



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 027**

51 Int. Cl.:
F04B 35/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07704139 .0**

96 Fecha de presentación : **25.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1991783**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **Método para el ajuste de un émbolo en un compresor lineal.**

30 Prioridad: **28.02.2006 DE 10 2006 009 230**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2011

73 Titular/es:
**BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH
Carl-Wery-Strasse 34
81739 München, DE**

72 Inventor/es: **Bechtold, Mario y
Reinschke, Johannes**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 354 027 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

Método para el ajuste de un émbolo en un compresor lineal.

- 5 La presente invención se refiere a un método para el accionamiento de un compresor lineal, particularmente para un aparato refrigerador. Un compresor lineal de este tipo se conoce, por ejemplo, por el documento US 6506032B2 del estado de la técnica más próximo y el documento US 6641377B2. Comprende un accionamiento lineal reversible con un bobinado y una armadura desplazable por un campo magnético generado por el bobinado en contra de una fuerza de muelle, así como una cámara de compresor, en la que se puede mover un émbolo acoplado a la armadura. Durante el funcionamiento se alimenta el bobinado con una corriente alterna para impulsar un movimiento oscilatorio de la armadura.
- 10 Mientras que en un compresor convencional accionado de forma rotatoria la amplitud de movimiento del émbolo está predefinida estrictamente, esto no es el caso en un compresor lineal. La armadura puede oscilar con diferentes amplitudes dependiendo de la potencia de accionamiento eléctrica conducida al bobinado y, por consiguiente, el recorrido del émbolo también es variable.
- 15 Cuanta más pequeña sea la potencia de accionamiento y, por consiguiente, también la amplitud de la armadura, mayor es el volumen muerto de la cámara de bomba en el punto de inversión superior del recorrido del émbolo. Un gran volumen muerto lleva a un bajo rendimiento del compresor, ya que no se utiliza el esfuerzo realizado para comprimir el gas en el volumen muerto y tras superar el punto muerto superior, el gas se distiende de nuevo y de esta forma hace retroceder el émbolo.
- 20 Si, en cambio, el bobinado se alimenta con una potencia de accionamiento demasiado grande, la amplitud de la armadura puede llegar a ser tan grande que el émbolo choque contra un limitador de la cámara del compresor. Esto provoca un nivel de ruido muy alto y eventualmente también un daño del compresor. Por lo demás, la oscilación de la armadura y la corriente alterna de impulso salen de fase de tal manera, que también por este motivo el accionamiento pierde eficacia.
- 25 Para poder accionar un compresor lineal de forma estable con un buen rendimiento es por tanto necesario controlar la amplitud de la armadura y la corriente alterna, con la que se alimenta el bobinado, de tal forma que la amplitud permanezca siempre justo por debajo de un valor umbral, con cuya superación el émbolo choca contra un limitador.
- 30 Las tolerancias en la fabricación de los compresores lineales pueden llevar a que la carrera que la armadura puede recorrer desde su posición de equilibrio hasta que el émbolo choca con un limitador, pueda variar de un compresor lineal a otro. Si, considerando las tolerancias de fabricación, se establece el recorrido de la armadura para todos los compresores lineales uniformemente, de tal manera que el émbolo no pueda chocar contra el limitador, se producen volúmenes muertos considerablemente diferentes de un compresor a otro y, de esta forma, rendimientos diferentes.
- 35 Otro problema es que la posición de equilibrio, en la que se encuentra la armadura con el compresor apagado, puede ser diferente según la presión que se ejerce sobre el émbolo existente en la cámara del compresor. Pueden aparecer fácilmente diferentes presiones con la utilización del compresor lineal para la compresión de refrigerantes en un aparato refrigerador, según cómo sea la temperatura media o la relación de refrigerante gaseoso a líquido en el circuito de refrigerante del aparato. Cuando se enchufa un aparato refrigerador de nuevo o después de un prolongado periodo de parada y el circuito de refrigerante se tiene que refrigerar desde la temperatura ambiente, la presión en el circuito de refrigerante
- 40 es en un principio mayor que en un aparato que se encuentra en funcionamiento, en el que el espacio de refrigeración y, por consiguiente, al menos también una parte del refrigerante, son claramente más fríos que la temperatura ambiente. Una amplitud de oscilación que genera un pequeño volumen muerto útil en un aparato en funcionamiento puede ser insuficiente en el caso de la puesta en marcha por primera vez, ya que en este caso la posición de reposo, alrededor de la que oscila la armadura, está desplazada. Si debido a esto se genera un gran volumen muerto, el rendimiento del compresor puede estar, en un caso extremo, tan perjudicado que no sea posible una refrigeración debida del aparato.
- 45 El objetivo de la presente invención es crear un método para el accionamiento de un compresor lineal, que evite los problemas descritos anteriormente.
- 50 El objetivo se resuelve de acuerdo con la invención alimentando en un compresor lineal, que comprende un accionamiento lineal con un bobinado y una armadura desplazable por el campo magnético del bobinado en contra de una fuerza de muelle y una cámara de compresor, en la que se puede mover un émbolo acoplado a la armadura, en el que durante el funcionamiento se alimenta el bobinado con una corriente alterna para impulsar un movimiento oscilatorio de la armadura, este bobinado antes de la
- 55 puesta en marcha con una corriente continua con un primer signo de polaridad para desplazar la armadura de una posición de reposo, midiendo una primera posición final que alcanza la armadura bajo el efecto de la corriente continua, y controlando durante el funcionamiento la intensidad de la corriente

alterna con la que se excita el bobinado, de tal manera que la armadura no alcanza o alcanza con una velocidad que disminuye la primera posición final.

5 Mediante la alimentación con corriente continua y medición de la posición de armadura que se produce por ello, se obtiene un valor de medición para una desviación máxima permitida de la armadura, en la que se tienen en cuenta de forma automática tanto tolerancias de fabricación como un desplazamiento de la posición de reposo de la armadura producida por la presión en la cámara del compresor.

10 El primer signo de polaridad de la corriente continua está determinado preferiblemente de tal manera, que debido al desplazamiento de la armadura que se produce por el efecto de la corriente continua el émbolo se acerca a una placa de válvula de la cámara del compresor, ya que en esa dirección la libertad de movimiento del émbolo está necesariamente limitada y se requiere una regulación exacta del recorrido del émbolo para asegurar un pequeño volumen muerto y, con ello, un buen rendimiento.

15 Se puede prever que el bobinado además se alimente antes de la puesta en marcha con una corriente continua con un signo de polaridad opuesto al primer signo de polaridad, que se mida una segunda posición final que la armadura alcanza bajo el efecto de esta corriente continua y que durante el funcionamiento se controle la intensidad de la corriente alterna con la que se excita el bobinado, de tal manera que la armadura tampoco alcance o alcance con una velocidad que disminuye la segunda posición final. De esta forma se mide la libertad de movimiento del émbolo en las dos direcciones y la libertad de movimiento disponible del émbolo se puede aprovechar de forma óptima independientemente de dispersiones debidas a tolerancias de fabricación.

20

Como alternativa existe la posibilidad de calcular una segunda posición final a una distancia predefinida de la primera posición final.

25 La intensidad de la corriente continua se aumenta poco a poco de forma apropiada para evitar que el émbolo choque a gran velocidad con un limitador.

Preferiblemente se mide repetidamente la posición de la armadura durante el aumento de la intensidad de la corriente, y como posición final se determina una posición de la armadura, de la que la armadura no se mueve con otro aumento de la intensidad de la corriente. Mientras que la desviación solamente sea contrarrestada por la fuerza de muelle y en su caso por la presión en la cámara del compresor, se puede partir de que un aumento de la intensidad de la corriente continua también lleva a un aumento de la desviación, a no ser que el émbolo haya alcanzado el limitador.

30

Como alternativa se puede determinar como posición final una posición de la armadura, en la que la misma activa un sensor de proximidad. Un sensor de proximidad de este tipo puede ser, por ejemplo, una barrera de luz.

35 Para poner en movimiento el movimiento oscilatorio de la armadura se alimenta preferiblemente el bobinado con una corriente alterna, en la que las cantidades de cargas de semiondas positivas y negativas aumentan con el tiempo, de tal forma que la amplitud del movimiento oscilatorio también aumenta con el paso del tiempo. Esto posibilita seguir la evolución de la amplitud en función de las cantidades de cargas de las semiondas y dosificar su aumento de tal manera que no se sobrepase ninguna de las posiciones finales predeterminadas.

40 Particularmente a causa de una desviación de la posición de reposo de la armadura debido a la presión existente en la cámara del compresor puede ser necesario regular de forma separada las cantidades de cargas de las semiondas positivas y negativas para asegurar respectivamente una distancia igual entre los dos puntos de inversión del movimiento oscilatorio de la primera o de la segunda posición final.

45 Otras características y ventajas de la invención se obtienen a partir de la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. Se muestra:

- En la Figura 1, una vista esquemática de un compresor lineal, en parte vista desde arriba, en parte en corte;
- 50 En la Figura 2, la evolución temporal de una corriente continua aplicada a los bobinados del compresor lineal de la figura 1 y del valor de medición que se produce de la desviación de la armadura; y
- En la Figura 3, la evolución temporal de la amplitud de oscilación y de las cantidades de cargas de las semiondas positivas y negativas de la corriente del bobinado en la puesta en marcha del movimiento oscilatorio.

55 La figura 1 muestra de forma esquemática un compresor lineal con un accionamiento lineal 1 y

- una unidad de compresor 2, que están sujetas en este caso en un marco 3 representado con forma de U. En dos aristas paralelas del marco 3 están montados orientados entre sí núcleos de hierro 4 de corte transversal en forma de E y bobinados 5. En un entrehierro entre los núcleos de hierro 4 está suspendida una armadura 6 con ayuda de muelles de membrana 7, que mantienen la armadura 6 de forma ligeramente móvil en dirección longitudinal del entrehierro y de forma rígida en dirección transversal con respecto al mismo. La armadura 6 contiene dos imanes permanentes 8, 9 de polaridad opuesta que tienden a alinearse en un campo magnético generado por los bobinados 5 y de esta manera desplazar la armadura 6 según la dirección del flujo de corriente a través de los bobinados 5 en la perspectiva de la figura hacia la izquierda o la derecha.
- La unidad de compresor 2 comprende una cámara de compresor 10, que está limitada en un lado por un émbolo 11 móvil. El émbolo 11 está sujeto de forma rígida con la armadura 6 mediante una barra de émbolo 12. Por una sobrepresión en la cámara de compresor 10, la posición de reposo de la armadura 6 está ligeramente desplazada a la izquierda en relación a una posición, en la que los muelles de ballesta 7 se encuentran distendidos.
- Sobre la armadura 6 está montada una placa de soporte 13, que está provista de forma alterna de tiras reflectantes o absorbentes de luz. Una primera barrera de luz con una fuente luminosa 14, que emite un rayo de luz en haz sobre la placa de soporte 13 y un sensor de luz 15 orientado a la placa de soporte 13, está montada en uno de los núcleos de hierro 4. Dependiendo de si el rayo de luz de la fuente luminosa 14 incide sobre una tira reflectante o una absorbente de luz de la placa de soporte 13, el sensor de luz 15 recibe más o menos luz.
- De forma alternativa, en vez de la placa de soporte 13 también puede estar montada en la armadura 6 una estructura en forma de peine, y la fuente luminosa 14 y el sensor de luz 15 de la barrera de luz están montados en los núcleos de hierro 4 a ambos lados de la estructura en forma de peine, de tal forma que según la posición de la armadura 6 un diente de la estructura en forma de peine da sombra al sensor de luz 15 o el rayo de luz de la fuente luminosa 14 alcanza a través de un espacio intermedio entre dos dientes el sensor de luz 15. En vez de una estructura en forma de peine también se puede proporcionar un soporte transparente, que esté provisto de tiras opacas separadas.
- Una segunda barrera de luz no representada está dispuesta con un desplazamiento de un cuarto de periodo de la disposición regular de las tiras.
- Las barreras de luz tienen conectado un circuito de regulación 16 que alimenta los bobinados 5 con corriente.
- El funcionamiento del circuito de regulación en la puesta en marcha del compresor lineal se explica mediante las figuras 2 y 3. En un momento $t = 0$, el circuito de regulación 16 recibe desde el exterior, por ejemplo, de una regulación de termostato de un aparato refrigerador, en la que está instalado el compresor lineal de la figura 1, una orden de puesta en marcha. A continuación, el circuito de regulación 16 alimenta los bobinados 5 con una corriente continua, cuya intensidad de corriente I , tal como se representa por una línea de trazos y puntos en el diagrama de la figura 2, aumenta de manera lineal con el tiempo t . Proporcionalmente a la intensidad de la corriente I crece la fuerza magnética que influye sobre la armadura 6, que desplaza la armadura 6 en la perspectiva de la figura 1 hacia la derecha. En la representación de la figura 2 se presupone de manera simplificada que el desplazamiento de la armadura 6 que se produce por ello es proporcional de forma lineal a la intensidad de corriente I . Sin embargo, el principio de la invención también es aplicable, aunque no se dé exactamente este caso.
- Con el desplazamiento creciente de la armadura 6 pasa una tira de la placa de soporte 13 detrás de la otra por las barreras de luz. Mediante una comparación de las fases de los impulsos de conteo proporcionados por las barreras de luz, el circuito de regulación 16 reconoce la dirección en la que se mueve la armadura 6, y cada vez que una tira pasa la primera barrera de luz 14, 15, el circuito de regulación 16 incrementa (o disminuye, según la dirección de movimiento registrada) un número, cuyo valor de conteo n es, de esta manera, representativo del recorrido cubierto por la armadura 6 desde su posición de reposo. De esta manera, el valor de conteo n forma una función de etapas del tiempo t representada igualmente en el diagrama de la figura 2.
- Cuando la intensidad de corriente I es lo suficientemente fuerte para poner en contacto el émbolo 11 con la placa de válvula 17 de la unidad de compresor 2, el valor de conteo n ya no sigue creciendo aunque siga aumentando la intensidad de la corriente. Esto se reconoce por el circuito de regulación 16 en un momento definido en la figura 2 con t_1 , en el que la intensidad de la corriente I alcanza un valor $I_{(n_{max})}$, en el que falta un incremento de n a esperar en el caso de actualización de la relación observada hasta ahora entre I y n .
- Según una primera configuración, la libertad de movimiento de la armadura 6, medida en etapas

de dicho contador, es un número entero N predefinido de manera fija y almacenado en el circuito de regulación 16. Al sobrescribir el circuito de regulación el valor de conteo correspondiente al contacto del émbolo 11 con la placa de válvula 17 con el número N , se consigue una calibración de la medición de la posición: los límites del intervalo de movimiento permitido de la armadura 6 se corresponden respectivamente con un valor de conteo de 0 o N . Mediante conteo ascendente o descendente de las tiras registradas por la barrera de luz, según la dirección de movimiento de la armadura 6, el circuito de regulación 16 "conoce" en cada momento el lugar de la armadura 6.

De acuerdo con una segunda configuración, el circuito de regulación reduce la intensidad de corriente I en los bobinados 5 a partir del momento t_1 , hasta una inversión de sus signos de polaridad, y cuenta mientras tanto en dirección opuesta las tiras que pasan la barrera de luz, de forma ascendente desde cero. Esto ocurre hasta que de nuevo un aumento de la magnitud de la intensidad de la corriente ya no conlleve otro aumento del nivel del contador. El nivel del contador N obtenido de este modo representa de esta forma un valor de medición de la libertad de movimiento real de la armadura 6; se utiliza de la misma manera que la que se indicó anteriormente para el valor de conteo N predefinido de forma fija y que a continuación se explica de forma más detallada.

Los diagramas de la figura 3 ilustran el comienzo del régimen oscilatorio del compresor lineal. El diagrama central muestra esquemáticamente la evolución temporal de la posición de la armadura 6 y sus puntos de inversión teóricos, el diagrama superior e inferior muestran respectivamente la evolución temporal de las cantidades de cargas Q^+ , Q^- de semiondas positivas y negativas de una corriente de excitación emitida desde el circuito de regulación 16 a los bobinados 5.

Para poner ahora en marcha el movimiento oscilatorio de la armadura 6, el circuito de regulación determina en un primer momento la posición de la armadura que se corresponde con el valor de conteo $N/2$ como punto medio del movimiento oscilatorio. La posición de reposo original de la armadura se corresponde entonces con un valor de conteo denominado n_0 , que va a ser generalmente diferente a $N/2$. En el momento t_2 en la figura 3, el circuito de regulación comienza a estimular el movimiento oscilatorio. Para aumentar paulatinamente la amplitud de la oscilación se predefinen puntos de inversión teóricos u^+ , u^- para la oscilación de la armadura, que se alejan de $N/2$ a lo largo del tiempo de forma simétrica, por ejemplo, como funciones lineales del tiempo $u^+ = N/2 + a(t-t_2)$, $u^- = N/2 - a(t-t_2)$ para adoptar finalmente valores estacionarios $N-\varepsilon$ o ε , como se representa en el diagrama central de la figura 3. A este respecto, ε representa una distancia de seguridad de pocos pasos de contador, que sirve para evitar de forma segura un choque del émbolo con un limitador durante el funcionamiento estacionario. Un proceso típico del movimiento de la armadura se representa como curva p en el diagrama central de la figura 3. En el momento t_2 , la armadura 6 se encuentra claramente por debajo de la curva u^+ de la posición de inversión superior. Por lo tanto, el circuito de regulación 16 alimenta inicialmente los bobinados sólo con semiondas positivas, para elevar la armadura. La evolución temporal de la cantidad de carga Q^+ de las semiondas superiores se representa en el diagrama superior de la figura 3; comienza con un valor inicial $Q^+(t_2)$ en el momento t_2 , que es proporcional a la desviación entre la posición de reposo n_0 de la armadura y el punto medio deseado $N/2$, y aumenta con el tiempo t como la posición teórica u^+ del punto de inversión superior. En el momento t_3 , la posición teórica del punto de inversión inferior u^- cruza la posición de reposo n_0 . Ahora, el circuito de regulación 16 comienza a emitir también semiondas negativas. La evolución temporal de su cantidad de cargas Q^- se muestra en el diagrama inferior de la figura 3.

Las cantidades de cargas Q^+ , Q^- aumentan hasta que las realizaciones teóricas u^+ , u^- hayan alcanzado las posiciones finales $N-\varepsilon$ o ε , y de este modo se haya alcanzado el estado de funcionamiento estacionario del compresor lineal. También en este caso, las cantidades de cargas de las semiondas positivas y negativas todavía son diferentes para compensar la desviación entre la posición de reposo n_0 de la armadura 6 influida por la presión del refrigerante en la cámara del compresor y la posición media $N/2$ del movimiento de la armadura.

Si durante el funcionamiento del compresor lineal se enfría el aparato refrigerador y la presión del refrigerante, contra la que actúa la unidad de compresor 2, se reduce, también se desplaza la posición de reposo que ocuparía la armadura 6 con el accionamiento apagado. Esto llevaría, si no se contrarresta, a un desplazamiento hacia la derecha en la figura 1 de todo el movimiento de la armadura y a continuación a un choque del émbolo 11 contra la placa de válvula 17. Al reducir el circuito de regulación 16 la cantidad de carga de las semiondas positivas, cuando registra un movimiento de la armadura por encima del punto de inversión teórico $N-\varepsilon$ y aumenta correspondientemente la cantidad de carga de las semiondas inferiores, se evita tal desplazamiento del movimiento, de tal forma que la unidad de compresor 2 actúa en todo momento con un volumen muerto mínimo, sin que se llegue al choque del émbolo 11 en la cámara del compresor 10.

REIVINDICACIONES

1. Método para el accionamiento de un compresor lineal, que comprende un accionamiento lineal (1) con un bobinado (5) y una armadura (6) desplazable por el campo magnético del bobinado (5) en contra de una fuerza de muelle y una cámara de compresor (10), que está limitada por un émbolo (11) móvil acoplado con la armadura (6), en el que durante el funcionamiento el bobinado (5) se alimenta con una corriente alterna para impulsar un movimiento oscilatorio de la armadura (6), caracterizado por que el bobinado (5) se alimenta antes de la puesta en marcha con una corriente continua (I) con un primer signo de polaridad para desplazar la armadura (6) de una posición de reposo, por que se mide una primera posición final que alcanza la armadura bajo el efecto de la corriente continua (I) y por que durante el funcionamiento se controla la intensidad de la corriente alterna con la que se excita el bobinado, de tal forma que la armadura no alcanza o alcanza con velocidad que disminuye la primera posición final.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el primer signo de polaridad se selecciona de tal manera que el émbolo (11) se acerca hacia una placa de válvula (17) de la cámara de compresor (10).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el bobinado (5) se alimenta antes de la puesta en marcha además con una corriente continua (I) con signo de polaridad opuesto al primer signo de polaridad, por que se mide una segunda posición final, que alcanza la armadura (6) bajo el efecto de la corriente continua (I), y por que durante el funcionamiento se controla la intensidad de la corriente alterna, con la que se excita el bobinado (5), de tal forma que la armadura (6) no alcanza o alcanza con velocidad que disminuye la segunda posición final.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que se calcula una segunda posición final a una distancia predefinida de la primera posición final.
5. Método de acuerdo con una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que se aumenta paulatinamente la intensidad de la corriente continua (I).
6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que durante el aumento de la intensidad de la corriente (I) se mide repetidamente la posición de la armadura (6) y por que se determina como posición final una posición de la armadura (6), de la que la armadura (6) no pasa con otro aumento de la intensidad de la corriente (I).
7. Método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que se determina como posición final una posición de la armadura, en la que la armadura activa un sensor de proximidad.
8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que el sensor de proximidad es una barrera de luz.
9. Método de acuerdo con una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que el movimiento oscilatorio de la armadura (6) se pone en marcha mediante la alimentación del bobinado (5) con una corriente alterna, en la que las cantidades de cargas (Q^+ , Q^-) de las semiondas positivas y negativas aumentan con el paso del tiempo.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3 y la reivindicación 9, caracterizado por que las cantidades de cargas (Q^+ , Q^-) de las semiondas positivas y negativas se regulan de forma separada, para asegurar respectivamente una distancia (ϵ) igual de los dos puntos de inversión del movimiento oscilatorio de la primera o segunda posición final (N, 0).

Fig. 1

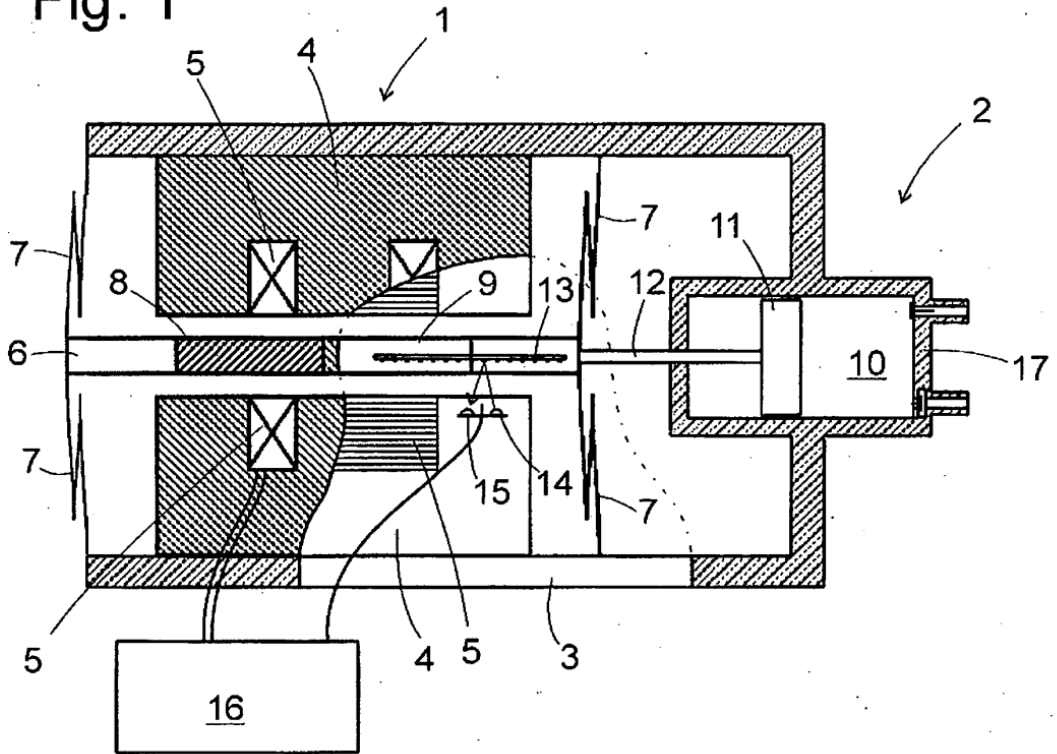


Fig. 2

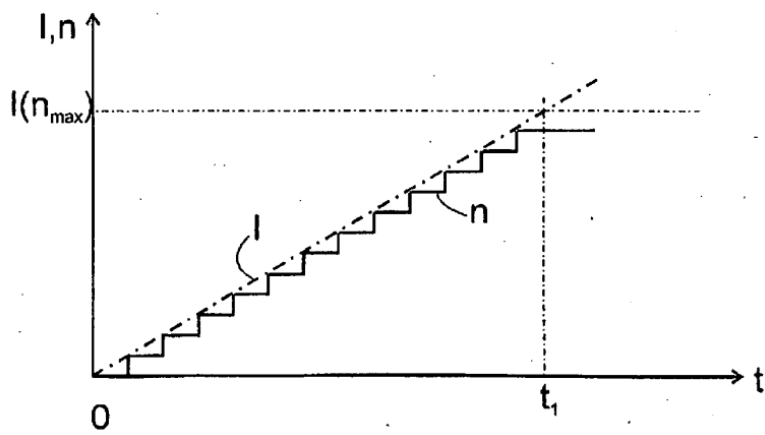


Fig. 3

