. La dirección y es la dirección de las fuerzas transversales que actúan en el dispositivo de suspensión magnético, y el desvío de imanes vertical condicionado por el peso de la hoja de puerta 5 suspendida hacia abajo está dibujado en la dirección z.

45 Una hilera de imanes 1 fijada en un carro de suspensión 4 se conduce de forma forzada a través del elemento de guiado 3 mecánico previsto en el carro de suspensión 4, el cual coopera con una carcasa 6 del dispositivo de suspensión, de forma centrada en dirección horizontal entre los carriles de suspensión 2a, 2b magnéticos suaves que forman el elemento de suspensión 2, mientras que se puede desplazarse libremente en la dirección vertical y en la dirección de marcha (x) de la hoja de puerta 5. Debido a la simetría así forzada se suprimen ampliamente las fuerzas transversales que acometen a los imanes 1a, 1b, 1c, 1d en la dirección y. En la dirección vertical (dirección z) los

50

imanes 1a, 1b, 1c, 1d sólo adoptan una posición simétrica en el estado libre de carga, así sin carga fijada en el carro de suspensión 4 según se muestra en la figura 1a.

Al cargar los imanes 1a, 1b, 1c, 1d con una fuerza de gravedad F_g , por ejemplo, por la hoja de puerta 5 fijada en el carro de suspensión 4, éstos se mueven en la dirección vertical desde la posición simétrica mostrada en la figura 1a a través del estado intermedio mostrado en la figura 1b a la posición de equilibrio mostrada en la figura 1c, que está determinada por la fuerza de gravedad F_g a sustentar y una fuerza magnética de retroceso entre los imanes 1a, 1b, 1c, 1d de la hilera de imanes 1 y los carriles de suspensión 2a, 2b del elemento de suspensión 2, a continuación también designada como fuerza de suspensión $F(z)$. La causa de esta fuerza de retroceso son las fuerzas magnéticas de atracción que actúan entre los imanes 1a, 1b, 1c, 1d de la hilera de imanes 1 y los carriles de suspensión 2a, 2b, contribuyendo sólo la parte de los imanes 1a, 1b, 1c, 1d que sobresale hacia abajo entre los carriles de suspensión 2a, 2b, a esta fuerza magnética de suspensión. Ya que esta parte aumenta con desvío vertical creciente, así la fuerza magnética de suspensión se incrementa en valor continuamente con el desvío.

La figura 2 muestra la dependencia entre el desvío vertical de la hilera de imanes 1 y la fuerza magnética de suspensión en una curva característica, es decir, la curva característica de la fuerza de suspensión del dispositivo de suspensión según la forma de realización mostrada en la figura 1. En la abscisa se indica el desvío vertical hacia abajo, por ejemplo, en mm, y en la ordenada la fuerza de suspensión $F(z)$ magnética generada correspondiente, por ejemplo, en newton. El desarrollo de la curva característica de la fuerza de suspensión está marcada por un punto de ruptura superior y uno inferior, que se consigue correspondientemente si los imanes salen hacia arriba o bien hacia abajo entre los carriles de suspensión, según se muestra para el caso hacia abajo en la figura 1e. Si se sobrepasa de forma condicionada por la fuerza este desvío crítico, así se debilitan las fuerzas de retroceso por la distancia creciente a los carriles de suspensión 2a, 2b, por lo que en estas zonas no se puede conseguir un estado de equilibrio estable entre la fuerza de suspensión $F(z)$ y la fuerza de gravedad F_g condicionada por la carga.

En la práctica una ruptura semejante de la fuerza de suspensión $F(z)$ debida a la fuerza de gravedad F_g de la masa de la hoja de puerta se puede impedir de forma segura mediante una limitación mecánica del desvío posible de la hilera de imanes 1, según está mostrado a modo de ejemplo en la figura 1d. Aquí la carcasa 6 que aloja los carriles de suspensión 2a, 2b y que ofrece un guiado horizontal para el elemento de guiado 3 comprende simultáneamente dos respectivos salientes 6a, 6b dispuestos en sus extremos inferiores y que son una limitación mecánica del desvío posible del carro de suspensión 4 y por consiguiente de la hilera de imanes 1 fijada rígidamente en la dirección z.

Entre el punto de ruptura superior y el punto de ruptura inferior, la curva característica discurre de forma casi lineal, en la que en un desvío positivo de la hilera de imanes 1, es decir, un desvío hacia abajo que se realiza por la hoja de puerta 5 fijada en el carro de suspensión 4, del origen del sistema de coordenadas entre el desvío vertical z de la hilera de imanes 1 y la fuerza magnética de suspensión $F(z)$ hasta el punto de ruptura inferior en la curva característica de la fuerza de suspensión se pasan puntos de funcionamiento con inclinación negativa, en los que se puede ajustar una posición estable correspondiente de la hilera de imanes 1 entre los carriles de suspensión 2a, 2b, de forma condicionada por la fuerza de gravedad F_g que actúa sobre la hilera de imanes 1, y la fuerza magnética de suspensión $F(z)$ del mismo valor que actúa en la dirección opuesta.

Con una simetría estricta del dispositivo de suspensión magnético descrito alrededor del eje central vertical (eje z), que depende tanto de la disposición del dispositivo de suspensión, como también del elemento de guiado 3 mecánico, se suprimen completamente las componentes horizontales de la fuerza magnética en la dirección transversal, es decir, en la dirección y. Si la hilera de imanes 1 abandona esta posición central exacta condicionada por la tolerancia, así debido a las fuerzas de atracción de diferente intensidad respecto a los dos carriles de suspensión 2a, 2b se ajusta una fuerza transversal $F(y)$ que actúa en la hilera de imanes 1.

La figura 3 muestra para una anchura de hendidura de, por ejemplo, - 1 mm a + 1 mm un desarrollo de la fuerza transversal $F(y)$ en función del desplazamiento lateral y de los imanes 1a, 1b, 1c, 1d, que tiene una inclinación positiva durante todo el desarrollo. Esto significa que en el punto cero del sistema de coordenadas, que se corresponde a la posición central de la hilera de imanes 1 entre los carriles de suspensión 2a, 2b, existe un equilibrio inestable de fuerzas. En todos los otros puntos del sistema de coordenadas reina una fuerza transversal $F(y)$ resultante.

Ya que en la posición central solo existe un equilibrio inestable de fuerzas, el elemento de guiado 3 debe ofrecer un alojamiento mecánico preciso que guíe la hilera de imanes 1 durante el movimiento de marcha de la hilera de imanes 1 en la dirección de movimiento, es decir, en la dirección x, de forma exacta centrada entre los carriles de suspensión 2a, 2b. Cuanto más exacto se pueda realizar este centrado, tanto menor será la fuerza transversal $F(y)$ resultante y la fuerzas de rozamiento unidas con ello del alojamiento mecánico.

Para optimizar las propiedades de suspensión la anchura de los imanes, es decir, las dimensiones de la hilera de imanes 1 o de sus imanes individuales 1a, 1b, 1c, 1d en la dirección y debería ser lo mayor posible ya que una gran anchura de imanes provoca una gran intensidad de campo que provoca grandes fuerzas de suspensión. La altura del imán, es decir, las dimensiones de la hilera de imanes o bien de sus imanes individuales 1a, 1b, 1c, 1d en la dirección

z debería ser lo menor posible, ya que las alturas de imán pequeñas aumentan la rigidez del campo de fuerzas de suspensión por el agrupamiento del campo.

La altura de los carriles de suspensión 2a, 2b debe ser lo menor posible, es favorable una altura de los carriles de suspensión menor de $\frac{1}{2}$ la altura del imán, ya que las líneas de campo de los imanes permanentes se agrupan y por ello aumenta la rigidez del sistema de suspensión magnético.

La disposición debería seleccionarse de forma que los carriles de suspensión 2a, 2b magnéticos suaves en el estado de equilibrio, en el que la fuerza magnética de suspensión $F(z)$ es de igual valor que la fuerza de gravedad F_g provocada por la carga de la hilera de imanes 1 con la hoja de puerta 5, se sitúan verticalmente de forma no simétrica alrededor de la hilera de imanes 1, y la hilera de imanes 1 debería ser lo más continua posible para evitar fuerzas de enclavamiento en la dirección de movimiento, es decir, en la dirección x.

En la figura 4 se muestra una representación en sección de una vista en planta del dispositivo de suspensión mostrado en la figura 1a según una línea de sección A-A conforme a la primera forma de realización preferida de la invención. Puede reconocerse que la hilera de imanes 1 está hecha de imanes individuales 1a, 1b, 1c, 1d que están dispuestos con dirección de magnetización alterna entre los dos carriles de suspensión 2a, 2b dispuestos lateralmente y que están hechos de un material magnético suave. En esta forma de realización, en la que los carriles de suspensión 2a, 2b forman la parte fija del dispositivo de suspensión según la invención, los imanes individuales 1a, 1b, 1c, 1d están fijados para la formación de la hilera de imanes 1 en el carro de suspensión 4 móvil y pueden desplazarse entre los carriles 2a, 2b en la dirección x y z. En un desplazamiento vertical, es decir, un desplazamiento en la dirección z, de un recorrido pequeño de aproximadamente 3 – 5 mm, desde la posición cero, es decir, de la posición de simetría geométrica, se produce de forma condicionada por la utilización de imanes permanentes muy intensos, por ejemplo, de Nd-Fe-B, una fuerza de retroceso considerable, que es apropiada para la suspensión de una hoja de puerta corredera 5 con un peso de aproximadamente 80 kg/m. En la disposición mostrada en la figura 4, en la que los imanes permanentes 1a, 1b, 1c, 1d están dispuestos con dirección de magnetización alterna entre los dos carriles de suspensión 2a, 2b, el final de campo se revierte reforzándose positivamente por los carriles de suspensión 2a, 2b en el caso de la dirección de magnetización mutua de los imanes dispuestos unos junto a otros.

La figura 5 muestra dos segmentos de accionamiento de una primera forma de realización preferida del sistema de accionamiento según la invención en una vista en planta en sección, en la que el accionamiento lineal magnético utilizado según la invención presenta una hilera 20 de elementos magnéticos suaves, la cual está fijada en un carro de suspensión 4 no mostrado. En un lado de la hilera 20 de elementos magnéticos suaves del accionamiento lineal están dispuestas bobinas 7, de forma que un núcleo de bobina 12 correspondiente se extiende en la dirección transversal, es decir, en la dirección y, y que el campo magnético que sale de éste entra en una hendidura de aire entre dos listones 21 magnéticos suaves, en la que la hilera 20 de elementos magnéticos suaves está dispuesta de forma móvil, estando dispuestas también las bobinas 7 con núcleos de bobinas 12 entre los listones 21 magnéticos suaves. Así es de forma que una superficie del polo de un núcleo de bobina 12 está en contacto con un listón 21 magnético suave y la otra superficie del polo está espaciada con una hendidura de aire respecto al otro listón 21 magnético suave, en cuya hendidura de aire están dispuestos los elementos magnéticos suaves de la hilera 20 de los elementos magnéticos suaves de la unidad de accionamiento lineal. Los listones 21 magnéticos suaves sirven para la mejor finalización del campo magnético de los campos magnéticos generados por las bobinas 7 con núcleos de bobinas 12.

Para garantizar un avance relativo continuo entre la hilera 20 de elementos magnéticos suaves del accionamiento lineal y bobinas 7, las bobinas 7 están dispuestas con sus núcleos de bobinas 12 correspondientes en diferentes posiciones relativas respecto a la trama de los elementos magnéticos suaves. Cuanto mayor se configuren las posiciones relativas diferentes, tanto más uniforme puede realizarse la fuerza de empuje sobre el recorrido de desplazamiento. Ya que, por otro lado, cada posición relativa debe asignarse a una fase eléctrica de un sistema de excitación necesario para el accionamiento lineal, deben utilizarse las menos fases eléctricas posibles. Debido a la red de corriente trifásica disponible, un sistema trifásico, según se muestra a modo de ejemplo en la figura 5, puede construirse de forma muy económica.

En este caso un segmento de accionamiento correspondiente de la unidad de accionamiento lineal está hecho de tres bobinas 7, que presentan un espaciado de tres unidades de longitud en la dirección de accionamiento, es decir, en la dirección x, situándose así entre los puntos centrales de los núcleos de bobinas 12 adyacentes una trama $R_S = 1$ unidad de longitud. La longitud de un elemento magnético suave de la hilera 20 de elementos magnéticos suaves de la unidad de accionamiento lineal en la dirección de accionamiento y la longitud de los huecos situados entre las hileras 20 de elementos magnéticos suaves de la unidad de accionamiento lineal se selecciona aquí de forma que se da la longitud de un elemento $L_{\text{elemento}} + \text{longitud de un hueco } L_{\text{hueco}} = \text{trama de elemento } R_E = 6/4 \text{ unidades de longitud } (= 6/4 R_S)$.

La figura 6 muestra la conexión de bobinas de los dos segmentos de accionamiento mostrados en la figura 5 de la unidad de accionamiento lineal utilizada según la invención, estando dispuestas las bobinas 7 con núcleos de bobinas 12 aquí en una segunda forma de realización preferida de la unidad de accionamiento lineal según la invención entre

dos hileras 20a, 20b de los elementos magnéticos suaves, de forma que un núcleo de bobinas 12 correspondiente se extiende en la dirección transversal, es decir, en la dirección y. En el lado respectivamente opuesto a las bobinas 7 con núcleos de bobinas 12 de las dos hileras 20a, 20b de elementos magnéticos suaves del accionamiento lineal se sitúa una parte del carro de soporte 4, en el que están fijadas las dos hileras 20a, 20b de elementos magnéticos suaves del accionamiento lineal. Aquí una primera bobina 7a con un primer núcleo de imán 12a está conectada entre una primera fase y una segunda fase de un sistema trifásico compuesto de tres fases, cuyas tres fases se distribuyen uniformemente, así la segunda fase se sitúa a 120° y una tercera fase a 240° si la primera fase se sitúa a 0° . Una segunda bobina 7b con núcleo de imán 12b de un segmento de accionamiento de la unidad de accionamiento lineal, situada en la dirección positiva de accionamiento, es decir, la dirección +x, junto a la primera bobina 7a con núcleo de imán 12a está conectada entre la segunda fase y la tercera fase, y la tercera bobina 7c con núcleo magnético 12c situada en la dirección de accionamiento positiva, es decir, la dirección +x junto a la segunda bobina 7b con núcleo de imán 12b está conectada entre la tercera fase y la primera fase.

Si se asigna a la trama formada por elementos individuales magnéticos suaves, análogamente a la disposición en un motor de corriente continua de dos polos, ángulo de fase, así se pueden ilustrar las disposiciones de bobinas lineales en un diagrama de fases circular. Ya que se puede interpretar tanto magnéticamente como efecto de accionamiento en los elementos magnéticos suaves, como también eléctricamente como excitación de bobinas, se puede describir de forma unitaria mediante este diagrama de la relación entre estados de conexión y efecto de accionamiento.

Un diagrama de fases circular semejante con bobinas dibujadas está mostrado en la figura 7. Aquí se indica en la ordenada el potencial eléctrico en V y en la abscisa el potencial magnético. Un círculo alrededor del origen de este sistema de coordenadas, que representa un potencial cero tanto para el potencial eléctrico, como también el potencial magnético, representa la posición de fases de la tensión aplicada en las bobinas correspondientes, dándose una posición de fase de 0° en el punto de corte del círculo con la ordenada positiva y cambiándose la fase en el sentido antihorario a una posición de fase de 90° en el punto de corte del círculo con la abscisa negativa, que representa el potencial magnético del polo sur, a una posición de fase de 180° en el punto de corte del círculo con la ordenada negativa que representa el potencial de tensión mínimo, de una posición de fase de 270° en el punto de corte del círculo con la abscisa positiva, que representa el potencial magnético del polo norte, y hasta una posición de fase de 360° que es igual a la posición de fase de 0° , en el punto de corte del círculo con la ordenada positiva representa que representa el potencia de tensión máxima.

Según se muestra en la figura 6, se da una relación en la que la primera bobina 7a con núcleo de imán 12a se sitúa entre una posición de fase de 0° y una posición de fase de 120° , las segunda bobina 7b con núcleo de imán 12b se sitúa entre una posición de fase de 120° y una posición de fase de 240° y una tercera bobina 7c con núcleo de imán 12c se sitúa entre una posición de fase de 240° y una posición de fase de 360° . En el funcionamiento de corriente trifásica se gira ahora el indicador de estas bobinas conforme a la frecuencia alterna de la corriente trifásica en el sentido horario, aplicándose a las bobinas respectivamente una tensión conforme a las diferencias de potencial eléctrico entre los puntos de inicio y final del indicador proyectados en la ordenada.

En la interpretación magnética del diagrama de fases, un paso de fases de 180° se corresponde a un desplazamiento del rotor en la mitad de distancia entre los puntos centrales de dos elementos individuales magnéticos suaves adyacentes, así la media trama de elemento R_E . Mediante las propiedades magnéticas suaves se utilizan sólo fuerzas magnéticas de atracción. Después de un paso de fases de 360° supone el desplazamiento del rotor R_E . En este caso los elementos individuales magnéticos suaves se sitúan respecto a la trama R_S de las bobinas del estator de nuevo en la posición de partida, comparablemente con una rotación de 360° del rotor de un motor de corriente continua de dos polos.

Para la interpretación eléctrica del diagrama de fases se observa la ordenada, en la que está representado el potencial de tensión eléctrica aplicada. A 0° se aplica el potencial máximo, a 180° el potencial mínimo y a 90° ó 270° un potencial de tensión medio. Según se ha mencionado anteriormente, las bobinas se representan en el diagrama por flechas, cuyos puntos de inicio y final representan los contactos. La tensión de bobina aplicada respectivamente puede leerse por la proyección del punto de inicio y final de las flechas en el eje del potencial. Mediante la dirección de la flecha se determinan la dirección de corriente y con ello la dirección de magnetización de la bobina.

En lugar de una fuente de tensión sinusoidal continua, que presenta un diagrama de fases según la figura 7, se puede utilizar también un control con característica rectangular por motivos de costes. En un diagrama de fases correspondiente, que está mostrado en la figura 8, está representada la característica rectangular a través de umbrales de conmutación. En este caso las conexiones de fases pueden adoptar respectivamente los tres estados potencial positivo, potencial negativo y sin potencial. En este caso se aplica el potencial positivo, por ejemplo, en una zona entre 300° y 60° y el potencial negativo en una zona entre 120° a 240° , y las zonas entre 60° y 120° , así como 240° y 300° representa el estado sin potencial en el que las bobinas no están conectadas. En la excitación de tensión rectangular es desventajoso el empuje no uniforme en comparación al control sinusoidal.

Naturalmente se puede construir todavía un gran número de otras configuraciones de bobinas y distribuciones de

potencial, por ejemplo, la distribución de potencial mostrada en la figura 9, en la que un potencial mínimo de 0 V existe en un rango entre 105° y 255°, un potencial máximo de 24 V en una zona de 285° a 75° y zonas sin potencial de 75° a 105° y de 255° a 285°.

5 Además, la figura 10 muestra dos segmentos de accionamiento de una tercera forma de realización preferida del sistema de accionamiento combinado según la invención en una vista en planta en sección, en la que el accionamiento lineal magnético utilizado según la invención presenta una disposición trifásica de bobinas, situándose una hilera 20 de elementos magnéticos suaves de la unidad de accionamiento lineal entre listones de zapata polar 18a, 18b, que unen respectivamente todos las zapatas polares 19 de las bobinas de la unidad de accionamiento lineal, situadas en un lado de la hilera 20 de elementos magnéticos suaves. Las zapatas polares 19 discurren aquí de las superficies finales de los núcleos de bobinas 12 de las bobinas 7, que se extienden en la dirección de accionamiento, es decir, la dirección x, hacia los listones de zapata polar 18a, 18b para garantizar un mejor cierre del campo magnético. Las bobinas dispuestas en ambos lados polares de la hilera 20 de elementos magnéticos suaves están conectadas simétricamente de la misma manera que las bobinas situadas entre las dos hileras 20a, 20b de elementos magnéticos suaves de la forma de realización descrita anteriormente. En esta forma de realización se selecciona la trama del elemento individual $R_E = 6/2$ de la trama de bobinas R_S . Gracias a estas características las propiedades características son de tal forma que cada bobina salva un ángulo de fase de 120° y que después de 360° (una rotación = R_E) se pasan las tres bobinas de un segmento de accionamiento de la unidad de accionamiento, existiendo – como en la forma de realización anterior – un segmento de accionamiento a partir de un número correspondiente de las fases eléctricas de bobinas o pares de bobinas excitadas conjuntamente.

20 El diagrama de fases de esta disposición se corresponde con la disposición descrita anteriormente, en el que las bobinas representadas en el diagrama de fases por flechas forman un triángulo, representando las esquinas de este triángulo respectivamente las fases de la excitación. Aquí pasan las esquinas del triángulo durante una rotación de 360°, lo que se corresponde con un movimiento de translación del rotor alrededor de tres tramas de bobina, tres potenciales de tensión: más, menos y libre de potencial, si se selecciona la excitación rectangular mostrada en la figura 8. Ya que cada bobina salva un ángulo de fase de 120°, durante una rotación de 60° se cambia el potencial de una fase y una de las tres fases siempre está libre de potencial. Si se apunta el potencial de fase en función del número de los pasos de rotación de 60° en una tabla, así se produce el siguiente diagrama de control de fases:

	0°	60°	120°	180°	240°	300°
Fase 1	+	0	-	-	0	+
Fase 2	0	+	+	0	-	-
Fase 3	-	-	0	+	+	0

30 Mediante un desplazamiento del umbral de conmutación a un potencial negativo entre 105° y 255°, un potencia positivo entre 285° y 75° y estados libres de potencial entre 75° y 105° y 255° y 285°, similar al estado mostrado en la figura 9, se puede realizar una excitación con una amplitud de paso de 30°. En este caso dos fases pueden tener el mismo potencial, de forma que en la bobina correspondiente no se aplica una diferencia de tensión y no circula una corriente. En cada segundo paso de 30° es respectivamente una fase libre de potencial. El diagrama de excitación de fases de 30° con 12 pasos de control se produce como sigue:

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Fase 1	+	+	0	-	-	-	-	-	0	+	+	+
Fase 2	0	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-
Fase 3	-	-	-	-	0	+	+	+	+	+	0	-

35 Para optimizar las propiedades de avance, la anchura de los elementos magnéticos suaves debería ser lo menor posible, es decir, las dimensiones de la hilera 20 o de las hileras 20a, 20b de la unidad de accionamiento lineal o de sus elementos individuales en la dirección y, dado que los elementos actúan como aire amortiguando en el circuito magnético de las bobinas. La altura de elementos, así las dimensiones de la(s) hilera(s) 1, 1e, 1f o bien sus elementos individuales en la dirección z debería ser lo mayor posible, ya que una gran altura de elemento provoca una gran superficie de hendidura de aire que ayuda a reducir la resistencia magnética del circuito de bobinas. Simultáneamente se introduce en este caso mucho material magnético suave en el circuito magnético de bobinas, sin generar intensidades de campo demasiado grandes que saturan el circuito magnético. La altura de zapatas polares y/o los

5 núcleos de bobinas 12 debería ser lo mayor posible para que las zapatas polares o núcleos de bobinas 12 alcancen con los elementos individuales un recubrimiento lo mayor posible, de forma que una superficie de hendidura de aire se produzca con elevada fuerza activa y pequeña resistencia magnética. La disposición de estos elementos constructivos magnéticos suaves debería alcanzar un recubrimiento vertical lo mayor posible entre núcleos de bobinas o zapatas polares.

Una división en elementos individuales separados magnéticamente se realiza preferentemente de forma horizontal, ya que un avance en el plano de movimiento condiciona las intensidades y direcciones de campo que cambian en función del tiempo y el lugar (onda progresiva magnética) y conexiones magnéticas de los núcleos de bobinas o zapatas polares conducen entre sí a (corto)circuito magnético y pérdidas de potencia.

10 Mediante la separación según la invención del sistema de suspensión de magnetismo permanente y el accionamiento lineal electromagnético en dos sistemas individuales pueden seleccionarse las mejores propiedades magnéticas de parámetros de suspensión, guiado y avance.

Lista de referencias

	1, 1e, 1f	Hilera de imanes
15	1a – d	Imán
	2	Elemento de suspensión
	2a, b	Carril de suspensión
	3	Elemento de guiado
	4	Carro de suspensión
20	5	Hoja de puerta
	6	Carcasa
	7, 7a – c	Bobina
	12, 12a – c	Núcleo de bobina
	18a, 18b	Listón de zapata polar
25	19	Zapata polar
	20, 20a, 20b	Hilera de elementos magnéticos suaves
	21	Listón magnético suave
	$R_S =$	Trama
30	$L_{\text{elemento}} =$	Longitud de un elemento
	$L_{\text{hueco}} =$	Longitud de un hueco
	$R_M =$	Trama de imanes
	$L_{\text{imán}} =$	Longitud de un imán
35	z	Dirección de marcha de la hoja de puerta
	y	Dirección transversal
	z	Dirección vertical o desvío

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Puerta corredera con un sistema de accionamiento magnético para al menos una hoja de puerta (5), con una unidad de accionamiento lineal que presenta al menos una hilera de elementos magnéticos suaves (20, 20a, 20b), interrumpida a distancias determinadas en la dirección de accionamiento y al menos una disposición de bobinas compuesta de varias bobinas individuales (7) que, durante la excitación correspondiente de las bobinas individuales (7), provoca una interacción con la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves (20, 20a, 20b), que produce las fuerzas de avance, y con un dispositivo de suspensión magnético excitado permanentemente que presenta al menos una hilera de imanes (1), al menos un elemento de suspensión (2), que se encuentra en efecto de fuerza atractiva con al menos una de las al menos una hilera de imanes (1), y un elemento de guiado (3) que garantiza una distancia determinada en forma de hendidura entre la al menos una hilera de imanes (1) y el elemento de suspensión (2), en la que el al menos un elemento de suspensión (2) está configurado por la hilera de elementos magnéticos suaves (20, 20a, 20b), interrumpida a distancias determinadas.
- 10 2.- Puerta corredera según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el elemento de suspensión (2) está dispuesto de forma estacionaria y la al menos una hilera de imanes (1) esta dispuesta de forma móvil.
- 15 3.- Puerta corredera según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la disposición de bobinas (7) está dispuesta de forma estacionaria y la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves, interrumpida a distancias determinadas está dispuesta de forma móvil.
- 4.- Puerta corredera según la reivindicación 2, **caracterizada porque** la al menos una hilera de imanes (1) está magnetizada transversalmente a una dirección de suspensión (z) y a una dirección de accionamiento (x).
- 20 5.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la al menos una hilera de imanes (1) está hecha de imanes permanentes individuales (1a, 1b, 1c, 1d).
- 6.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** una magnetización de la al menos una hilera de imanes (1) cambia el signo a distancias determinadas en una dirección longitudinal de la al menos una hilera de imanes (1).
- 25 7.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el elemento de suspensión (2) presenta dos carriles de suspensión (2a, 2b, 20a, 20b), de los que el uno está dispuesto a una distancia determinada de un primer lado de una de las al menos una hilera de imanes (1), y el otro está dispuesto a una misma distancia determinada de un segundo lado de la hilera de imanes (1), opuesto al primer lado de la hilera de imanes (1).
- 30 8.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** cada elemento de suspensión (2) presenta un carril de suspensión en forma de U con una zona de fondo y dos zonas laterales, uniendo la zona de fondo las dos zonas laterales y guiándose una hilera de imanes (1) de la al menos una hilera de imanes al menos parcialmente dentro del carril de suspensión en forma de U, de tal manera que al menos partes de una superficie interior de la una zona lateral están dispuestas a una distancia determinada de un primera lado de la hilera de imanes (1) y al menos partes de una superficie interior de la otra zona lateral están dispuestas a la misma o a otra distancia determinada en forma de hendidura de un segundo lado de la hilera de imanes (1) o de otra hilera de imanes de la al menos una hilera de imanes, lado opuesto al primer lado de la hilera de imanes (1).
- 35 9.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el elemento de suspensión (2) es magnético suave.
- 40 10.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el elemento de guiado (3) comprende rodillos, cuerpos de cilindro y/o deslizantes.
- 11.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la al menos una hilera de imanes (1) se compone de uno o varios imanes de gran potencia.
- 12.- Puerta corredera según la reivindicación 11, **caracterizada porque** el uno o los varios imanes de gran potencia son imanes de gran potencia de tierras raras.
- 45 13.- Puerta corredera según la reivindicación 12, **caracterizada porque** el uno o los varios imanes de gran potencia de tierras raras son del tipo NeFeB o Sm₂Co.
- 14.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** una trama (R_S) de bobinas individuales (7) de la disposición de bobinas es diferente de una trama (R_E) de la al menos una hilera de elementos magnéticos suaves (20, 20a, 20b), interrumpida a distancias determinadas.

15.- Puerta corredera según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la puerta corredera está configurada como puerta corredera en arco o pared corredera horizontal.

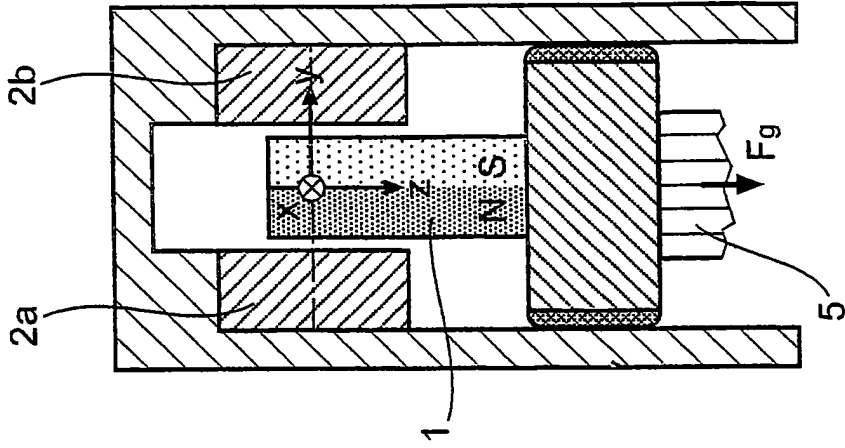


Fig.1c

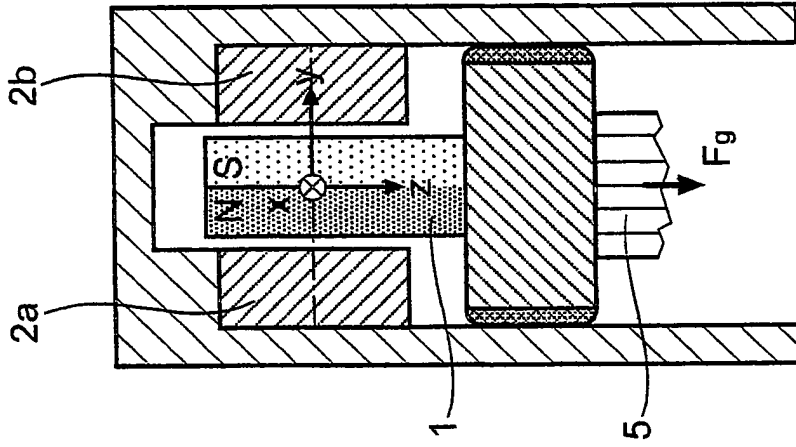


Fig.1b

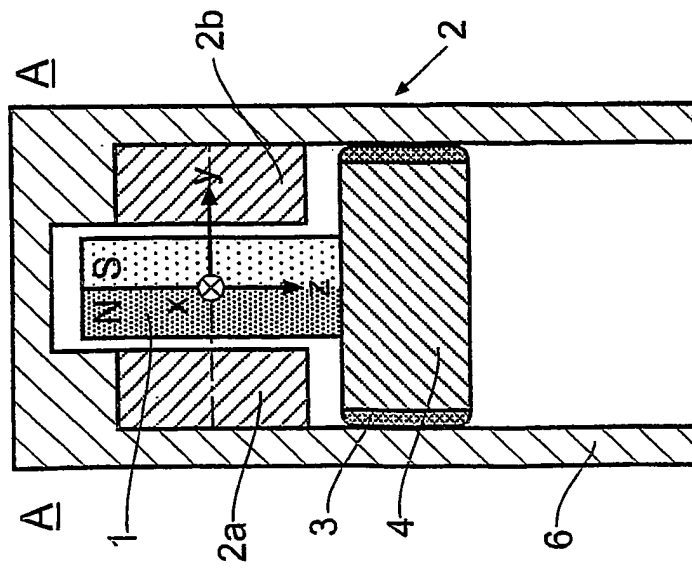


Fig.1a

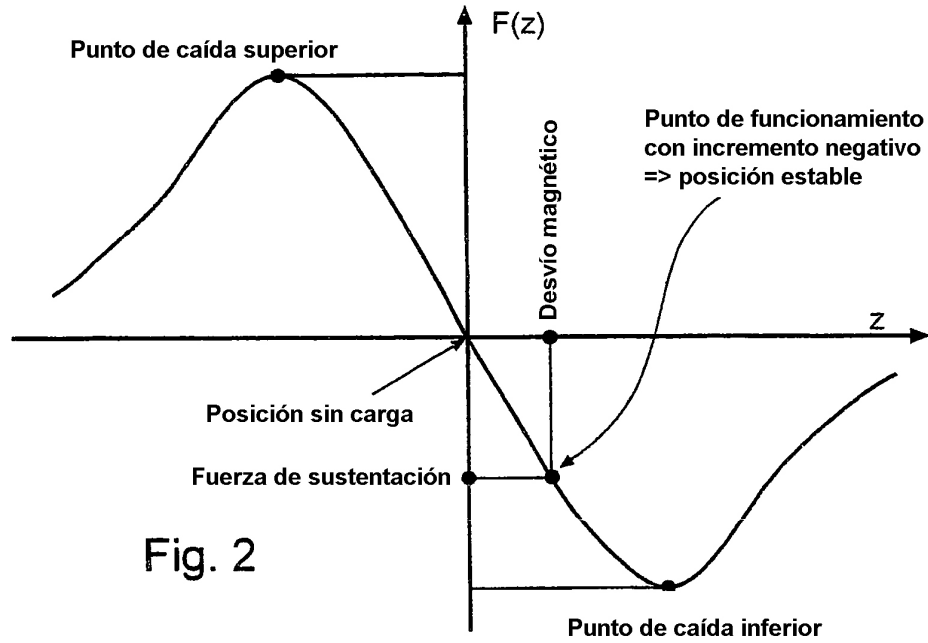


Fig. 2

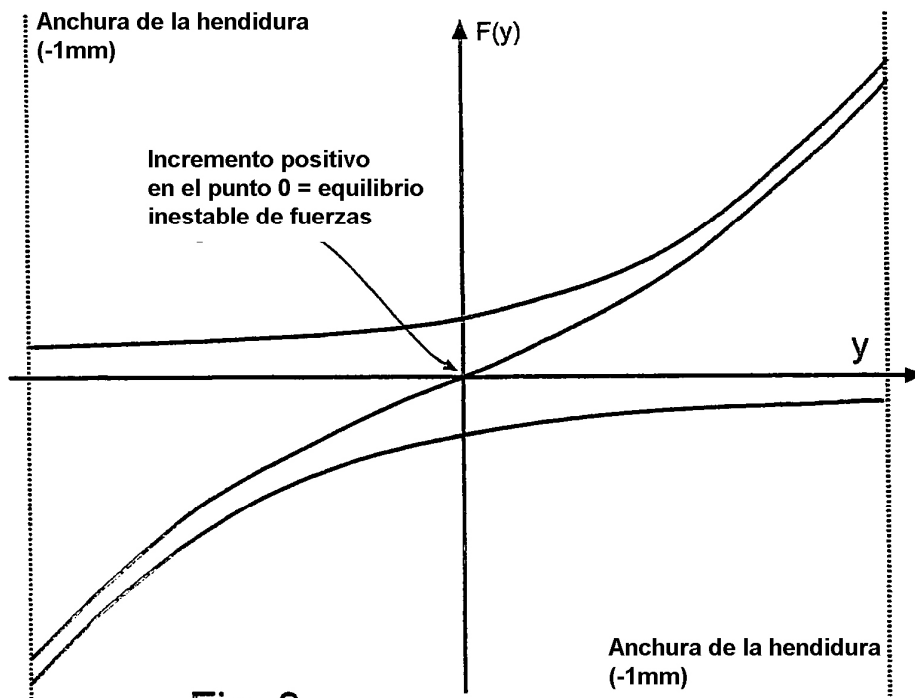


Fig. 3

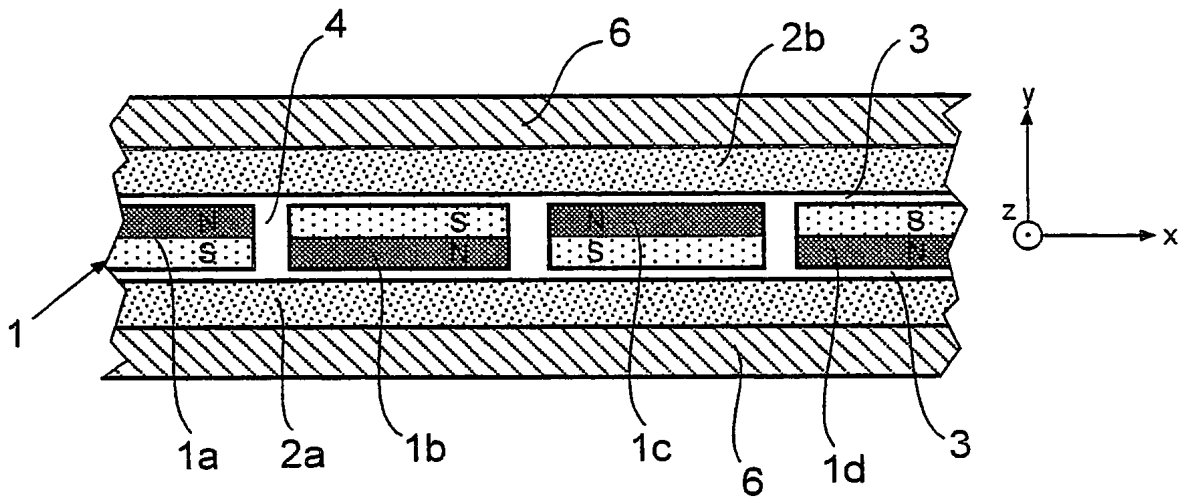


Fig. 4

5

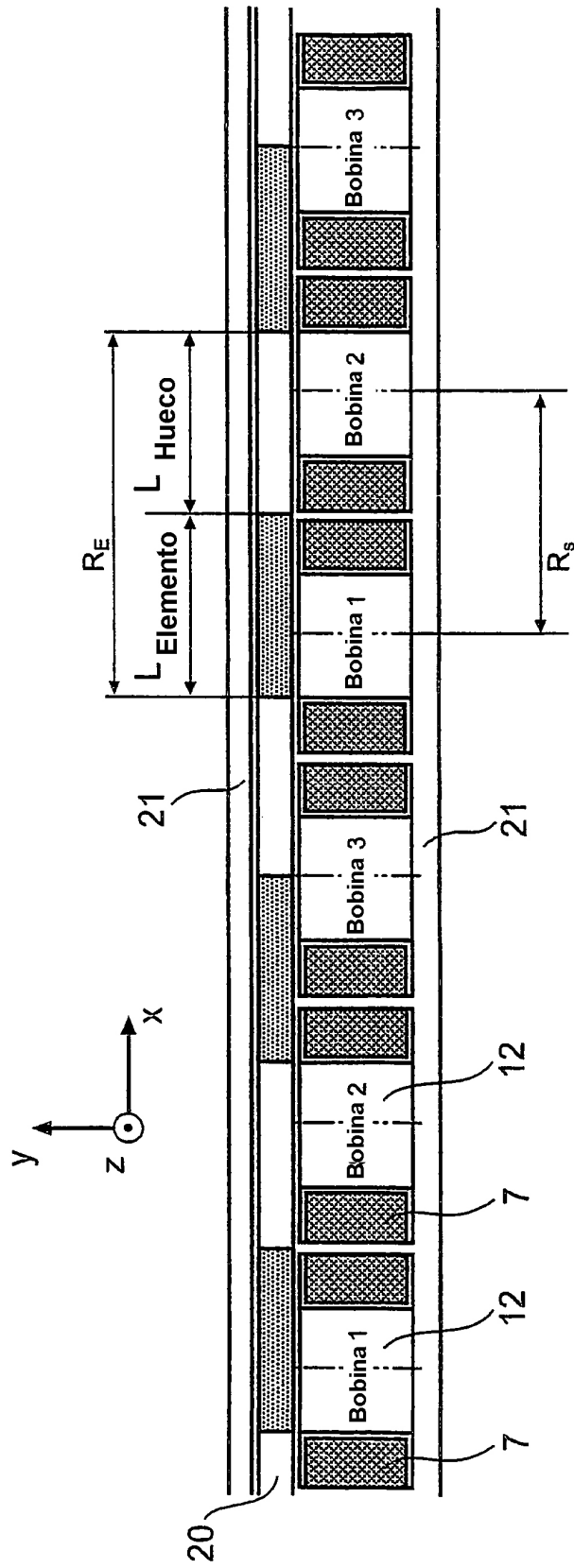


Fig. 5

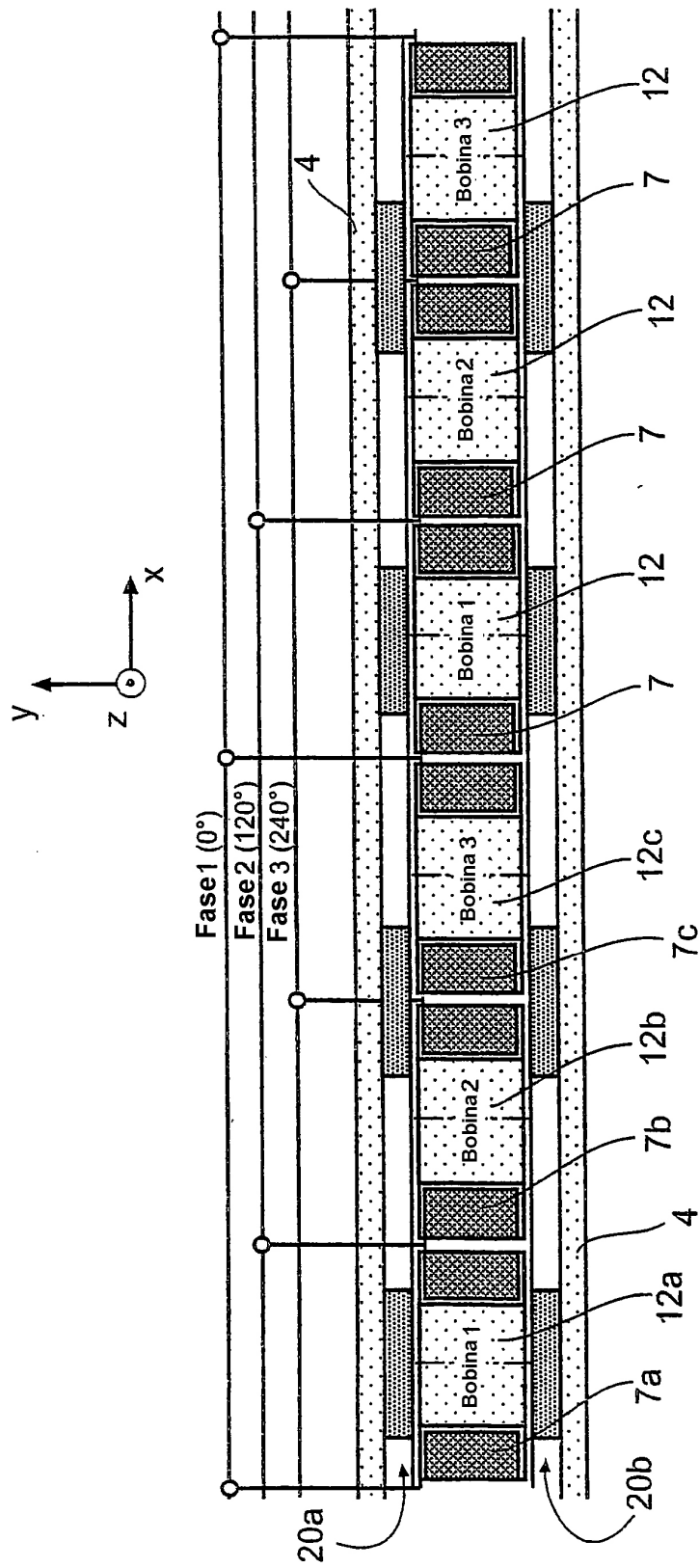


Fig. 6

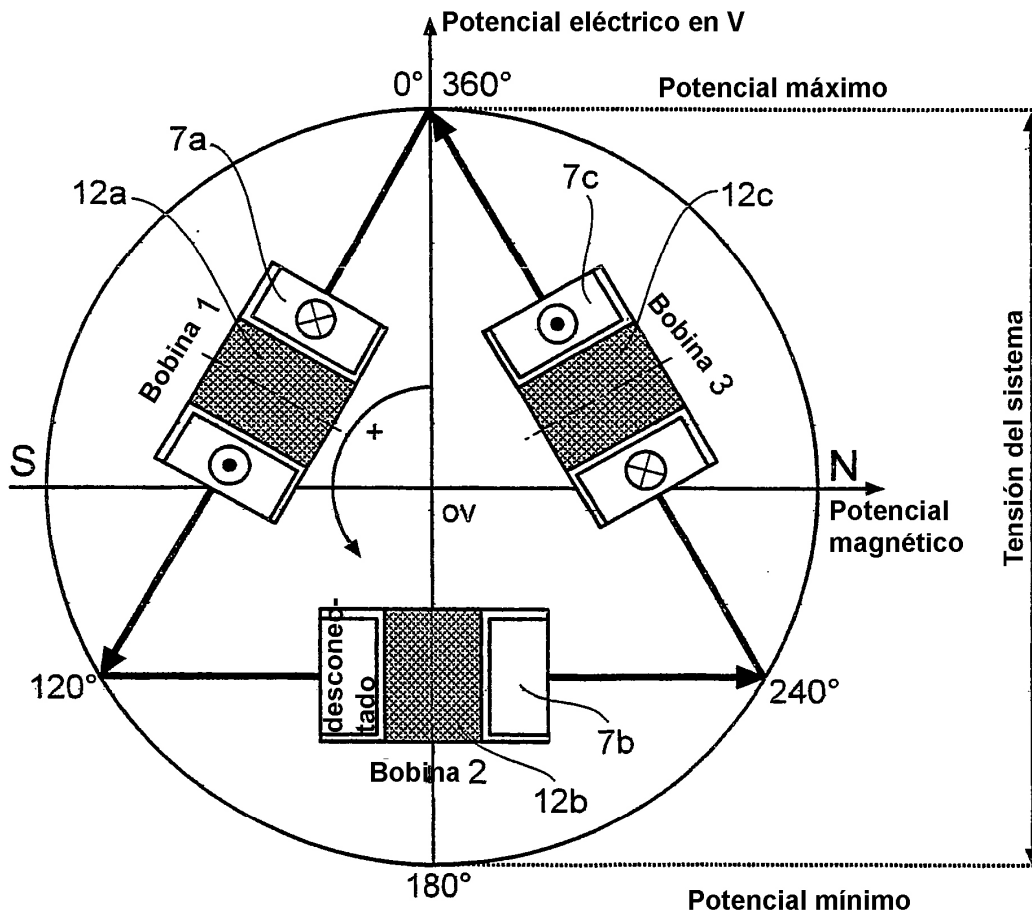


Fig. 7

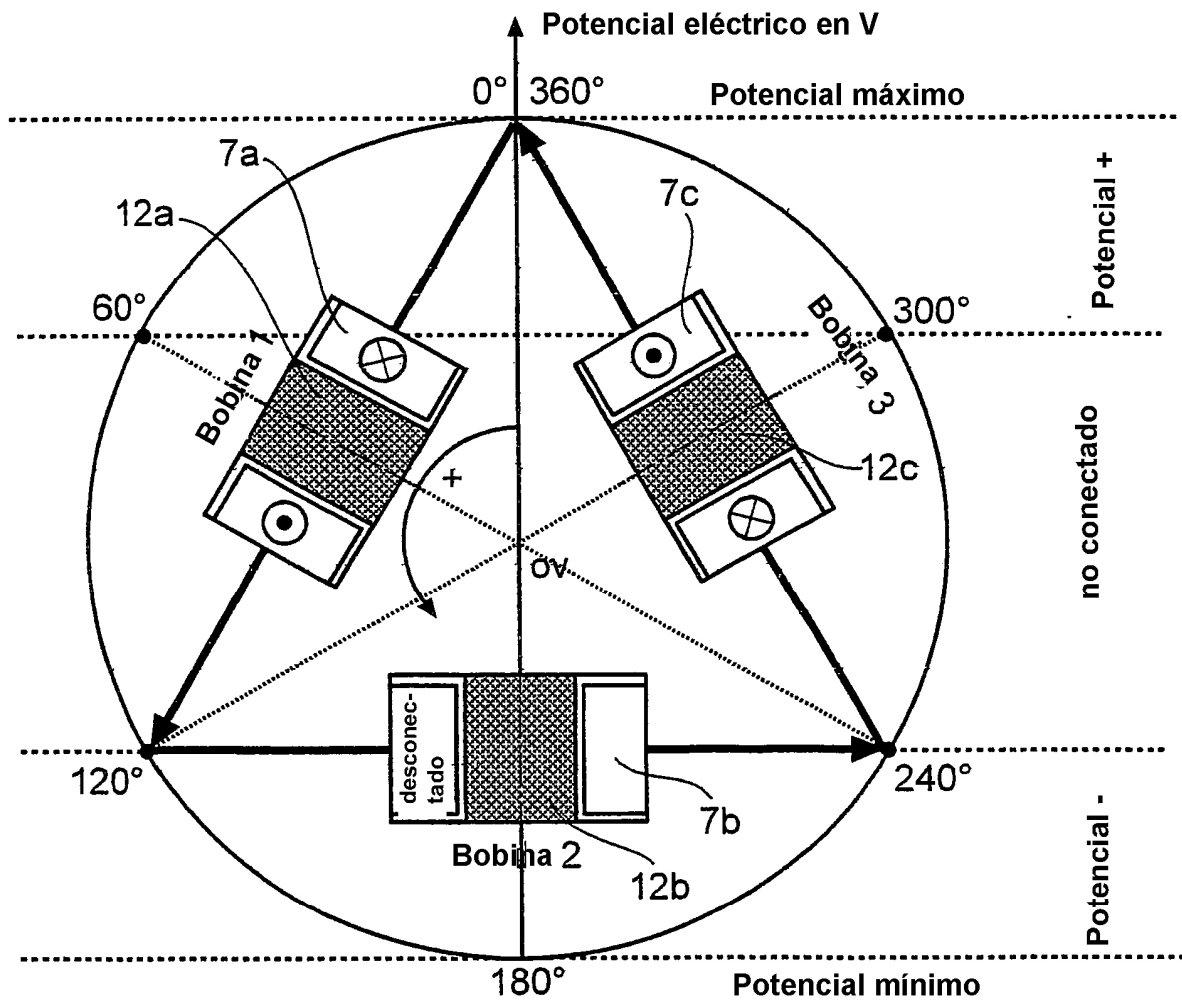


Fig. 8

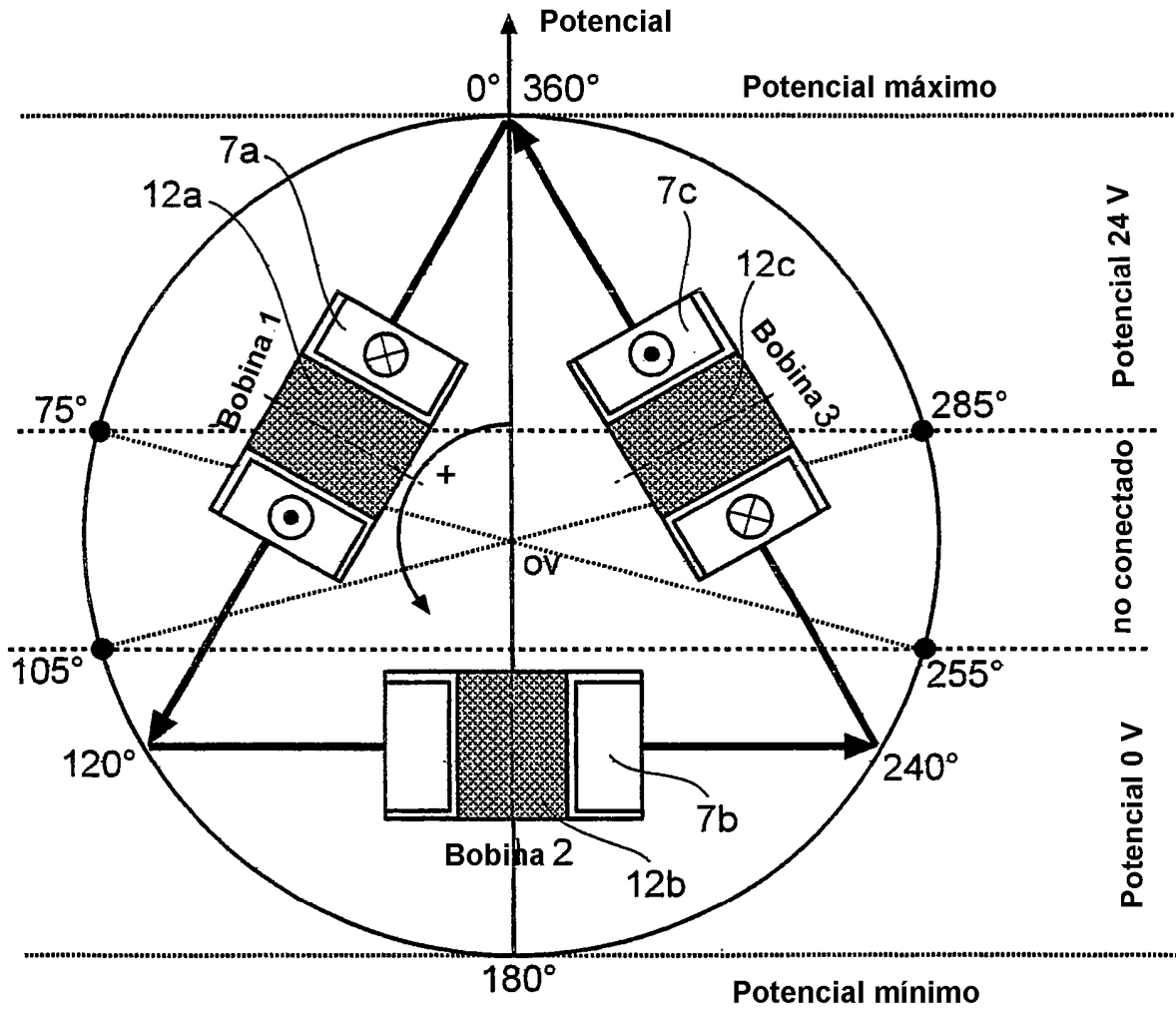


Fig. 9

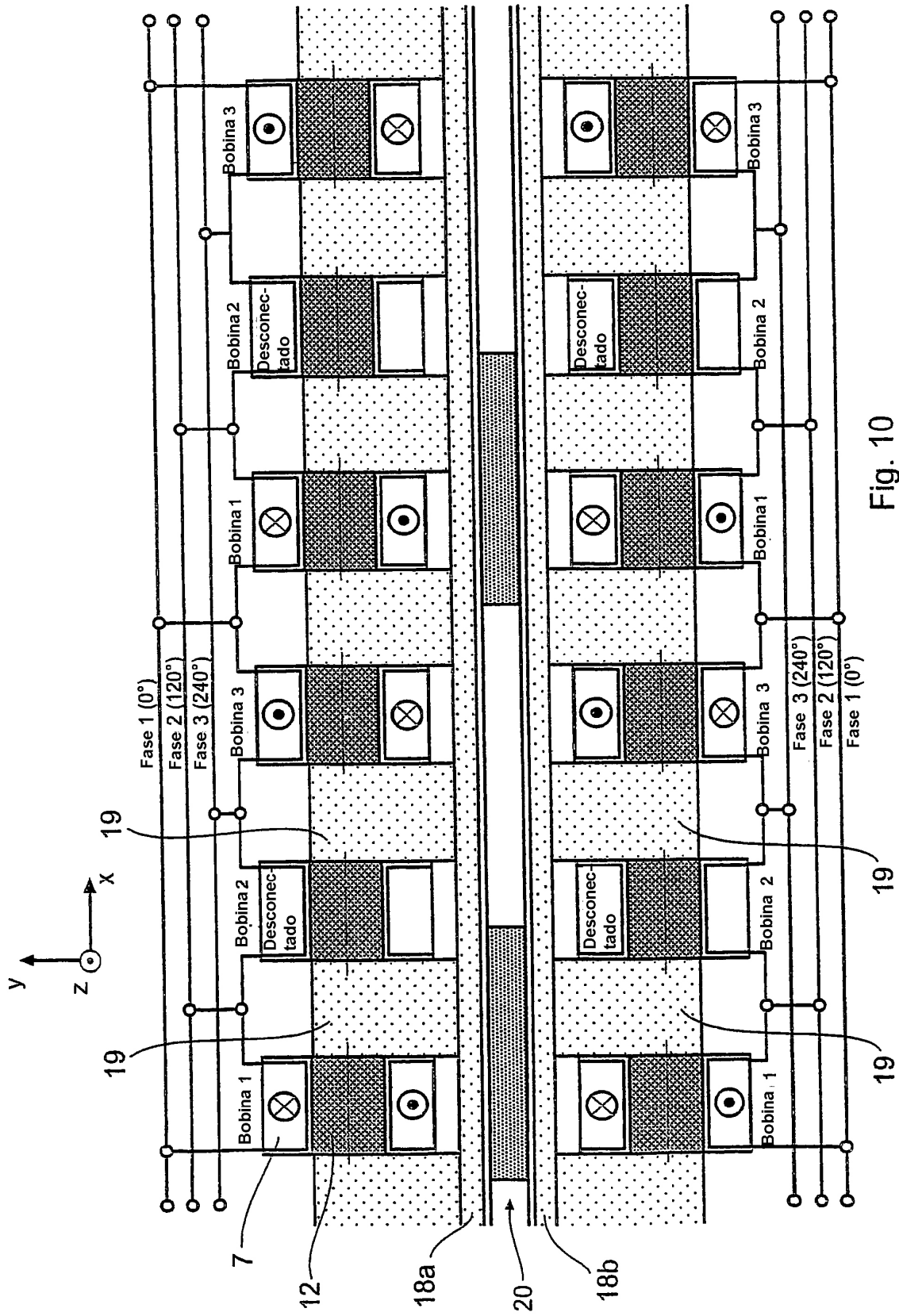


Fig. 10