

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 889**

51 Int. Cl.:

B60T 13/04 (2006.01)

B60T 13/74 (2006.01)

F16D 55/16 (2006.01)

F16D 65/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2017 PCT/EP2017/073419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2018 WO18065193**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2017 E 17768132 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3523167**

54 Título: **Procedimiento de control de un freno electromagnético con un movimiento de placa de inducido controlable**

30 Prioridad:

07.10.2016 DE 102016119027

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

19.04.2021

73 Titular/es:

**CHR. MAYR GMBH + CO. KG (100.0%)
Eichenstrasse 1
87665 Mauerstetten, DE**

72 Inventor/es:

**UNSIN, KARL;
KRAMKOWSKI, MATHIAS y
RÄDEL, RUDOLF**

74 Agente/Representante:

DE JUSTO BAILEY, Mario

ES 2 819 889 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

Procedimiento de control de un freno electromagnético con un movimiento de placa de inducido controlable

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el control de un freno electromagnético, en particular un freno de presión de resorte que se compone, entre otras cosas, de un portabobinas con al menos un elemento que ejerce fuerza, por ejemplo, al menos un resorte de compresión, al menos una bobina magnética y una placa de inducido, presentando las superficies de polo interior y polo exterior en el portabobinas y la placa de inducido un gradiente variable. La velocidad del movimiento de la placa de inducido en la zona de elevación del freno de presión de resorte se puede controlar por medio de la variación del flujo magnético encadenado gracias al contra-acoplamiento existente entre fuerza magnética de la bobina magnética y una segunda fuerza opuesta del al menos un elemento que ejerce fuerza en la zona de elevación del freno. En este sentido, la segunda fuerza puede ser, por ejemplo, la fuerza elástica del al menos un resorte de compresión. El contra-acoplamiento de la fuerza magnética y la fuerza elástica se genera en el portabobinas y la placa de inducido cuando se excita un campo magnético debido a las superficies polares con gradientes variables, por medio de lo cual, con entrehierros pequeños, se obtiene una disminución y, con grandes entrehierros, un aumento de la fuerza magnética en comparación con la geometría sin gradientes variables de las superficies de polo. En el modelo de utilidad DE 7142 492 se desvela un imán para levantar frenos en el que el imán elevador se compone de una bobina de excitación, que está envuelta por la espalda de hierro para la guía del flujo magnético, y un macho de solenoide o pistón de anclaje que está firmemente conectado con un parachoques para la transmisión de las fuerzas magnéticas. El núcleo polar presenta en su lado frontal orientado hacia el pistón dos o más escalones, así como también el macho de solenoide presenta dos escalones en el lado orientado hacia el núcleo polar. Los dos escalones del núcleo polar o del macho de solenoide se corresponden como hembra y macho, de tal modo que el macho de solenoide puede entrar prácticamente sin holgura en el núcleo polar. Si se excita eléctricamente la bobina, se ejerce en este sentido una fuerza sobre el pistón. Si el macho de solenoide realiza una elevación, este choca con su pared frontal con el núcleo polar. Mediante la realización con forma escalonada de núcleo polar y macho de solenoide se obtiene una línea característica de fuerza magnética-entrehierro que se adapta a la línea de carga. El documento WO 2005/066982 A1 describe un accionamiento lineal electromagnético con un elemento que ejerce fuerza.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30 El documento DE 30 24 059 describe un imán de elevación eléctrica con una bobina magnética que puede funcionar con corriente continua o corriente alterna, así como un inducido desplazable longitudinalmente y un polo magnético contrario, presentando los dos lados orientados el uno hacia el otro de inducido y polo contrario un escalonamiento en cuya zona se produce una compresión de las líneas de fuerza del campo magnético. Mediante esta estructura se obtiene una línea característica de elevación de fuerza magnética que presenta, con un entrehierro pequeño, un máximo, después, con creciente entrehierro, describe una fuerza cada vez más escasa, hasta que la fuerza describe un mínimo relativo con un gradiente de cero, y, en el posterior curso, la fuerza magnética se incrementa de nuevo con creciente entrehierro.
- 35
- 40 En el documento DE 44 16 500 se describe un imán de elevación de corriente continua. El objetivo consiste en realizar un trabajo de elevación lo más grande posible en el menor volumen constructivo posible, siendo deseable una adaptación conveniente de la línea de fuerza de elevación magnética a la línea característica requerida. En este sentido, el cuerpo cilíndrico y el cuerpo de cilindro hueco de la contraparte de inducido y el inducido están configurados en cada caso con diferentes longitudes, siendo la longitud total de los dos cuerpos de cilindro hueco y de los dos cuerpos cilíndricos de inducido y contraparte de inducido igual y siendo el inducido y/o la contraparte de inducido móviles entre sí y estando equipados con un cono de doble control aproximadamente situado en el centro o con una pared escalonada.
- 45
- El objetivo planteado para la presente invención consiste por otra parte en controlar el movimiento de la placa de inducido en un freno electromagnético de tal modo que la placa de inducido se pueda mover con velocidad ajustable en la zona de elevación. El objetivo se resuelve con las características de la reivindicación principal. Esto se consigue por que la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza varía al menos una vez entre más de uno y menos de uno durante el movimiento de la placa de inducido en la zona de elevación debido a una variación de la excitación de la bobina magnética.
- 50
- 55 Gracias a las superficies de polo con gradiente variable en el portabobinas y la placa de inducido, al excitarse un campo magnético, se genera una deformación de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro en comparación con las líneas características de fuerza magnética-entrehierro en un freno de presión de resorte convencional (es decir, superficies de polo planas en portabobinas y/o placa de inducido) con un flujo magnético encadenado en cada caso constante. De esta manera, se desplaza fuerza magnética desde entrehierros pequeños hacia entrehierros grandes. Mediante esta optimización de la distribución de la fuerza magnética, se puede reemplazar el conocido co-acoplamiento de fuerza magnética y fuerza elástica en el movimiento de la placa de inducido mediante un contra-acoplamiento de fuerza magnética y fuerza elástica. En un freno de presión de resorte convencional, las líneas características de fuerza magnética-entrehierro en el flujo magnético encadenado constante con creciente entrehierro se reducen con una función continuamente decreciente. El movimiento de la placa de inducido tiene lugar, por tanto, en un freno de presión de resorte convencional hacia su posición abierta o cerrada en cada caso en la zona del co-acoplamiento de fuerza magnética y fuerza elástica. La placa de inducido se acelera crecientemente durante el
- 60
- 65

movimiento en toda zona de elevación.

Una ventaja del freno con el procedimiento de control de la invención es que, en comparación con el estado de la técnica, debido a la distribución mejorada de la fuerza magnética es posible una elevación de la fuerza elástica con
 5 igual elevación de la placa de inducido y, concretamente, mediante adaptación de línea característica de fuerza elástica-entrehierro a la línea característica de fuerza magnética-entrehierro. Esto lleva a una mayor densidad de potencia del freno.

Ventajoso en un freno con superficies de polo variables es la posibilidad de obtener un movimiento de placa de inducido
 10 controlable de manera estable y, por tanto, de poder construir un freno amortiguado electrónicamente sin una señal de posición externa de la placa de inducido (sensores de desplazamiento). Además, se puede activar y desactivar la influencia descrita sobre el movimiento de la placa de inducido, es decir, la amortiguación, o se puede variar el tipo de alimentación (excitación de la bobina magnética) en tal que medida que, en función de la necesidad y el ámbito de aplicación del freno, se puede seleccionar un ajuste adecuado, por medio de lo cual es posible un tiempo de conmutación optimizado, un menor desarrollo de ruidos del freno o un par de freno optimizado o una combinación de
 15 los objetivos mencionados.

Los frenos de presión de resorte conocidos por el estado de la técnica con amortiguadores mecánicos, como, por ejemplo, por el documento EP 0876 559 B1, presentan anillos elásticos como agentes para la amortiguación de golpes,
 20 vibraciones y, en particular, ruidos. Estos anillos están introducidos en entalladuras de un elemento mecánico que presenta un tamaño superior al de otro elemento mecánico para generar una pre-tensión. En comparación con esto, la invención presenta la ventaja de que el comportamiento amortiguador del freno es independiente de la temperatura y la vida útil de los amortiguadores utilizados. Además, en esta invención se prescinde del largo ajuste de los amortiguadores en comparación con otros frenos de presión de resorte conocidos por el estado de la técnica.

Otra ventaja es que se mejora el grado de aprovechamiento mecánico del freno de presión de resorte que se define como la relación entre la energía utilizada en el movimiento de la placa de inducido y la energía disponible magnéticamente en la zona de elevación. Si se compara en este sentido un freno de presión de resorte solicitado para
 25 este procedimiento con un freno de presión de resorte convencional y se adopta como criterio de diseño para la fuerza elástica para una elevación previamente definida en cada caso la misma reserva de fuerza magnética, el grado de aprovechamiento mecánico de un freno de presión de resorte solicitado para este procedimiento es siempre mayor que el de un freno convencional.

Mediante la variación ajustable de la relación de fuerzas entre fuerza elástica y fuerza magnética por medio del flujo o corriente magnética encadenada ajustable es posible variar el par de freno que viene dado por el resorte elevando la fuerza magnética dirigida contra la fuerza de los resortes, que lleva a un alivio de la superficie de fricción, por medio
 35 de lo cual se reduce el par de freno. La otra posibilidad es reducir la fuerza magnética dirigida contra la fuerza de los resortes, lo que lleva a una mayor carga en la superficie de fricción, por medio de lo cual se eleva el par de freno.

Otra ventaja de la presente invención en comparación con el ajuste del par de freno de un freno convencional es que, mediante el movimiento controlable de la placa de inducido y el choque, que gracias a ello puede ser lento, de la placa de inducido con la pastilla de freno, prácticamente no se produce un par de freno inmediato ("momentpeak") al chocar la placa de inducido con la pastilla de fricción, como es el caso en un freno convencional.

Otros detalles ventajosos de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes, así como de la descripción de los dibujos que se mencionan a continuación.

Descripción de las figuras

La Figura 1a muestra el portabobinas 2 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con polo interior 3 y polo exterior 4, con una bobina magnética 5 y con resortes de compresión 6 distribuidos por el portabobinas 2, estando realizadas las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en una forma de realización preferente en escalones.

La Figura 1b muestra el portabobinas 2 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con polo interior 3 y polo exterior 4, con una bobina magnética 5 y resortes de compresión 6 distribuidos por el portabobinas 2, presentando las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en otra forma de realización preferente la forma de surcos y salientes que discurren circularmente de manera concéntrica al eje central del freno de presión de resorte 1.

La Figura 1c muestra el portabobinas 2 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con polo interior 3 y polo exterior 4, con una bobina magnética 5 y resortes de compresión 6 distribuidos por el portabobinas 2, estando realizadas las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en otra forma de realización preferente en forma de perforaciones escalonadas que están dispuestas en un círculo parcial situado concéntricamente al eje central.

La Figura 2a muestra la placa de inducido 7 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con un polo interior 8, un polo exterior 9 y opcionalmente soportes 10 para los resortes de compresión 6, estando realizadas las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en una forma de realización preferente como escalones complementariamente al

portabobinas 2 de la figura 1a.

La Figura 2b muestra la placa de inducido 7 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con un polo interior 8, un polo exterior 9 y opcionalmente soportes 10 para los resortes de compresión 6, estando realizadas las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en otra forma de realización preferente complementariamente al portabobinas de la figura 1b.

La Figura 2c muestra la placa de inducido 7 de un freno de presión de resorte electromagnético 1 con un polo interior 8, un polo exterior 9 y opcionalmente soportes 10 para los resortes de compresión 6, estando realizadas las superficies del polo interior 3 y el polo exterior 4 en otra forma de realización preferente complementariamente al portabobinas de la figura 1c.

La Figura 3 muestra una forma de realización preferente del freno de presión de resorte 1 montado con portabobinas 2 y placa de inducido 7, con un entrehierro 11 entre portabobinas 2 y placa de inducido 7. Al lado se muestra la representación despiezada del freno de presión de resorte con una lámina de resorte como dispositivo para la guía radial 14 de la placa de inducido 7 y un separador 15.

La Figura 4 muestra, en una forma de realización preferente de una configuración con forma escalonada de las superficies de polo de portabobinas 2 y placa de inducido 7 del freno de presión de resorte 1 con bobina magnética excitada 5, el curso de líneas de campo radiales y axiales para una posición parcialmente abierta de la placa de inducido 7 en el freno de presión de resorte 1.

La Figura 5a muestra, para un freno de presión de resorte convencional con superficies de polo planas en el portabobinas 2 y en la placa de inducido 7, el curso de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17, así como corriente constante 17a para un intervalo de entrehierros de un freno de presión de resorte convencional. Junto a la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19, puede verse la trayectoria de movimiento 27 para la alimentación (excitación de la bobina magnética) de un freno de presión de resorte convencional con tensión nominal.

La Figura 5b muestra, para una forma de realización preferente del freno de presión de resorte 1 con superficies de polo escalonadas en el portabobinas 2 y en la placa de inducido 7, el curso de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17, así como corriente constante 17a para un intervalo de entrehierros de un freno de presión de resorte 1 con movimiento de placa de inducido controlable. Junto a la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19, puede verse la trayectoria de movimiento 27 para la alimentación del freno de presión de resorte 1 que opera según el procedimiento de acuerdo con la invención.

La Figura 5c muestra la variación de la relación entre fuerza magnética de la bobina magnética 5 y fuerza elástica por medio de un intervalo de entrehierros para un movimiento de la placa de inducido 7 en dirección de apertura 12 y para un movimiento de la placa de inducido 7 en dirección de cierre 13, en cada caso en la zona B (contra-acoplamiento), que deben considerarse como una serie de ciclos de desaceleración y aceleración.

La Figura 6 muestra una posibilidad para el funcionamiento de un freno de presión de resorte 1 utilizando un puente completo de válvulas V1, V2, V3, V4, de una unidad de control electrónica 24 (por ejemplo, un microcontrolador) y una fuente de alimentación 26.

La Figura 7 muestra un posible tipo de funcionamiento del freno de presión de resorte electromagnético 1, efectuándose la variación de la excitación de la bobina magnética 5 por medio de una etapa de tensión intermedia. Además, se recogen el flujo de corriente asociado, la tensión inducida en la bobina magnética 5 y la variación del entrehierro (11) al abrir y cerrar el freno para este modo de funcionamiento.

Descripción detallada

Como se muestra en la figura 1a, un componente de un freno de presión de resorte 1 liberado electromagnéticamente es un portabobinas 2. El portabobinas 2 se compone de un polo interior 3, a continuación de él, preferentemente de manera radialmente exterior, una profundización (espacio de bobina), en la que se encuentra una bobina magnética 5, y, a continuación, preferentemente de manera radialmente exterior, un polo exterior 4. Además, están distribuidos en el portabobinas 2 varios resortes de compresión 6 como elemento que ejerce fuerza, así como equipos para la fijación de otros componentes 6a del freno y elementos distanciadores y de guía 6b. Las superficies del polo interior 3 y del polo exterior 4 del portabobinas 2 presentan superficies con gradientes variables. El portabobinas 2 puede presentar preferentemente radialmente a continuación del polo exterior 4 un borde perimetral engrosado.

La figura 2a muestra una placa de inducido 7 como componente adicional de un freno de presión de resorte 1. La placa de inducido 7 se compone de un polo interior 8 y presenta una superficie plana que sigue preferentemente a continuación de manera radialmente exterior y un polo exterior 9 que sigue a continuación preferentemente de manera radialmente exterior.

Además, la placa de inducido 2 puede presentar soportes 10 para los resortes de compresión 6 y pasos para los mencionados equipos de fijación. Las superficies del polo interior 8 y del polo exterior 9 de la placa de inducido 7 presentan superficies con gradientes variables, adecuándose estos preferentemente de manera complementaria a los gradientes de las superficies del polo interior 3 y del polo exterior 4 del portabobinas 2.

5 En una forma de realización preferente, los gradientes variables forman en la superficie del polo interior 3 y del polo exterior 4 del portabobinas 2 uno o varios escalones, estando configurado el borde del escalón o los bordes de los escalones paralelamente a la dirección de movimiento de la placa de inducido 7. Los escalones pueden estar conformados tanto en el polo interior 3 como en el polo exterior 4 de manera ascendente o descendente, pero preferentemente ajustándose entre sí. En una forma de realización alternativa, el borde o bordes del escalón o escalones del portabobinas 2 presentan una forma angular a la dirección de movimiento de la placa de inducido 7. La placa de inducido 7 presenta en este sentido para la forma de realización preferente, así como para la alternativa, en la zona del polo interior 8 y del polo exterior 9 una forma de escalón preferentemente de manera adecuadamente complementaria al portabobinas 2.

15 En otra forma de realización preferente, los gradientes variables forman en la superficie del polo interior 3, 8 y del polo exterior 4, 9 del portabobinas 2 o de la placa de inducido 7 una o varias punciones o salientes. La placa de inducido 7 perteneciente al portabobinas 2 está configurada en este sentido de manera preferentemente complementaria. En una forma de realización alternativa, están distribuidas concéntricamente la una o las varias punciones o salientes en los respectivos polo interior 3, 8 y polo exterior 4, 9 del portabobinas 2 o de la placa de inducido 7.

20 En otra forma de realización alternativa, las superficies pueden estar configuradas en los respectivos polos interiores 3, 8 y polos exteriores 4, 9 de la placa de inducido 7 y del portabobinas 2 con forma escalonada con punciones o salientes, pudiendo combinarse estos en cada caso preferentemente de manera complementaria. Además, los gradientes variables en la superficie del portabobinas 2 y de la placa de inducido 7 pueden presentar la forma de círculos que discurren concéntricamente al eje central del freno de presión de resorte, como se muestra en las figuras 1b y 2b.

25 En otra forma de realización, los gradientes variables pueden estar dispuestos en las superficies de polo del portabobinas 2 y de la placa de inducido 7 en forma de perforaciones escalonadas en un círculo parcial situado concéntricamente al eje central del freno de presión de resorte, como se representa en las figuras 1c y 2c.

30 En otra forma de realización, los gradientes variables en las superficies de polo del portabobinas 2 y de la placa de inducido 7 están dispuestos de tal modo que el contorno de las superficies sigue una geometría discrecional entre el espacio de bobina y el contorno exterior del portabobinas. En este sentido, el contorno de las superficies puede correr esencialmente en paralelo al contorno interior o el contorno exterior del portabobinas y/o de la placa de inducido. Además, el contorno de las superficies puede correr esencialmente en paralelo al contorno del espacio de bobina del portabobinas 2.

35 Alternativamente, el freno liberado electromagnéticamente también puede estar realizado como freno de imán permanente, siendo en este caso la fuerza que ejerce el elemento sobre el portabobinas 2 al menos un imán permanente, y la segunda fuerza, la fuerza del resorte de retorno. En este sentido, el freno de imán permanente se abre mediante excitación de la bobina magnética, de modo que el campo magnético del imán permanente esencialmente se suprime. La placa de inducido puede ser apartada por medio de un resorte de retorno, por ejemplo, de un resorte de lámina del portabobinas. Mediante reducción de la excitación de la bobina magnética, el campo magnético resultante de imán permanente y bobina magnética se refuerza de nuevo y la placa de inducido se mueve a la posición cerrada en contra del resorte de retorno.

40 La figura 3 muestra en representación ensamblada y en representación despiezada una forma de realización preferente de un freno de presión de resorte 1 montado con portabobinas 2 y placa de inducido 7 con superficies con en cada caso con forma escalonada. Además, puede apreciarse un entrehierro 11 que se define como distancia media entre las superficies de los polos interiores 3, 8 y los polos exteriores 4, 9 de portabobinas 2 y placa de inducido 7. En este sentido, las superficies de las perforaciones en las superficies de polo de la placa de inducido y del portabobinas para resortes, casquillos de retención, preferentemente no cuentan entre las superficies de polo. La elevación 22, es decir, la diferencia de entrehierro entre posición retraída (posición cerrada) y posición liberada (posición abierta) de la placa de inducido 7, se sitúa en los frenos de presión de resorte 1 del tipo en cuestión en este caso preferentemente en un intervalo de 0,1 mm - 2,5 mm. La relación de la altura de las conformaciones en las superficies (figura 3: la altura de escalones) de los polos interiores 3, 8 y de los polos exteriores 4, 9, a causa de los gradientes variables para la elevación 22, se sitúa para los frenos de presión de resorte 1 en cuestión en este caso preferentemente en el intervalo entre 1 a 1 y 4 a 1. En la forma de realización preferente mostrada en la figura 3, la altura de escalón y la elevación 22 forman una relación de 3 a 1.

50 En caso de movimiento de la placa de inducido 7 en dirección de apertura 12, el entrehierro 11 se reduce y los resortes de compresión 6 se comprimen. Con el movimiento de la placa de inducido 7 en dirección de cierre 13, el entrehierro 11 se incrementa y los resortes de compresión 6 se descargan. Además, está previsto un dispositivo para la guía radial 14 de la placa de inducido 7.

Además, está representado al menos un separador 15 que puede o pueden estar dispuestos entre portabobinas 2 y placa de inducido 7. En este sentido, el entrehierro básico 16 es el entrehierro 11 cuando una placa de inducido 7 se encuentra en posición abierta. Si la placa de inducido 7 está en posición cerrada, este entrehierro 11 se designa como
 5 entrehierro nominal 20. El intervalo de entrehierro entre posición abierta (entrehierro básico 16) y posición cerrada (entrehierro nominal 20) de la placa de inducido 7 determina la zona de elevación 21 del freno de presión de resorte 1. Con al menos un separador 15, el entrehierro básico 16 se incrementa y, por tanto, se reduce la zona de elevación 21 o la elevación 22 de la placa de inducido 7. El tamaño del entrehierro básico 16 se sitúa preferentemente en un
 10 intervalo de 0,1 - 1,5 mm.

La figura 4 muestra las superficies que se solapan de un portabobinas 2 con forma escalonada y una placa de inducido 7 con forma escalonada con bobina magnética 5 excitada en una posición parcialmente abierta de la placa de inducido 7, representándose el curso de línea de campo magnético radial y axial generado a través de las superficies del
 15 portabobinas 2 y la placa de inducido 7. Debido al curso de línea de campo magnético radial, sobre la placa de inducido 7, se ejerce una fuerza radial durante el movimiento en la zona de elevación 21. Para la guía radial de la placa de inducido 7 durante el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21, en la forma de realización preferente se realiza el dispositivo para la guía radial 14 de la placa de inducido 7 por medio de una lámina de resorte (sin holgura). En otra forma de realización, el dispositivo para la guía radial 14 está realizado por medio de al menos un casquillo guía. En otra forma de realización, la guía radial se efectúa por medio de clavijas cilíndricas que encajan
 20 lateralmente en la placa de inducido 7, o por medio de clavijas roscadas con bolas que actúan sobre la placa de inducido, o con bolas entre portabobinas y placa de inducido.

La figura 5a muestra, para un freno de presión de resorte convencional con superficies planas en el portabobinas y la placa de inducido en la zona de los polos interiores y los polos exteriores, las líneas características de fuerza
 25 magnética-entrehierro, en descenso continuo para un intervalo de entrehierro en dirección de cierre 13, con un flujo magnético encadenado constante 17. Además, se muestran también líneas características de fuerza magnética-entrehierro con corriente constante 17a. Además, se representa la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19. En la zona de elevación 21 del freno de presión de resorte convencional se mueve la placa de inducido si se da suficiente elevación/reducción de la excitación o excitación constante de la bobina magnética siempre en la zona de
 30 un co-acoplamiento entre fuerza elástica y fuerza magnética, de modo que la placa de inducido en su movimiento a la posición cerrada (entrehierro nominal 20) o posición abierta (entrehierro básico 16) en cada caso durante el movimiento se acelera crecientemente en toda la zona de elevación 21.

En la figura 5b se representan las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con corriente constante 17a, así como con flujo magnético encadenado constante 17 para la forma de realización preferente mostrada en la figura
 35 3. Estas últimas, debido a las superficies solapadas del portabobinas 2 y de la placa de inducido 7, presentan, en comparación con frenos de presión de resorte convencionales, una distribución de la fuerza magnética deformada. Las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 forman con un entrehierro 11 de prácticamente cero un máximo y presentan entonces con entrehierro 11 creciente de la placa de
 40 inducido 7 un gradiente negativo en dirección de cierre 13, para configurar, con entrehierro creciente 11, un mínimo local 18 y después presentar un gradiente positivo en dirección de cierre 13 con creciente entrehierro 11. En el posterior curso, la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17, con creciente entrehierro 11, configura un máximo local 23 y después presenta un gradiente negativo en dirección de cierre
 45 13.

El curso de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 se puede variar por medio de la conformación de la superficie de los polos interiores 3, 8 y los polos exteriores 4, 9 del
 50 portabobinas 2 o de la placa de inducido 7.

Por ejemplo, un mayor número de escalones que en la forma de realización mostrada en la figura 3 lleva a un curso más empujado de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado
 55 constante 17 en la zona del contra-acoplamiento.

Para el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21 se configuran tres zonas A, B y C. En la zona
 60 A, esencialmente entre cero-entrehierro y el mínimo local 18, se forma una zona del co-acoplamiento entre fuerza magnética y fuerza elástica con el movimiento de la placa de inducido 7. El co-acoplamiento conduce a una aceleración creciente con menguante o creciente entrehierro 11 en dirección de movimiento. En la zona B, esencialmente entre mínimo local 18 y máximo local 23, se forma para el movimiento de la placa de inducido 7 una zona del contra-acoplamiento entre fuerza magnética y fuerza elástica. El contra-acoplamiento conduce a una aceleración menguante
 65 con un menguante o creciente entrehierro 11 en dirección de movimiento. En la zona C, esencialmente a partir del máximo local 23, la placa de inducido 7 se mueve en la zona del co-acoplamiento entre fuerza elástica y fuerza magnética. En este sentido, el movimiento de una placa de inducido en las zonas del co-acoplamiento (A, C) es comparable con la situación en un freno de presión de resorte convencional.

En este sentido, la transición entre la zona A (co-acoplamiento) y la zona B (contra-acoplamiento) viene dada por que
 65 el gradiente de la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17

en dirección de cierre 13 es mayor que el gradiente de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19 en dirección de cierre 13. Lo correspondiente se cumple para la transición entre la zona B (contra-acoplamiento) y la zona C (co-acoplamiento). Las transiciones entre las zonas individuales se sitúan, por tanto, no exactamente en los valores extremos locales 18, 23 de la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17, sino algo desplazadas al respecto en función del gradiente de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19.

Añadiendo al menos un separador 15, se puede restringir la zona de elevación 21 en el freno de presión de resorte 1 entre portabobinas 2 y placa de inducido 7 a un intervalo de entrehierro menor, de modo que las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 en la zona a partir del separador 15 presentan un mayor gradiente en dirección de cierre 13 del freno que la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19. Además, el entrehierro nominal 20 (posición cerrada) puede estar dimensionado de tal modo que también este se sitúe en la zona B (contra-acoplamiento), de tal modo que toda la zona de elevación 21 se sitúe en la zona B.

En una forma de realización, el al menos un separador 15 se realiza como placa de material al menos parcialmente no magnetizable y está montado en la superficie del portabobinas 2 y/o de la placa de inducido 7. En otra forma de realización, el separador 15 es un disco de material al menos parcialmente no magnetizable dispuesto sobre los elementos distanciadores o de guía de la placa de inducido 7. En otra forma de realización, están previstos los elementos distanciadores o de guía 6b como separadores 15, estando compuestas partes del separador o separadores 15 de un material al menos parcialmente no magnetizable.

En otra forma de realización, al menos una parte del separador 15 se compone de un polímero o elastómero y sirve, por tanto, a la adicional amortiguación de ruidos al chocar la placa de inducido 7 contra el separador 15. De esta manera, se puede conseguir una mayor velocidad de choque con un desarrollo de ruidos que permanezca igual, lo que conduce a una reducción del tiempo de conmutación.

A continuación, se describe con ayuda de la figura 5b, el movimiento controlable de la placa de inducido 7 debido a la distribución deformada de fuerza magnética en el freno de presión de resorte 1. Al abrir el freno de presión de resorte 1, la bobina magnética 5 que se encuentra en el portabobinas 2 es excitada por medio de una tensión aplicada o un flujo de corriente. Debido a la excitación de la bobina magnética, se genera una tensión inducida, correspondiéndose la tensión inducida con la variación del flujo magnético encadenado. Por tanto, se genera una fuerza magnética que actúa sobre la placa de inducido 7 en dirección de apertura 12. La tensión aplicada o la corriente aplicada se elevan de nuevo hasta que la fuerza magnética que actúa sobre la placa de inducido 7 es mayor que la fuerza elástica que actúa sobre la placa de inducido 7. La relación entre fuerza magnética y fuerza elástica que actúa en la placa de inducido 7 aumenta sobre uno, de tal modo que la placa de inducido 7 provoca una fuerza de aceleración y la placa de inducido 7 se mueve desde la posición cerrada (entrehierro nominal 20) en dirección de apertura 12. Dado que el flujo magnético encadenado es una variable del estado del sistema parcial electromagnético del freno de presión de resorte 1 y, por tanto, el valor del flujo magnético no cambia bruscamente durante un breve intervalo de tiempo, la trayectoria de movimiento 27 del freno de presión de resorte 1 sigue para movimientos rápidos de la placa de inducido primeramente siempre esencialmente las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17.

Si el movimiento se inicia con un entrehierro nominal 20 en la zona C (co-acoplamiento) en la que el gradiente de la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 es menor o igual que el gradiente de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19, la placa de inducido 7 se acelera crecientemente al comienzo de su movimiento. Esto se cumple hasta la transición de la zona C (co-acoplamiento) a la zona B (contra-acoplamiento), en la que el gradiente de la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 es mayor que el gradiente de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19.

Durante el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona B (contra-acoplamiento), o cuando el movimiento de la placa de inducido 7 se inicia con un entrehierro nominal 20 en la zona B (contra-acoplamiento), la placa de inducido 7 experimenta, con un flujo magnético encadenado que permanece constante o varía poco en el curso del movimiento, una fuerza de aceleración decreciente hasta una fuerza de recuperación en contra el movimiento original en dirección de apertura 12. Esta fuerza de recuperación, debido a las líneas características de fuerza magnética-entrehierro que esencialmente decaen en dirección de apertura 12, con flujo encadenado magnético constante 17 hasta la transición de zona B (contra-acoplamiento) a zona A (co-acoplamiento), puede ponerse en conexión con la fuerza elástica cada vez mayor (debido a la compresión de los resortes). La placa de inducido 7 es así frenada en su movimiento. Esto se corresponde con una relación entre fuerza magnética y fuerza elástica menor de uno que actúa en la placa de inducido 7. De esta manera, durante el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona B, se genera un contra-acoplamiento entre la fuerza magnética de la bobina magnética 5 y la fuerza elástica del resorte de compresión 6. La posición o el movimiento/velocidad de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21 se puede controlar mediante la variación de la fuerza magnética por medio del flujo magnético encadenado.

Si se eleva más el flujo magnético encadenado (por medio de la variación de la excitación de la bobina magnética 5

- mediante generación de una tensión inducida adaptada), la placa de inducido 7 prolonga el movimiento en dirección de apertura 12. Esto sucede porque la fuerza magnética se incrementa más por la elevación del flujo magnético encadenado que la fuerza elástica simultáneamente creciente. La placa de inducido 7 se mueve entonces en líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 que se sitúan
- 5 primeramente por encima de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19. El movimiento de la placa de inducido 7 se prolonga aceleradamente debido a una relación entre fuerza magnética y fuerza elástica mayor de uno. La fuerza magnética se reduce de nuevo a causa del movimiento en las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17, y la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica se reduce de nuevo a menos de uno y el movimiento de la placa de inducido 7 es frenado.
- 10 Si se eleva de nuevo el flujo magnético encadenado (por medio de la variación de la excitación de la bobina magnética mediante generación de una tensión inducida adaptada), la placa de inducido 7 prolonga de nuevo de manera acelerada el movimiento en dirección de apertura 12.
- 15 De esta manera se mueve la placa de inducido 7, como se ha mostrado en la figura 5c para el movimiento en dirección de apertura 12 por medio de al menos un ciclo de aceleración y frenado mediante una elevación adaptada del flujo magnético en generalmente varios ciclos de aceleración y frenado en la zona B (contra-acoplamiento) en dirección de apertura 12, variando la relación de fuerza magnética y fuerza elástica entre más de uno y menos de uno. En este sentido, el movimiento de la placa de inducido en la zona B (contra-acoplamiento) puede ser considerado como serie
- 20 de ciclos de aceleración y desaceleración debido a su dinámica como un movimiento continuo de la placa de inducido 7.
- En una forma de realización de la invención, el movimiento de la placa de inducido 7 se prolonga tras la transición a la zona A (co-acoplamiento). La placa de inducido 7 se acelera de nuevo en este caso debido al fuerte aumento de las líneas características de fuerza magnética-entrehierro 17. La relación entre fuerza magnética y fuerza elástica en la zona A (co-acoplamiento) aumenta de nuevo duraderamente por encima de uno y la placa de inducido es acelerada
- 25 crecientemente hasta alcanzar la posición abierta (entrehierro básico 16).
- En una forma de realización preferente, el movimiento de la placa de inducido 7 tiene lugar en dirección de apertura 12 debido a al menos un separador 15 en la zona B (contra-acoplamiento). La placa de inducido 7 se mueve en al menos un ciclo de aceleración y frenado y alcanza la posición abierta (entrehierro básico 16) con una velocidad
- 30 ajustable o un tiempo ajustable.
- Tras alcanzar la posición abierta, la fuerza magnética es elevada mediante otra excitación de la bobina magnética 5 por medio de la elevación de la tensión aplicada o la corriente aplicada, de tal modo que la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica, tras alcanzarse la posición abierta, es mayor de uno y la placa de inducido 7 es presionada firmemente en dirección del portabobinas 2 y se acumula una reserva de fuerza magnética en la posición abierta de la placa de inducido 7 en el freno de presión de resorte 1.
- 35
- Al cerrar el freno de resorte 1, la bobina magnética 5 se excita menos al reducir la tensión aplicada o la corriente aplicada, de tal modo que se reduce la fuerza magnética que actúa sobre la placa de inducido 7. La excitación de la bobina magnética 5 se reduce hasta que la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica, que actúa sobre la placa de inducido 7, es menor de uno, y la placa de inducido 7 se acelera en dirección de cierre 13.
- 40
- En el caso de una forma de realización del freno de presión de resorte 1 sin separador 15, el movimiento de la placa de inducido 7 se inicia en una posición abierta (entrehierro básico 16) en la zona A (co-acoplamiento) y se acelera crecientemente debido a las líneas características de fuerza magnética-entrehierro que decaen en dirección de movimiento (dirección de cierre 13) con flujo encadenado magnético constante 17 hasta la transición de la zona A (co-acoplamiento) a la zona B (contra-acoplamiento).
- 45
- 50 En el caso de la forma de realización preferente del freno de presión de resorte 1 con zona de elevación 21 restringida a la zona B (contra-acoplamiento) por separadores 15, en la que el gradiente de la línea característica de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 es mayor que el gradiente de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19, la placa de inducido 7 experimenta una fuerza de aceleración
- 55 decreciente con flujo magnético encadenado constante o con pocos cambios debido a las líneas características de fuerza magnética-entrehierro que se elevan en dirección de cierre 13 con flujo magnético encadenado constante 17 hasta una fuerza de recuperación en contra de la dirección de cierre 13. Esto se corresponde con una relación entre fuerza magnética y fuerza elástica mayor de uno. De esta manera, nuevamente durante el movimiento de la placa de inducido 7, se produce un contra-acoplamiento entre la fuerza magnética de la bobina magnética 5 y la fuerza elástica
- 60 de los resortes de compresión 6. Este también es el caso de la forma de realización sin separadores 15, produciéndose en este caso el contra-acoplamiento solo después de la transición de la zona A (co-acoplamiento) a la zona B (contra-acoplamiento). La posición o el movimiento o la velocidad de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21 se puede controlar mediante la variación de la fuerza magnética por medio del flujo magnético encadenado.
- 65 Si se reduce más el flujo magnético encadenado (por medio de la variación de la excitación de la bobina magnética 5 mediante generación de una tensión inducida adaptada), la placa de inducido 7 prolonga el movimiento en dirección

- de cierre 13. Esto sucede porque la fuerza magnética debido a la menguante excitación de la bobina magnética 5 se reduce más que la fuerza elástica simultáneamente decreciente. La placa de inducido 7 se mueve en líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 que se sitúan por debajo de la línea característica de fuerza elástica-entrehierro 19. El movimiento de la placa de inducido 7 se prolonga
5 aceleradamente debido a una relación entre fuerza magnética y fuerza elástica menor de uno.
- La fuerza magnética decrece de nuevo a causa del movimiento en dirección de cierre 13 en las líneas características de fuerza magnética-entrehierro con flujo magnético encadenado constante 17 y la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica aumenta de nuevo por encima de uno y se frena el movimiento de la placa de inducido 7.
10
- Si se reduce más el flujo magnético encadenado (por medio de la variación de la excitación de la bobina magnética 5 mediante generación de una tensión inducida adaptada), la placa de inducido 7 prolonga de nuevo aceleradamente el movimiento en dirección de cierre 13.
- 15 De esta manera se mueve la placa de inducido 7, como se ha mostrado en la figura 5c para el movimiento en dirección de cierre 13 durante al menos uno, mediante otra reducción del flujo magnético, generalmente varios ciclos de aceleración y frenado en la zona B (contra-acoplamiento) en dirección de cierre 13, variando la relación de fuerza magnética y fuerza elástica entre más de uno y menos de uno. En este sentido, el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21 pueden considerarse a causa de su dinámica como serie de ciclos de aceleración y
20 frenado como un movimiento continuo de la placa de inducido.
- En otra forma de realización de la invención, la posición cerrada se encuentra (entrehierro nominal 20) en la zona C (co-acoplamiento). El movimiento se prolonga en la transición de la zona B (contra-acoplamiento) a la zona C (co-acoplamiento). La relación entre fuerza magnética y fuerza elástica se reduce a menos de uno y la placa de inducido se acelera de nuevo crecientemente hasta alcanzar el entrehierro nominal 20.
25
- En una forma de realización preferente, el movimiento de la placa de inducido en dirección de cierre 13 tiene lugar hasta un entrehierro nominal 20 en la zona B (contra-acoplamiento).
- 30 La placa de inducido 7 se mueve en al menos un ciclo de aceleración y frenado y alcanza el entrehierro básico nominal 20 del freno de presión de resorte 1 con una velocidad ajustable o un tiempo ajustable. En el posterior curso, la excitación de la bobina magnética 5 se sigue reduciendo mediante reducción de la tensión o la corriente hasta que la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica es prácticamente cero, lo que se corresponde con una tensión cero o una corriente suprimida.
35
- Al cerrarse un freno de presión de resorte 1 liberado electromagnéticamente se ofrece en el procedimiento presentado en este caso otra posibilidad de ajuste. La relación entre fuerza magnética y fuerza elástica se puede modificar de manera regulable mediante la variación de la excitación de la bobina magnética 5 durante el movimiento de la placa de inducido 7 en la zona B (contra-acoplamiento) entre fuerza magnética y fuerza elástica. A consecuencia del flujo magnético encadenado variable de manera regulable, varía la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica entre
40 más de uno, menos de uno e igual a uno. La placa de inducido 7 puede ser sometida entonces con una fuerza regulable. Además, la relación entre fuerza magnética y fuerza elástica puede variar debido a las variaciones de la excitación de la bobina magnética 5 entre menos de uno o igual a uno en la posición cerrada del freno de presión de resorte 1, de tal modo que se puede aplicar una fuerza variable para el ajuste de un par de torsión definido del freno de presión de resorte.
45
- En la figura 6 se muestra, además, un posible tipo del control para el funcionamiento del freno de presión de resorte 1. En este sentido, se trata de un puente completo con cuatro válvulas 25 controladas por una unidad de control electrónica 24 (por ejemplo, un microcontrolador). En función de la forma de realización, puede prescindirse de la válvula V3 o se puede sustituir la V4 por un puente de cortocircuito. Con estas válvulas, se puede controlar la tensión procedente de la fuente de alimentación 26 de tal modo que se pueden imprimir variados cursos de corriente y/o tensión al freno. Como alternativa preferente puede utilizarse, en lugar de un puente completo, una etapa final de potencia análoga.
- 50
- 55 La unidad de control electrónica 24 (por ejemplo, un microcontrolador), por medio de sensores de corriente y tensión, tiene a su disposición la tensión aplicada al freno y la corriente de fluye a través del freno. En una forma de realización, la unidad de control electrónica tiene a su disposición la temperatura \square de bobina por medio de un sensor de temperatura para poder detectar cambios de resistencia influidos por la temperatura y poder evaluarlos en el control.
- 60 En la figura 7 se muestra un tipo de variación de la excitación en una bobina magnética 5 del freno de presión de resorte 1 para el control de la placa de inducido 7 en la zona de elevación 21, al lado también se muestran una medición de corriente simultánea, la tensión inducida calculada a partir de corriente y tensión y la variación del entrehierro 11 durante la excitación de la bobina magnética 5. La bobina magnética 5 es excitada en este sentido por un primer salto de tensión a una primera tensión, por ejemplo, a +19 V, y luego, en un segundo salto de tensión, a una tensión de, por
65 ejemplo, +24 V. Este nivel intermedio de tensión conduce en la bobina magnética 5 a una tensión inducida positiva que decae con el tiempo, mientras que el flujo de corriente se incrementa con el tiempo. El movimiento de la placa de

5 inducido 7 en dirección de apertura 12 del entrehierro nominal 20 al entrehierro básico 16, como se muestra en la representación de la variación del entrehierro 11, tiene lugar con valores pequeños de la tensión inducida y se hace visible en la medición de corriente mediante un gradiente de corriente negativa. Por medio del segundo salto de tensión, se provoca de nuevo un salto en la tensión inducida que decae con el tiempo y simultáneamente genera un flujo de corriente creciente, iniciándose el segundo salto de tensión al alcanzarse o tras alcanzarse el entrehierro básico 16 y generando una reserva de fuerza magnética del freno en la posición abierta.

10 Al reducirse la excitación de la bobina magnética 5, se establece la tensión de freno por medio del salto de tensión, por ejemplo, a 12V. De esta manera, se genera en la bobina magnética 5, una tensión inducida negativa cuya magnitud se reduce con el tiempo, mientras que el flujo de corriente se reduce con el tiempo. El verdadero movimiento de la placa de inducido 7 de entrehierro básico 16 al entrehierro nominal 20 en dirección de cierre 13, como se muestra en la representación de la variación del entrehierro 11, tiene lugar con valores pequeños de la tensión inducida y se hace en este caso visible en la medición de corriente mediante un gradiente de corriente positiva. A continuación de ello, la tensión se sitúa en 0, de tal modo que en la placa de inducido 7 prácticamente no actúa ninguna fuerza magnética sobre la bobina magnética 5 tras alcanzarse el entrehierro nominal 20.

20 En este sentido, para el control de la placa de inducido 7 en el freno en la forma de realización preferente, es ventajoso si la magnitud de la tensión inducida durante el movimiento de la placa de inducido 7 adopta un valor en el intervalo de 0 a 1,5 veces la tensión de atracción estática del freno de presión de resorte 1, de tal modo que la fuerza elástica y la fuerza magnética se encuentra en una relación de fuerzas de tal modo que la velocidad de choque de la placa de inducido solo es de tal magnitud que se obtiene una amortiguación de ruidos suficiente para el correspondiente caso de aplicación.

25 Otro modo de funcionamiento para la excitación variable de una bobina magnética 5 en un freno electromagnético 1 con placa de inducido controlable 7 es elevar una rampa de tensión o una rampa de corriente o generar una tensión inducida constante adecuada en la bobina magnética 5. Otro modo de funcionamiento es excitar la bobina magnética 5 por medio de varios saltos de tensión. Otro tipo de funcionamiento es la sollicitación convencional con un salto de tensión a tensión nominal o tensión de sobreexcitación. Otro modo más de funcionamiento es excitar la bobina magnética 5 por medio de un salto de tensión y, a continuación, elevar más la variable excitación de una bobina magnética 5 por medio de una rampa de corriente o tensión. En función del modo de funcionamiento del freno de presión de resorte 1, se determina la resistencia óhmica de la bobina magnética 5 antes de la excitación de la bobina magnética variable 5.

35 Al reducirse la excitación de la bobina magnética 5, son posibles correspondientes modos de funcionamiento para reducir la fuerza magnética y mover de manera controlable la placa de inducido 7 en dirección de cierre 13.

Lista de referencias

1. Freno de presión de resorte
2. Portabobinas
3. Polo interior del portabobinas
4. Polo exterior del portabobinas
5. Bobina magnética
6. Resorte de compresión
- 6a. Equipos para la fijación
- 6b. Elemento distanciador y de guía
7. Placa de inducido
8. Polo interior de la placa de inducido
9. Polo exterior de la placa de inducido
10. Soportes
11. Hueco de aire
12. Dirección de apertura
13. Dirección de cierre
14. Dispositivo para la guía radial
15. Separador
16. Entrehierro básico
17. Líneas características de entrehierro-fuerza magnética con flujo magnético constante
- 17a. Línea característica de entrehierro-fuerza magnética con corriente constante
18. Mínimo local
19. Línea característica fuerza elástica-entrehierro
20. Entrehierro nominal
21. Zona de elevación
22. Elevación
23. Máximo local
24. Unidad de control electrónica
25. Válvulas

26. Alimentación eléctrica
27. Trayectoria de movimiento

- A: Zona (co-acoplamiento)
- B: Zona (contra-acoplamiento)
- C: Zona (co-acoplamiento)
- V1 Válvula 1
- V2 Válvula 2
- V3 Válvula 3
- V4 Válvula 4
- U Tensión
- I Corriente
- Sensor de temperatura

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente que comprende un portabobinas (2) que presenta un polo interior (3) y un polo exterior (4), una bobina magnética (5) y al menos un elemento más que ejerce fuerza;
- 5 - presentando el polo interior (3) y el polo exterior (4) del portabobinas (2) en cada caso una superficie con un gradiente variable, así como
- una placa de inducido (7) que presenta un polo interior (8) y un polo exterior (9), encajando las superficies del polo interior (8) y del polo exterior (9) de la placa de inducido (7) en cada caso de manera complementaria con las superficies de los respectivos polo interior (3) y polo exterior (4) del portabobinas (2), así como un entrehierro (11) de tamaño variable que forma una zona de elevación (21) entre un entrehierro básico (16) y un entrehierro nominal (20);
- 10 - generando la bobina magnética (5) una fuerza magnética al ser excitada y generando el elemento que ejerce la fuerza una segunda fuerza opuesta a la fuerza magnética de la bobina magnética (5),
- caracterizado por que:**
- 15 la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética (5) y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza varía al menos una vez entre más de uno y menos de uno durante el movimiento de la placa de inducido (7) en la zona de elevación (21) debido a una adecuada excitación de la bobina magnética (5).
2. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1,
- 20 **caracterizado por que**
- al abrir el freno (1), mediante adecuada excitación de la bobina magnética (5), se genera una fuerza magnética, de tal modo que la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética (5) y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza se incrementa sobre uno y la placa de inducido (7) es acelerada desde el entrehierro nominal (20) en dirección de apertura (12);
- 25 - la excitación de la bobina magnética (5) se eleva aún más durante el movimiento de la placa de inducido (7) en la zona de elevación (21) y la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética (5) y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza baja al menos una vez a menos de uno y la placa de inducido (7) es frenada al menos una vez y alcanza el entrehierro básico (16) con una velocidad regulable;
- la excitación de la bobina magnética (5) se eleva aún más, de tal modo que la relación entre fuerza magnética de la bobina magnética (5) y segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza tras finalizar el movimiento es de nuevo superior a uno;
- 30 - al cerrar el freno (1), mediante variación de la excitación de la bobina magnética (5), se reduce la fuerza magnética, de tal modo que la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética (5) y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza baja a menos de uno y la placa de inducido (7) es acelerada desde el entrehierro básico (16) en dirección de cierre (13); y
- 35 - se reduce aún más la excitación de la bobina magnética (5) durante el movimiento de la placa de inducido (7) en la zona de elevación (21) y la relación entre la fuerza magnética de la bobina magnética (5) y la segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza se incrementa al menos una vez a más de uno y la placa de inducido (7) es frenada al menos una vez; y la placa de inducido (7) alcanza el entrehierro nominal (20) con una velocidad regulable;
- 40 - la excitación de la bobina magnética (5) se reduce aún más hasta que la relación entre fuerza magnética y segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza es prácticamente cero.
3. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1,
- 45 **caracterizado por que**, con el movimiento de la placa de inducido (7) en la zona de elevación (21), la relación entre fuerza magnética de la bobina magnética (5) y segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza, debido a una adecuada excitación de la bobina magnética (5), varía entre más de uno, menos de uno e igual a uno, de tal modo que la placa de inducido (7) es sometida a una fuerza variable.
4. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1,
- 50 **caracterizado por que**, con el freno cerrado (1), la relación entre fuerza magnética de la bobina magnética (5) y segunda fuerza del elemento que ejerce la fuerza, debido a las variaciones en la excitación de la bobina magnética (5), es menor o igual a uno, de tal modo que la placa de inducido (7) es sometida a una fuerza variable para el ajuste de un par de torsión definido del freno (1).
- 55 5. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la relación entre la diferencia de altura en la superficie del portabobinas (2) o de la placa de inducido (7) y la elevación (22) se sitúa en el intervalo de 1,0 a 4,0.
6. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1,
- 60 **caracterizado por que** un separador (15) está instalado entre el portabobinas (2) y la placa de inducido (7) en las superficies de polo (3, 4) del portabobinas (2) y /o en las superficies de polo (8, 9) de la placa de inducido (7) de tal modo que se reduce la zona de elevación (21).
7. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 6,
- 65 **caracterizado por que** el separador (15) es una placa de material no magnetizable dispuesta sobre las superficies de polo (3, 4) del portabobinas (2) y / o las superficies de polo (8, 9) de la placa de inducido (7), o el separador (15) es un

disco de material al menos en parte no magnetizable sobre los elementos distanciadores o guía (6b) de la placa de inducido (7), o como separador (15) están previstos los elementos distanciadores o de guía (6b) que se componen al menos en parte de material no magnetizable.

- 5 8. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 6-7, **caracterizado por que** el separador o los separadores (15) se componen de material polimérico no magnetizable y asumen la función adicional de un amortiguador mecánico sencillo.
- 10 9. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, durante el movimiento de la placa de inducido (7), la cantidad de la tensión inducida adopta un valor en el intervalo de 0 hasta 1,5 veces la tensión de excitación calculada estáticamente del freno (1).
- 15 10. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1 o 9, **caracterizado por que** la variación de la excitación de la bobina magnética (5) se efectúa por medio de uno o varios saltos de tensión.
- 20 11. Procedimiento para el control de un freno (1) liberado electromagnéticamente según la reivindicación 1 o 9, **caracterizado por que** la variación de la excitación de la bobina magnética (5) se efectúa por medio de una rampa de tensión o, por que la variación de la excitación de la bobina magnética (5) se efectúa por medio de uno o varios saltos de tensión en conexión con una rampa de corriente o tensión, o por que la variación de la excitación de la bobina magnética (5) se efectúa por medio de una rampa de corriente.
- 25 12. Freno liberado electromagnéticamente (1), que comprende un portabobinas (2) que presenta un polo interior (3) y un polo exterior (4), una bobina magnética (5) y al menos un elemento más que ejerce fuerza; presentando el polo interior (3) y el polo exterior (4) del portabobinas (2) en cada caso una superficie con un gradiente variable;
- 30 una placa de inducido (7), que presenta un polo interior (8) y un polo exterior (9), encajando las superficies del polo interior (8) y del polo exterior (9) de la placa de inducido (7) en cada caso de manera complementaria con las superficies de los respectivos polo interior (3) y polo exterior (4) del portabobinas (2), así como un entrehierro (11) de tamaño variable que forma una zona de elevación (21) entre un entrehierro básico (16) y un entrehierro nominal (20); **caracterizado por que:** la bobina magnética (5) genera una fuerza magnética al ser excitada y el elemento que ejerce la fuerza genera una segunda fuerza opuesta a la fuerza magnética de la bobina magnética (5).
- 35 13. Freno liberado electromagnéticamente (1) según la reivindicación 12, **caracterizado por que** la superficie del polo interior (3) y del polo exterior (4) del portabobinas (2) presentan uno o varios escalones o una o varias punciones y salientes y la superficie del polo interior (8) y del polo exterior (9) de la placa de inducido (7) presentan uno o varios escalones o punciones y salientes complementarios a estos.
- 40 14. Freno liberado electromagnéticamente (1) según la reivindicación 12, **caracterizado por que** los gradientes variables en la superficie del portabobinas (2) y de la placa de inducido (7) presentan la forma de círculos que discurren concéntricamente al eje central del freno (1).
- 45 15. Freno liberado electromagnéticamente (1) según la reivindicación 12, **caracterizado por que** los gradientes variables están dispuestos en la superficie del portabobinas (2) o de la placa de inducido (7) y por que el contorno de las superficies sigue una geometría discrecional que se sitúa entre el espacio de bobina y el contorno exterior del portabobinas.

Fig. 2 A

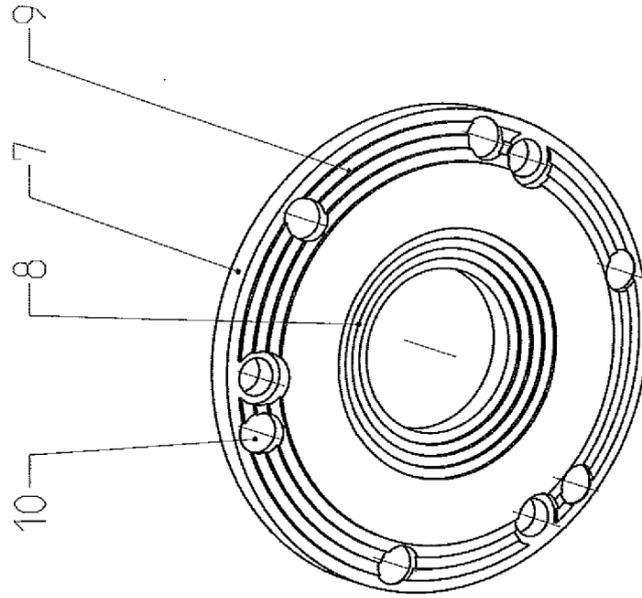


Fig. 1 A

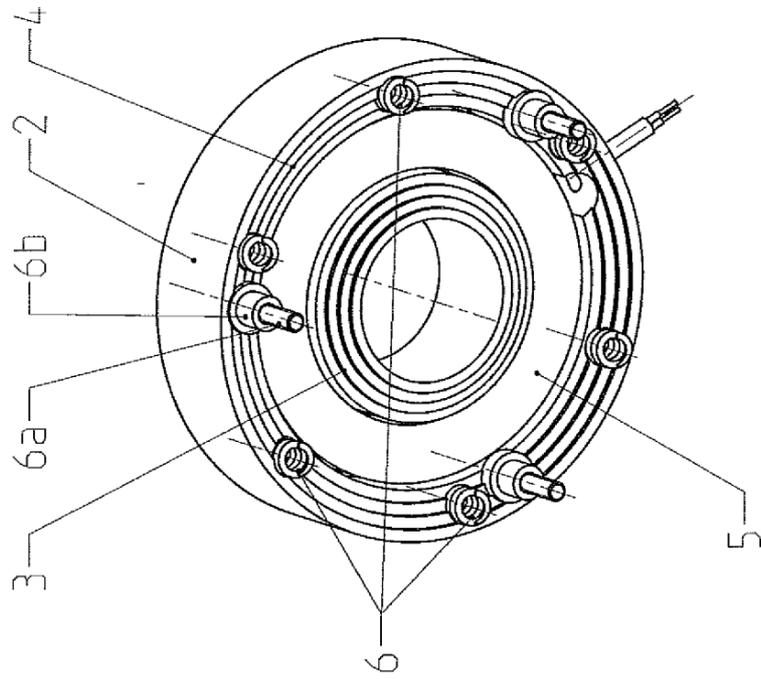


Fig. 2 B

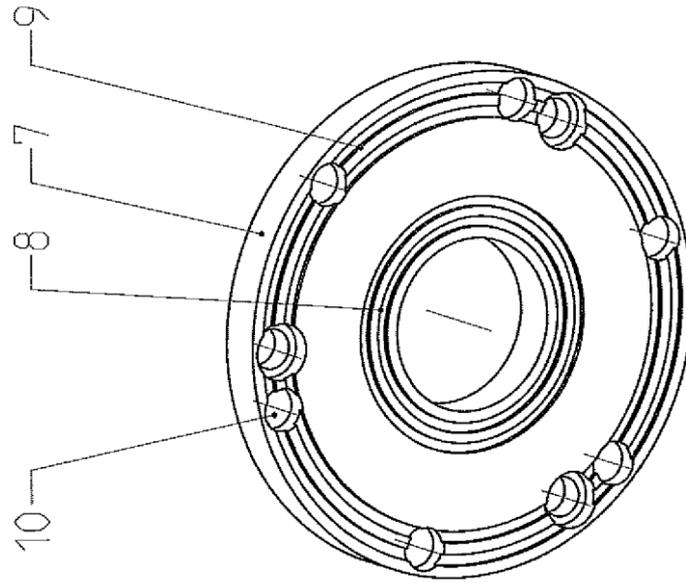


Fig. 1 B

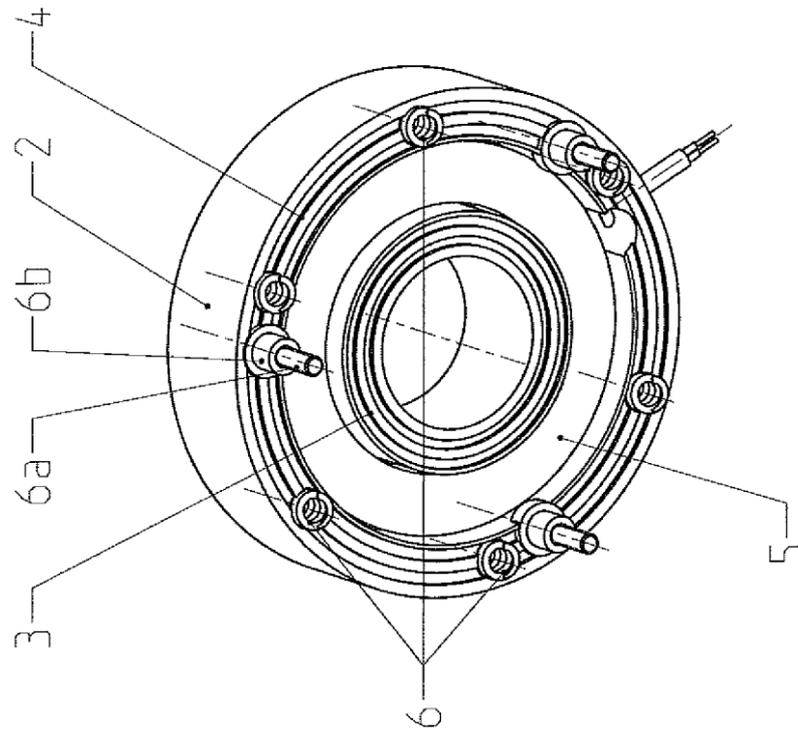


Fig. 2 C

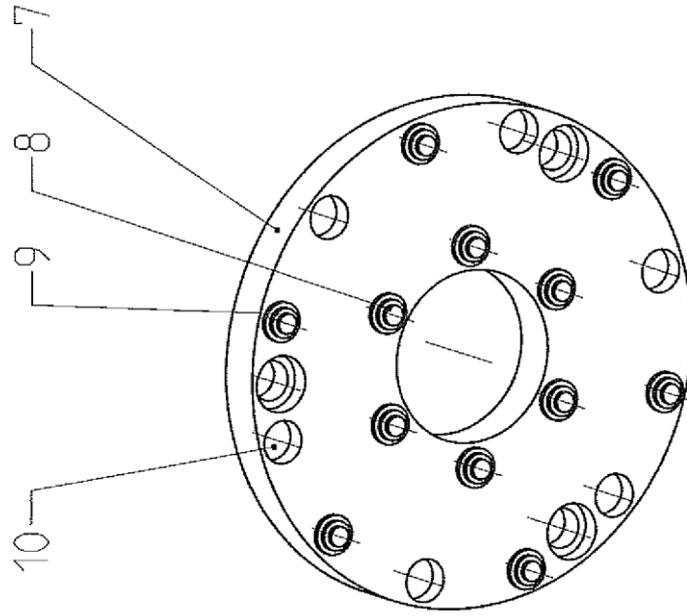
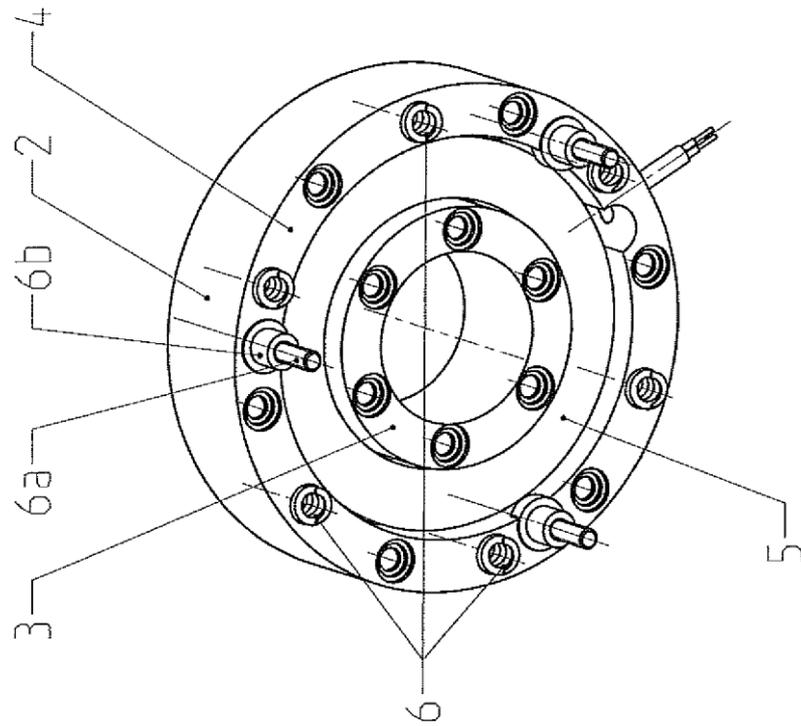


Fig. 1 C



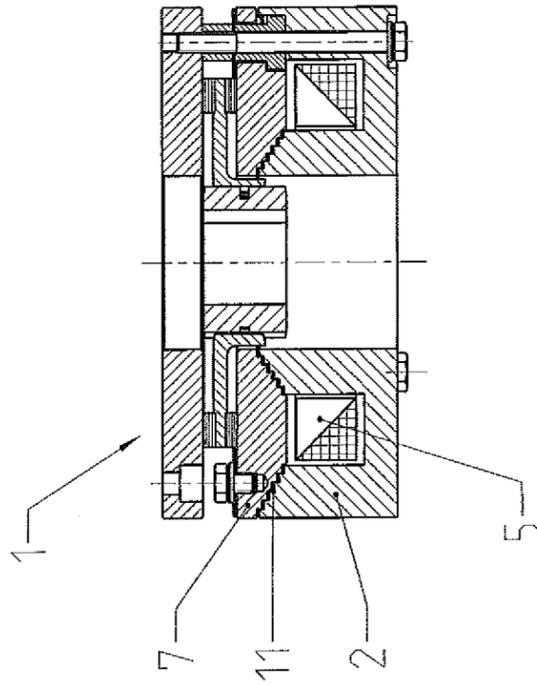
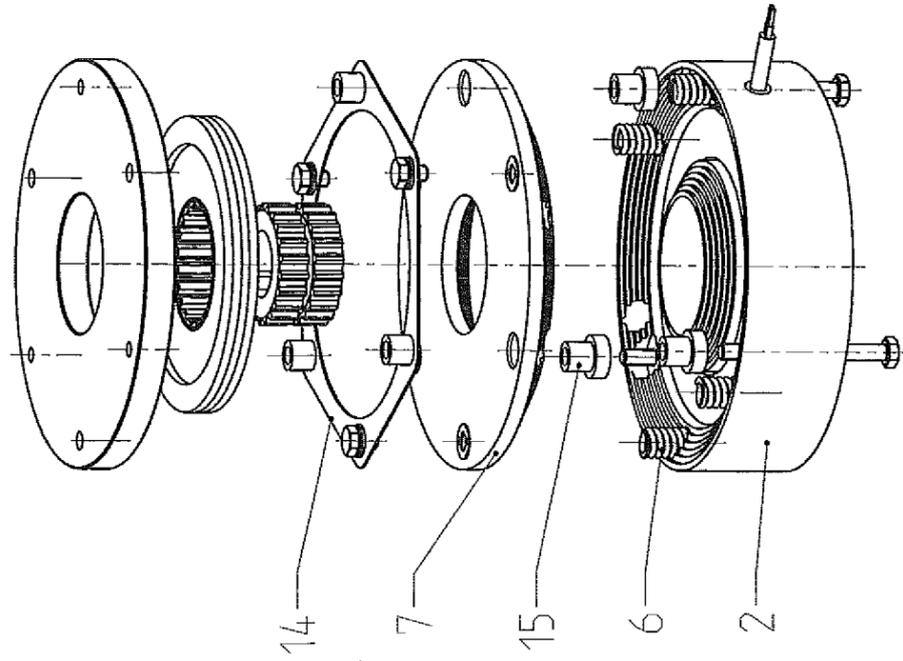
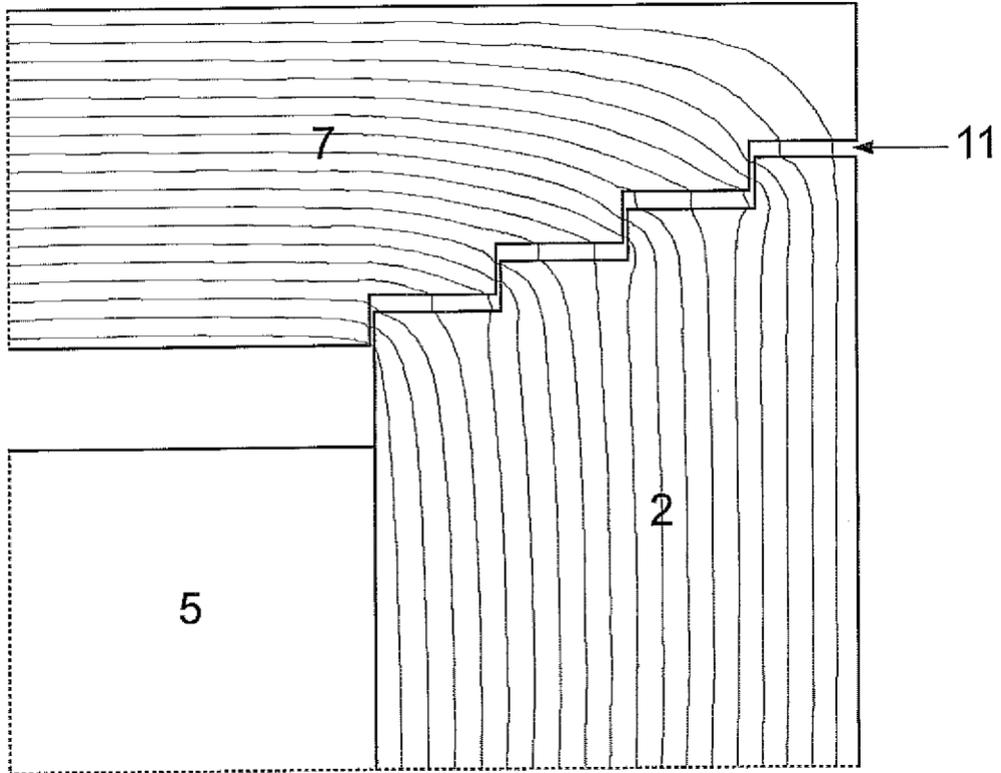


Fig. 3

Fig. 4



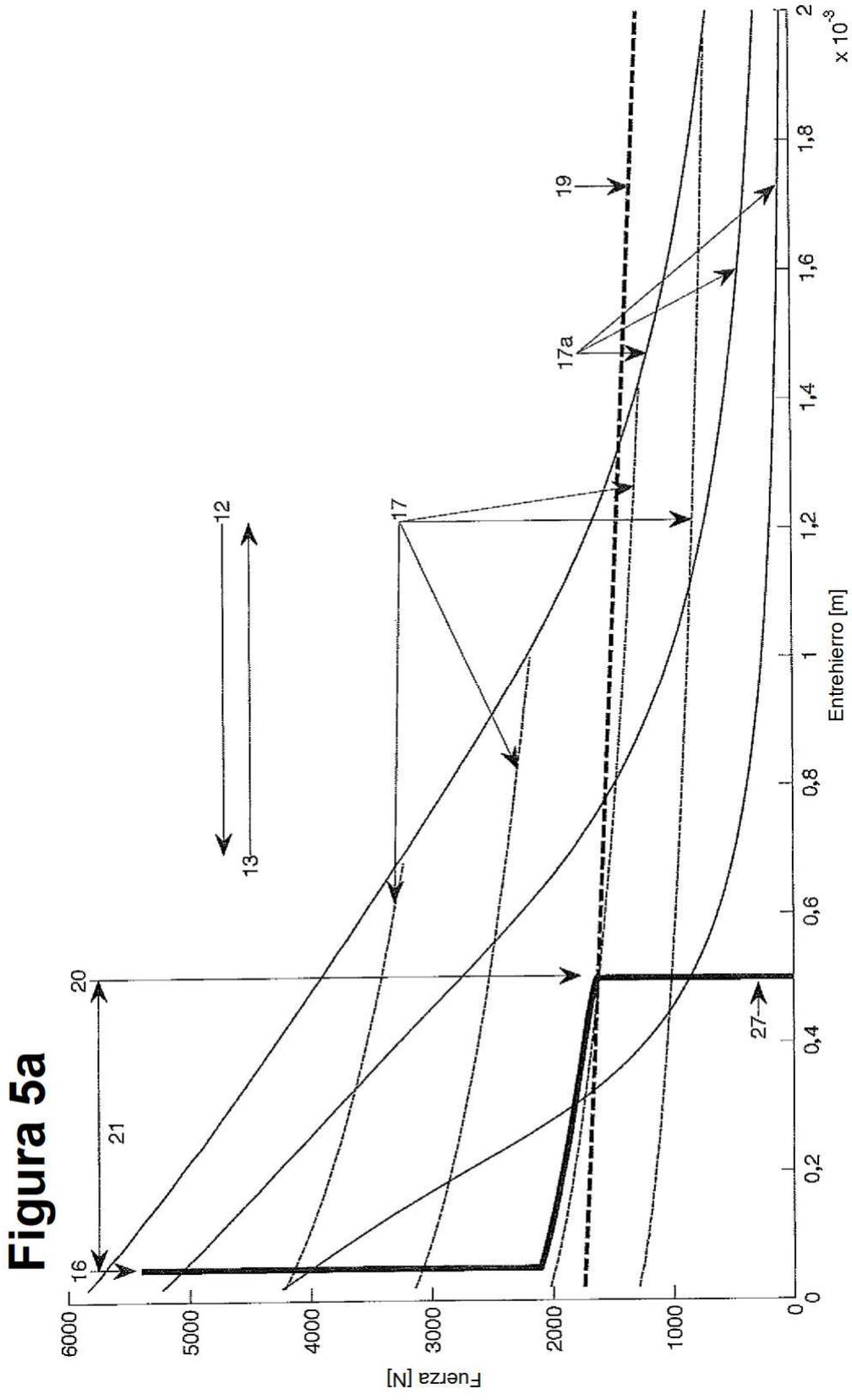


Figura 5c

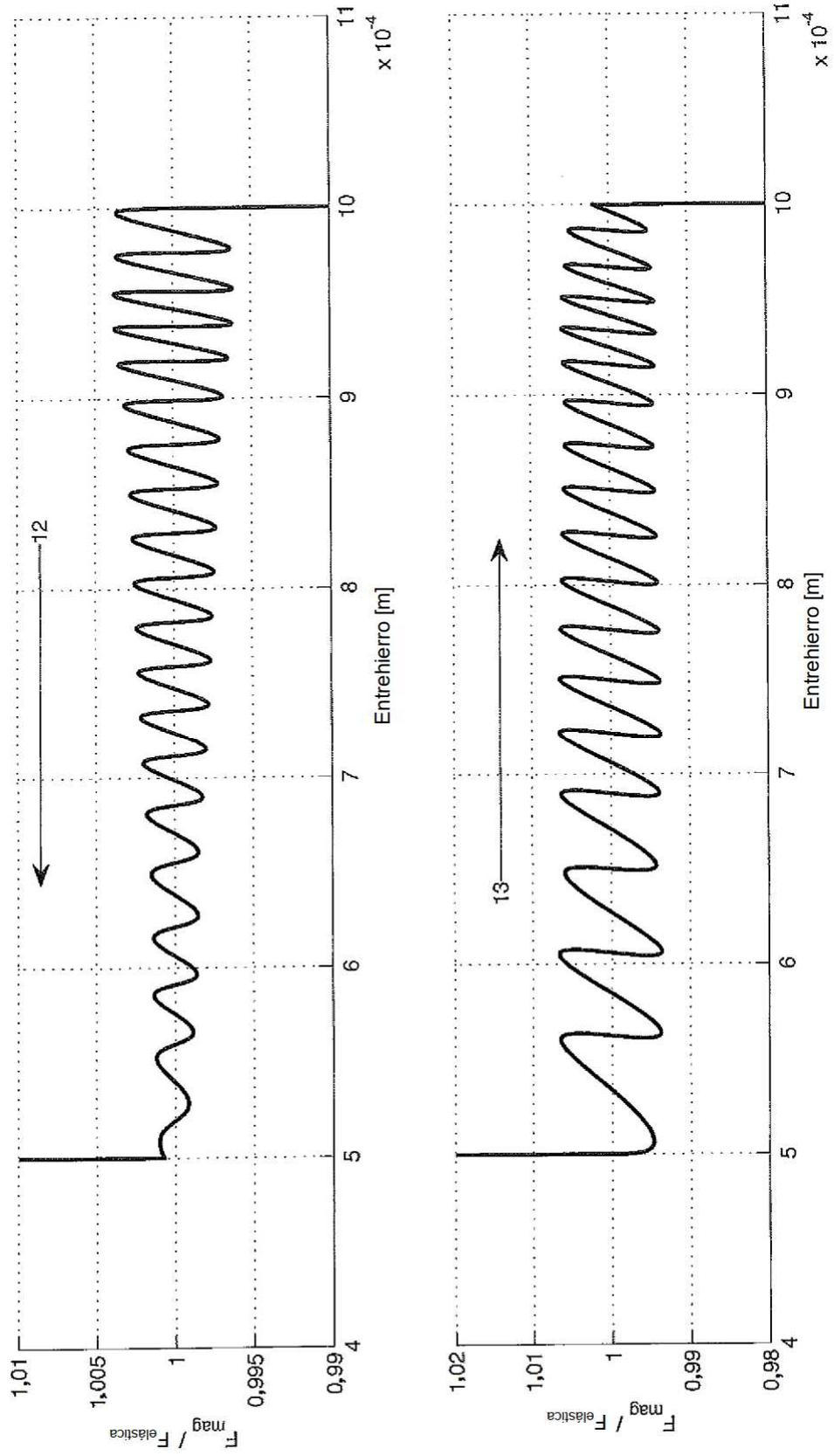


Fig. 6

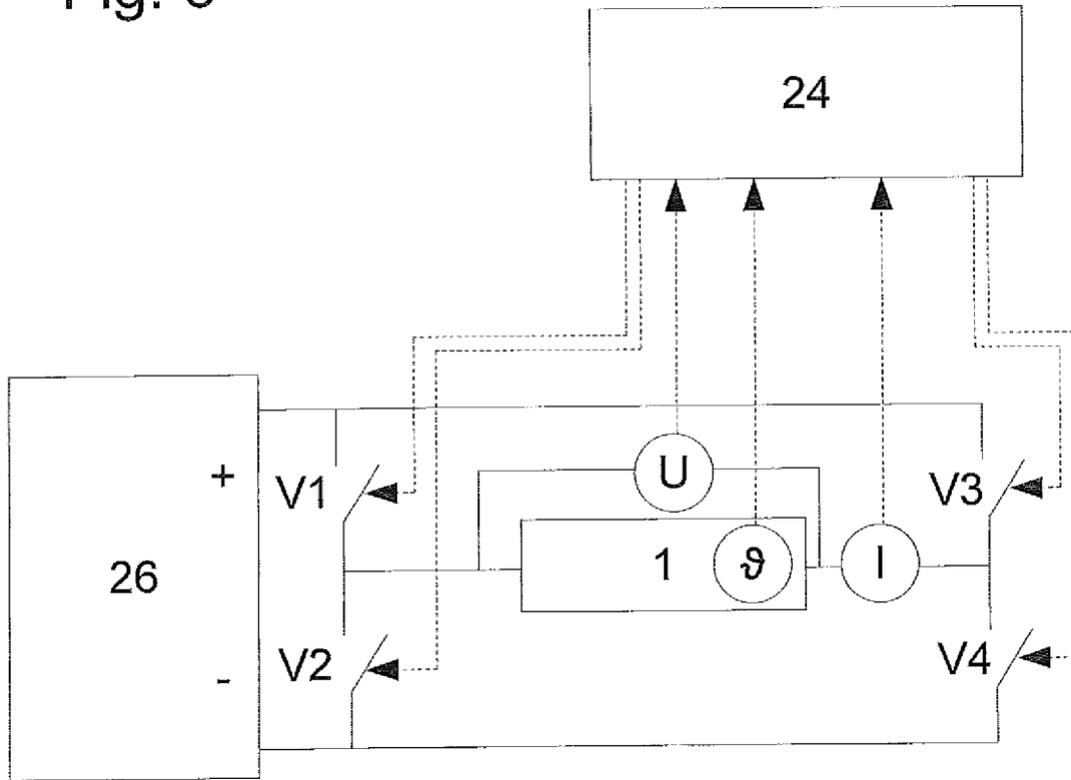


Figura 7

