

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 491**

51 Int. Cl.:
H02K 33/04 (2006.01)
H02P 25/02 (2006.01)
H02P 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07712011 .1**
96 Fecha de presentación: **11.01.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1992056**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA REGULACIÓN POR PREDICCIÓN DE UN ACCIONAMIENTO LINEAL O BIEN DE UN COMPRESOR LINEAL ASÍ COMO ACCIONAMIENTO LINEAL O BIEN COMPRESOR LINEAL REGULADO POR PREDICCIÓN.**

30 Prioridad:
28.02.2006 DE 102006009259

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.01.2012

73 Titular/es:
**BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE
GMBH
CARL-WERY-STRASSE 34
81739 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
REINSCHKE, Johannes

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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).

ES 2 371 491 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la regulación por predicción de un accionamiento lineal o bien de un compresor lineal así como accionamiento lineal o bien compresor lineal regulado por predicción

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de un accionamiento lineal, que presenta un estator, un rotor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento y una bobina de accionamiento atravesada por una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal, que presenta una carcasa de pistón y un pistón de compresor móvil en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje de pistón, accionado por el accionamiento lineal, así como a un dispositivo que comprende un accionamiento lineal, que presenta un estator, un rotor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento, una bobina de accionamiento atravesada por una corriente de bobina y un medio para la regulación de una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal, que presenta el accionamiento lineal, la carcasa de pistón y un pistón de compresor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de pistón y que puede ser accionado por el accionamiento lineal, así como a un procedimiento para la refrigeración de un producto y/o para la compresión de un fluido.

15 En un compresor lineal, el pistón del compresor móvil en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje entre un primer punto de inversión y un segundo de inversión debe ser alojado o bien guiado en una dirección transversalmente al eje. Además, la energía cinética del pistón del compresor que se mueve en movimiento de ida y vuelta debe almacenarse temporalmente en los puntos de inversión, es decir, en los puntos, en los que se invierte la dirección del movimiento del pistón del compresor, para posibilitar una inversión lo más libre de pérdida posible del pistón del compresor. A través de la inversión de la dirección del movimiento, el pistón del compresor en una carcasa de pistón conduce a un movimiento de ida y vuelta oscilante, esencialmente de traslación. Con la ayuda del movimiento de ida y vuelta se lleva a cabo un proceso de compresión.

25 Durante una conducción del pistón oscilante del compresor, para la consecución de un rendimiento lo más alto posible de compresor se pretende aproximar el pistón del compresor lo más cerca posible de una placa de válvula de la carcasa del pistón, para que e mantenga lo más pequeño posible un volumen muerto formado por la placa de la válvula. No obstante, en este caso, debe evitarse un choque del pistón del compresor en la placa de la válvula, puesto que un choque del pistón del compresor puede conducir a un daño del pistón del compresor o de la placa de la válvula. Además, se puede romper un vástago de pistón para la transmisión de la fuerza entre el pistón del compresor y el accionamiento lineal, lo que conduce de la misma manera a una incapacidad funcional del compresor lineal. Por este motivo, debería mantenerse siempre una distancia de seguridad entre el pistón del compresor y la placa de la válvula.

Por lo tanto, el objetivo es configurar la oscilación del inducido de la manera más uniforme posible y con un volumen muerto lo más pequeño posible delante de la placa de la válvula, sin que el pistón del compresor choque en la placa de la válvula.

35 Los accionamientos lineales conocidos requieren con frecuencia una sincronización exacta de los componentes mecánicos móviles individuales entre sí y requieren un frenado temporal de las partes móviles con el accionamiento lineal, para poder controlar el movimiento con suficiente precisión. No obstante, la sincronización fina del compresor es costosa y el frenado con el accionamiento lineal reduce su rendimiento.

40 En la publicación DE 24 17 443 se publica conectar una corriente de bobina del accionamiento lineal a través de un circuito convertidor (puente H) en fase con oscilación natural del inducido. Se conoce a partir de los documentos WO 01/48379 A1 y US 2003/0021693 A1 medir los instantes, en los que un pistón pasa por una posición predeterminada en la proximidad de un punto de inversión superior. La amplitud de la tensión en la bobina de accionamiento se adapta o bien se regula de acuerdo con la medición del tiempo, predeterminando con la ayuda de un puente H la tensión en la bobina de accionamiento. Los documentos WO 01/71186 A2 y WO 03/081040 A1 describen sensores de posición especiales en compresores lineales. El documento US5980211 publica un compresor lineal con una regulación de la corriente.

45 Por lo tanto, el cometido de la presente invención es indicar un procedimiento para la regulación de un accionamiento lineal o bien de un compresor lineal así como un accionamiento lineal o bien un compresor linear, que comprende este accionamiento lineal, con lo que se puede regular eficientemente de la manera más precisa posible y con medios lo más sencillos posible un movimiento de ida y vuelta de un rotor o bien de un pistón de compresor, de manera que se incrementa en la mayor medida posible el rendimiento que se puede obtener durante el accionamiento o bien durante una compresión.

Además, un cometido es indicar un procedimiento especial para la refrigeración de un producto o bien para la compresión de un fluido, que trabaja de manera fiable y con poca energía con un rendimiento lo más grande posible.

55 Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio del procedimiento para la regulación de un accionamiento lineal o bien de un compresor lineal de acuerdo con la reivindicación 1, y por medio del dispositivo

que comprende un accionamiento lineal o bien un compresor lineal de acuerdo con la reivindicación 13.

Otras configuraciones ventajosas y desarrollos, así como una aplicación para la refrigeración de un producto y/o para la compresión de un fluido, son objeto de las reivindicaciones dependientes respectivas.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención para la regulación de un accionamiento lineal, que presenta un estator, un rotor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento y una bobina de accionamiento atravesada por una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal, que presenta una carcasa de pistón y un pistón de compresor móvil en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje de pistón, accionado por el accionamiento lineal, prevé que la corriente de la bobina sea regulada y, en concreto, de tal forma que la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina sean esencialmente iguales, de manera que durante un proceso de estabilización, se controla la amplitud de la corriente de la bobina.

10 A través de la utilización de la corriente de la bobina como variable de regulación se pueden compensar las oscilaciones de la tensión de la red a través del regulador de la corriente. Por lo tanto, las oscilaciones externas así como internas de la tensión no conducen directamente a una modificación del campo magnético en el accionamiento lineal, con lo que se consigue una precisión mucho más alta durante la conducción del rotor o bien del pistón del compresor. De esta manera se consigue, en particular, una exactitud más alta del posicionamiento, que conduce en conexión con un compresor lineal a un rendimiento mejorado en virtud de un volumen muerto reducido para un fluido comprimible. El control mejorado del movimiento permite, por ejemplo, reducir la distancia de seguridad entre un pistón de compresor y una placa de válvula en el compresor lineal, y las influencias de interferencia de baja frecuencia sobre la oscilación del inducido o bien del pistón, que proceden de oscilaciones en el circuito de refrigeración, son muy lentas en comparación con un periodo de oscilación y se pueden corregir a través de una adaptación correspondiente de la regulación de la corriente.

En el procedimiento, se pueden tener en cuenta también procesos de estabilización, para que la diferencia entre la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina se mantenga pequeña también en los transientes eléctricos por ejemplo en fases de corriente.

25 En el procedimiento, la corriente real de la bobina se utiliza como variable de regulación y se compara con una corriente teórica. El resultado de esta comparación se alimenta en forma de una diferencia de regulación a un miembro de regulación, con lo que la corriente real de la bobina se adapta a la corriente teórica de la bobina. A través de esta regulación de la corriente se evita con seguridad un accionamiento a contra fase. A través de la evitación de un accionamiento a contra fase se excluye un frenado del movimiento de ida y vuelta a través del accionamiento lineal. Como consecuencia, el movimiento del accionamiento lineal es más eficiente y un compresor lineal que utiliza este accionamiento lineal se puede accionar con un rendimiento más elevado.

En un desarrollo, se determina una corriente teórica de la bobina en función de una posición real momentánea y/o futura del rotor o bien del pistón del compresor. La posición real se puede detectar tanto con relación al rotor como también con relación al pistón del compresor con la ayuda de medios de detección correspondientes.

35 La posición real momentánea y/o futura del rotor o bien del pistón del compresor se puede determinar en función de los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10 periodos de oscilación.

40 Por ejemplo, el movimiento de ida y vuelta del rotor o bien del pistón del compresor se detecta con la ayuda de un sensor de posición y se pronostican los puntos de inversión que existen en el futuro inmediato, es decir, los puntos, en los que se invierte la dirección de movimiento del rotor o bien del pistón del compresor, con la ayuda de un promedio del movimiento sobre los últimos 5 periodos de oscilación.

45 De manera alternativa, se anticipa la posición real futura teniendo en cuenta una tendencia del movimiento de ida y vuelta sobre los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10 periodos de oscilación. En esta configuración se tiene en cuenta al mismo tiempo, por ejemplo, una reducción o un aumento de una amplitud de la oscilación o bien del pistón del compresor para determinar la posición real futura, como por ejemplo un punto de inversión en el lado de la placa de la válvula. Si este punto de inversión anticipado en el lado de la placa de la válvula está demasiado próximo a la placa de la válvula, se puede corregir el movimiento todavía en el momento oportuno a través de la influencia de la corriente teórica de la bobina y se puede impedir un choque del pistón del compresor en la placa de la válvula.

50 De manera más ventajosa, se anticipa una corriente real potencial futura de la bobina y se regula la corriente teórica momentánea de la bobina teniendo en cuenta la previsión. De esta manera, la regulación de adelanta al futuro, con lo que se reduce la probabilidad de una desviación incontrolada del movimiento de ida y vuelta con respecto a un patrón de movimiento deseado. Por ejemplo, de esta manera, se puede reconocer con antelación y se puede corregir oportunamente una corriente excesiva de la bobina, que podría tener como consecuencia un daño de la bobina de accionamiento.

55 En una configuración especial, el procedimiento comprende las siguientes etapas del procedimiento: detección de un primer instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un lugar durante su

movimiento de ida; detección de un segundo instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante del primer lugar en su movimiento de vuelta; detección de un tercer instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un segundo lugar, desplazado a lo largo del eje con respecto al primer lugar, en su movimiento de ida; detección de un cuarto instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un segundo lugar, desplazado a lo largo del eje con respecto al primer lugar, en su movimiento de vuelta; cálculo de una posición real momentánea y/o futura del rotor y/o del pistón del compresor por medio de interpolación y/o extrapolación a partir de los instantes; comparación de la posición real calculada con una curva de movimiento teórica predeterminada, y activación del rotor y/o del pistón del compresor de acuerdo con el resultado de la comparación. Este tipo de activación se puede aplicar, en principio, también en otras regulaciones de la corriente, en particular, también cuando no está prevista ninguna corriente de la bobina, sino una regulación de la tensión de la bobina.

A través de la utilización de al menos dos lugares, en los que se detecta, respectivamente, el instante del movimiento de ida y vuelta, se puede detectar un movimiento asimétrico del rotor o bien del pistón del compresor, por ejemplo una oscilación sinusoidal distorsionada en forma de sierra y se tiene en cuenta durante la regulación. Una consideración de formas de oscilación asimétricas eleva la determinación exacta de la posición de los puntos de inversión. De esta manera, se puede conseguir una conducción especialmente estrecha de la corriente real de la bobina en la corriente teórica de la bobina. Por ejemplo, se detectan los instantes con la ayuda de dos barreras ópticas.

La interpolación y/o extrapolación se puede realizar con la ayuda de funciones de aproximación, en particular funciones circulares, como funciones de coseno y seno, polinomios o esplines. También se puede utilizar una lógica, que aprende, con la ayuda de la historia del movimiento, el comportamiento de movimiento del rotor o bien del pistón del compresor y puede realizar manifestaciones correspondientes sobre el comportamiento del movimiento futuro. Con la ayuda de las funciones de aproximación se puede reconstruir la posición del rotor o bien del pistón del compresor como función del tiempo, se puede determinar y/o se puede predecir, pudiendo calcularse especialmente la posición del primero y del segundo punto de inversión así como los tiempos, en los que estos puntos son recorridos. En la práctica, en los compresores lineales es especialmente útil el conocimiento lo más exacto posible de la posición del punto de inversión del lado de la placa de la válvula.

De manera más ventajosa, el cálculo se realiza con la ayuda de una primera función de aproximación, en particular de una función circular con una primera fase, frecuencia y/o amplitud, para el movimiento de ida del rotor o bien del pistón del compresor y de una segunda función de aproximación especialmente de una segunda función circular con un segunda fase, frecuencia y/o una amplitud, para el movimiento de vuelta del rotor o bien del pistón del compresor.

A través del tratamiento separado del movimiento de ida y vuelta se puede tener en cuenta de una manera sencilla una forma de oscilación asimétrica. Las formas de oscilación asimétrica aparecen en compresores lineales a través del trabajo mecánico ejecutado en un fluido a comprimir, puesto que durante la compresión se ejecuta trabajo, que no se conduce de nuevo al pistón del compresor en virtud de la apertura de una válvula del lado de la conexión de la presión del compresor lineal.

A través de la consideración de funciones de aproximación asimétricas, como se pueden construir, por ejemplo, a través de la yuxtaposición de de una primera y de una segunda función de aproximación respectivas simétricas por sí, se incrementa adicionalmente la exactitud en la determinación de la posición real del rotor o bien del pistón del compresor.

En principio, también se pueden detectar otros instantes, en los que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de otros lugares, y se pueden tener en cuenta en la regulación. A través de una utilización de otros lugares de apoyo, se puede determinar con mayor precisión la posición real del rotor o bien del pistón del compresor.

En una configuración ventajosa, se conmuta la corriente de la bobina con la ayuda de un puente H. Un puente H es un circuito convertidor y comprende, en general, cuatro transistores, que están dispuestos en forma de H. Con la ayuda del puente H se puede conmutar con precisión una corriente. Por ejemplo, de esta manera se puede controlar o bien regular la corriente con un control PWM (PWM: modulación de la anchura del impulso).

Una bobina de accionamiento se puede activar con una señal rectangular, de manera que especialmente la relación de exploración temporal (Duty Cycle) está en un intervalo de 73 % a 87 %, en particular en un intervalo de 78 % a 82 %. Por relación de exploración se entiende la duración del estado conectado de la bobina de accionamiento con respecto a la duración total de los periodos.

La corriente teórica de la bobina puede ser esencialmente rectangular. En el caso de inversión de la dirección del movimiento se conecta adicionalmente, en particular, la corriente teórica de la bobina y se desconecta de nuevo después de un recorrido en un intervalo de 91 % a 98 %, en particular en el intervalo de 87 % a 93 %. En este caso, la amplitud de la corriente teórica de la bobina se adapta de manera más ventajosa a través de dos reguladores-I (respectivamente, uno para un movimiento de ida y uno para un movimiento de vuelta, que corresponde en

compresores lineales a una semionda de compresión y una semionda de expansión), de manera que los puntos de inversión calculados coinciden lo mejor posible con los valores teóricos asociados.

En una configuración especial, durante el proceso de estabilización se controla la amplitud de la corriente de la bobina de tal manera que se incrementa de forma monótona, con preferencia de forma lineal, pasando especialmente un funcionamiento controlado a un funcionamiento regulado, tan pronto como la amplitud de la corriente y/o la amplitud de la oscilación del movimiento de ida y vuelta del rotor y/o del pistón del compresor excede un valor predeterminado.

En este caso, se regula especialmente en primer lugar a un primer punto de inversión y a continuación a un segundo punto de inversión del movimiento de vaivén. A través de un tratamiento separado en cuanto a la técnica de regulación de los puntos de inversión se garantiza una fiabilidad especialmente alta en la transición del funcionamiento controlado al funcionamiento regulado.

A través de un comportamiento de arranque de este tipo se puede transferir el movimiento del rotor o bien del pistón del compresor son seguridad y fiabilidad a un funcionamiento regulado estacionario.

El dispositivo de acuerdo con la invención que comprende un accionamiento lineal, que presenta un estator, un rotor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento, una bobina de accionamiento atravesada por una corriente de bobina y un medio para la regulación por predicción de una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal, que presenta el accionamiento lineal, una carcasa de pistón y un pistón de compresor móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de pistón y que puede ser accionado por el accionamiento lineal, prevé que con el medio para la regulación por predicción de la corriente de la bobina se pueda regular la corriente de la bobina y, en concreto, de tal manera que la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina son esencialmente iguales, de manera que durante un proceso de estabilización se controla la amplitud de la corriente de la bobina.

Una regulación de este tipo proporciona una alta exactitud de posicionamiento del rotor o bien del pistón del compresor, incluso cuando tensiones de la red ejercen una influencia sobre la tensión de funcionamiento y de esta manera permite un movimiento especialmente controlado del rotor o bien del pistón del compresor. De esta manera, se puede accionar un compresor lineal con un rendimiento más elevado y, por lo tanto, con mayor ahorro de energía que hasta ahora.

De manera más ventajosa, el medio para la regulación de la corriente de la bobina presenta al menos una de las siguientes características ($\beta 1$) a ($\beta 4$): ($\beta 1$) está previsto un medio para la previsión de una corriente real futura de la bobina y la corriente real momentánea de la bobina es regulable teniendo en cuenta la previsión; ($\beta 2$) está previsto un medio para la determinación de una corriente teórica de la bobina y se puede determinar una corriente teórica de la bobina en función de una posición real momentánea y/o futura del rotor o bien del pistón del compresor; ($\beta 3$) está previsto un medio para la previsión de una corriente real futura de la bobina, con la que se puede determinar la posición real momentánea y/o futura del rotor o bien del pistón del compresor en función de los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación; ($\beta 4$) está previsto un medio (para la previsión de una corriente real futura de la bobina, con la que se puede anticipar la posición real futura teniendo en cuenta una tendencia del movimiento de ida y vuelta del rotor y/o del pistón del compresor sobre los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación.

En este caso son ventajosas combinaciones discrecionales de las características ($\beta 1$) a ($\beta 4$), siendo preferida, sin embargo, una combinación de las características ($\beta 1$) con ($\beta 2$) así como ($\beta 1$), ($\beta 2$), ($\beta 3$) y ($\beta 1$) y ($\beta 3$).

En una configuración especial de la invención, el dispositivo comprende, además, un primer medio de detección para la detección de un primer instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un primer lugar en su movimiento de ida, y para la detección de un segundo instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueve por delante del primer lugar durante su movimiento de vuelta, un segundo medio de detección para la detección de un tercer instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un segundo lugar a lo largo del eje, desplazado con respecto al primer lugar, en su movimiento de ida, y para la detección de un cuarto instante, en el que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante del segundo lugar a lo largo del eje, desplazado con respecto al primer lugar, en su movimiento de ida, un medio de cálculo para el cálculo de una posición momentánea y/o futura del rotor y/o del pistón del compresor por medio de interpolación o bien extrapolación a partir de los instantes momentáneos y/o pasados, un medio de comparación para la comparación de la posición calculada con una curva de movimiento predeterminada, y un medio de control para el control del rotor y/o del pistón del compresor de acuerdo con el resultado de la comparación.

Esta modificación se puede aplicar, en principio, también a otras regulaciones, como por ejemplo regulaciones de la tensión, es decir, también a tipos de regulaciones, que no prevén ninguna igualación de la corriente real de la bobina a la corriente teórica de la bobina

5 A través de un reacoplamiento de este tipo se dan dos posiciones de anclaje fijas dentro de una carrera máxima del inducido y se miden los tiempos, en los que el inducido recorre las posiciones. En este caso, de manera más ventajosa, una posición de medición se encuentra en la proximidad de un punto de inversión del lado de trabajo, es decir, por ejemplo, en el caso de un compresor lineal en el lado de la placa de la válvula, de la oscilación del inducido o bien de la oscilación del pistón. Con el dispositivo se puede detectar o bien predeterminar con mayor precisión el movimiento del rotor o bien del pistón del compresor y se puede configurar un funcionamiento del dispositivo con el accionamiento lineal o bien con el compresor lineal con un rendimiento más alto.

10 Con la ayuda de estos otros medios de detección se puede detectar con mayor exactitud la posición real del rotor o bien del pistón del compresor y, por lo tanto, se puede regular mejor el movimiento, pero otros medios de detección elevan la complejidad del dispositivo así como del algoritmo de regulación.

De manera más ventajosa, está previsto un puente H para la conexión de la corriente de la bobina. Con la ayuda del puente H se pueden conectar con precisión incluso corrientes comparativamente grandes de varios amperios de intensidad.

15 La regulación prevé de manera más ventajosa una relación de exploración (Duty Cycle) en un intervalo de 73 % a 87 %, en particular en un intervalo de 78 % a 82 %.

20 Se ha mostrado que la posición del punto de inversión oscila tanto menos cuanto mayor se selecciona la relación de exploración. No obstante, la relación de exploración debe ser inferior a 1, puesto que la corriente real de la bobina no sigue perfectamente la corriente teórica de la bobina en la corriente teórica y requiere un cierto tiempo para la estabilización o bien la amortiguación espontánea. Este tiempo de estabilización o bien de amortiguación espontánea depende de la magnitud del salto de la corriente teórica de la bobina, de la tensión de funcionamiento (rectificada) del puente H, de la inductividad y de la resistencia óhmica de la bobina de accionamiento así como de los parámetros del regulador de la corriente. Una relación de exploración temporal de aproximadamente 80 % es ventajosa, puesto que aquí se encuentra un compromiso favorable entre los dos efectos contradictorios.

25 El medio de cálculo puede presentar un medio de promedio, con el que se puede determinar una posición real momentánea y/o futura en función de los 2 a 20, en particular 4 a 10 periodos de oscilación. En este caso, a partir de las oscilaciones pasadas se genera un comportamiento de movimiento típico, con el que se pueden extrapolar las oscilaciones al futuro. En este caso, se determinan en particular las posiciones de los puntos de inversión. A través de un promedio se pueden reducir los errores de medición durante la determinación de los instantes o bien durante la determinación de la posición del rotor o bien del pistón del compresor. El promedio permite una previsión más exacta de las posiciones futuras de los puntos de inversión.

30 El dispositivo puede ser un frigorífico, en particular un frigorífico y/o un congelador o una instalación de climatización, como por ejemplo una instalación de climatización para un automóvil.

En un desarrollo, están previstos otros medios de detección para la detección de otros instantes, en los que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de otro lugar en un movimiento de ida y vuelta.

35 De manera más ventajosa, al menos uno de los medios de detección para la detección de los instantes, en los que el rotor y/o el pistón del compresor se mueven por delante de un lugar durante su movimiento de ida, está dispuesto en un lugar entre 20 % y 10 %, en particular entre 17 % y 12 %, de la distancia entre los puntos de inversión delante de su punto de inversión. Cuanto más cerca está dispuesto el medio de detección de los puntos de inversión, con tanto mayor exactitud se puede determinar la posición del punto de inversión. No obstante, si el medio de detección se encuentra demasiado cerca de un punto de inversión, se detecta demasiado tarde el movimiento del rotor o bien del pistón del compresor durante el proceso de estabilización y no se puede realizar ya a tiempo la regulación, para evitar un choque. Se ha mostrado que es ventajoso disponer el medio de detección especialmente a una distancia del 15 % entre los dos puntos de inversión delante de un punto de inversión, para obtener un equilibrio compensado entre los dos aspectos.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención para la refrigeración y/o para la compresión de un fluido utiliza el dispositivo de acuerdo con la invención y/o el procedimiento de regulación de acuerdo con la invención. En virtud de la eficiencia incrementada durante la regulación del accionamiento lineal o bien del compresor lineal y del rendimiento incrementado implicado con ello en el funcionamiento se pueden realizar de manera especialmente sencilla y eficiente el procedimiento para la refrigeración de un producto o bien para la compresión de un fluido, de manera que el producto se refrigera de manera activa, fiable y económica de energía con un alto rendimiento o bien el fluido se comprime de manera activa, fiable y económica de energía con un alto rendimiento.

Otros detalles ventajosos y configuraciones especiales se explican en detalle con la ayuda del dibujo siguiente, que no debe limitar la invención, sino que solamente debe ilustrarla a modo de ejemplo.

Se muestra de forma esquemática lo siguiente:

La figura 1 muestra un dispositivo de acuerdo con la invención en una vista en sección, que está configurado como compresor lineal.

La figura 2 muestra un frigorífico que comprende un dispositivo de acuerdo con la invención según la figura 1.

5 La figura 3 muestra un diagrama de flujo para un compresor lineal o bien un accionamiento lineal de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra un periodo y medio de oscilación de un movimiento de ida y vuelta de un rotor o bien de un pistón de compresor.

10 La figura 5 muestra un gráfico, en el que se muestra el desarrollo temporal de la posición real de un rotor o bien de un pistón de compresor, de la corriente real de la bobina o bien de la corriente teórica de la bobina en el estado estabilizado.

La figura 6 muestra un gráfico, en el que se muestra una curva temporal simulada de la posición real de un rotor o bien de un pistón de compresor, de la corriente de la bobina regulada 7 de la corriente de la bobina no regulada (es decir, controlada) durante el proceso de estabilización.

15 La figura 7 muestra un grafo, que representa de forma más detallada la curva del tiempo de la posición real según la figura 6 en el punto de inversión superior durante el proceso de estabilización.

La figura 8 muestra un grafo, que representa de forma más detallada la curva del tiempo de la posición real según la figura 6 en el punto de inversión inferior durante el proceso de estabilización.

La figura 9 muestra un grafo, que representa con alta resolución temporal la curva del tiempo durante el proceso de estabilización.

20 La figura 1 muestra un dispositivo 1 de acuerdo con la invención en una vista en sección con un accionamiento lineal 2, que acciona un compresor lineal 3 para la compresión de un fluido 32 en forma de gas. El fluido 32 puede ser un refrigerante, que es alimentado a una fase de licuación (no representada). El accionamiento lineal 2 comprende un estator 4, en el que es móvil en movimiento de ida y vuelta un rotor 5 a lo largo de un eje de accionamiento 9. El rotor 5 presenta imanes (no mostrados), que son activados con la ayuda de una bobina de accionamiento 6.

25 El accionamiento lineal 2 está conectado a través de un vástago de pistón 27 con un pistón de compresor 8, que es móvil 3en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje de pistón 33 en una carcasa de pistón 7. El vástago de pistón 27 presenta dos acoplamientos 26 configurados como lugares estrechos, que sirven para impedir una inclinación lateral del pistón del compresor 8. Los acoplamientos 26 pueden absorber flexiones que actúan transversalmente al vástago de pistón 27.

30 El pistón del compresor 8 es alojado con la ayuda de una pared de la carcasa 28 que presenta orificios 29 lateralmente, es decir, en una dirección transversal al eje del pistón 33, siendo comprimido un fluido, preparado con la ayuda de una alimentación 30, a través de los orificios 29. A través de la corriente de fluido que sale desde los orificios 29 se forma un colchón de gas delante de la pared de la carcasa 28, que mantiene al pistón del compresor 8 a distancia delante de la pared de la carcasa 28 y lo aloja sin contacto. En general, de esta manera se forma un cojinete de presión de gas.

35

40 La posición real del pistón del compresor 8 o bien los instantes, en los que el pistón del compresor 8 se mueve por delante de un primer lugar 11 o bien de un segundo lugar, se determina con la ayuda de un medio de detección 14 para la detección de un primer instante y de un segundo instante y con la ayuda de un medio de detección 15 para la detección de un tercer instante y de un cuarto instante, siendo el primero y el tercer instantes los instantes, en los que el pistón del compresor 8 se mueve durante su movimiento de ida por delante del lugar 11, 12 respectivo, y el segundo y el cuarto instantes con aquellos instantes, en los que el pistón del compresor 4 se mueve en su movimiento de vuelta por delante de los lugares 11, 12 respectivos. Otro medio de detección 23 sirve para determinar el instante, en el que el pistón del compresor 4 se mueve por delante de otro lugar 24.

45 El pistón del compresor 8 se mueve oscilante en movimiento de ida y vuelta entre un primer punto de inversión 21 y un segundo punto de inversión 22. Los puntos de inversión están dispuestos en + 10 mm y en -10 mm. Los medios de detección 14, 15 están dispuestos en + 7 mm y en -7 mm, respectivamente, es decir, en cada caso 3 mm delante del punto de inversión 21, 22 respectivo. La bobina de accionamiento 6 es regulada por un medio 10 para la regulación de la corriente de la bobina con la ayuda de un puente H 19, siendo regulada, con la ayuda de un medio 13 para la previsión de una corriente real futura de la bobina la corriente teórica momentánea de la bobina teniendo en cuenta la previsión. Con la ayuda de un medio 34 para la determinación de una corriente teórica de la bobina se determina una corriente teórica de la bobina en función de una posición real momentánea y/o prevista para el futuro del rotor 5 o bien del pistón del compresor 8. Con la ayuda del medio 13 para la previsión de una corriente real futura de la bobina se determina la posición real momentánea y/o futura del rotor 45 o bien del pistón del compresor 8 en

50

- función de los 5 últimos periodos de oscilación. Con la ayuda de un medio de cálculo 16 para el cálculo de una posición momentánea y/o futura del rotor 5 y/o del pistón del compresor 8 se determina la posición momentánea y/o futura del roto 5 y/o del pistón del compresor por medio de interpolación o bien extrapolación a partir de los instantes momentáneos y/o pasados. Un medio de comparación 17 compara posiciones reales calculadas con una curva teórica de movimiento predeterminada. La curva de movimiento predeterminada predetermina, en particular, los puntos de inversión máximos 21, 22 del rotor 5 o bien del pistón del compresor 8 para evitar un choque del pistón del compresor 8 en una placa de válvula (no representada). Un medio de control 18 activa el rotor 5 y/o el pistón del compresor 8 de acuerdo con el resultado de la comparación.
- La figura 2 muestra un aparato de refrigeración 20 utilizando el dispositivo 2 de acuerdo con la invención para la refrigeración de productos 25. A través de la alta precisión posible de esta manera durante la regulación de los movimientos de vuelta del rotor 5 o bien del pistón del compresor 8 se puede reducir en una medida considerable un volumen muerto en un compresor lineal 3, con lo que el rendimiento del aparato de refrigeración 20 se puede incrementar en una medida considerable. Por consiguiente, se pueden refrigerar productos 25 de una manera eficiente, económica de energía, fiable y activa.
- La figura 3 muestra un esbozo de conexiones de un dispositivo 1 de acuerdo con la invención con un rectificador 21, un puente H 19, el medio de comparación 17, el medio de detección 14 para la detección del primer instante y del segundo instante, el medio de detección 15 para la detección del tercer instante y del cuarto instante, en los que el rotor 5 en el estator 4 se mueve por delante de un primer lugar 11 y por delante de un segundo lugar 12 durante su movimiento de ida y vuelta.
- La figura 4 muestra un periodo y medio de oscilación de una posición real 35 de un pistón de compresor 8 durante el movimiento de ida y vuelta y muestra las variables utilizadas a continuación. La oscilación propiamente dicha del inducido es detectada de acuerdo con la técnica de medición, y este resultado de medición es alimentado a un regulador de posición, el regulador de posición genera una señal de la corriente teórica (corriente teórica a través de la bobina de excitación del accionamiento lineal – identificada en la figura con I_{soll}), que se realiza por medio de un regulador de la corriente (controlado PWM) en combinación con un puente H (circuito convertidor) como miembro de ajuste (es decir, que la corriente real I_{ist} y la corriente teórica I_{soll} coinciden aproximadamente). Los lugares de medición de la posición del inducido están designados con x_1 y x_2 , los instantes de medición con t_0 a t_4 , los valores de posición del inducido en el punto de inversión inferior y en el punto de inversión superior con x_{min} y x_{max} . El inducido alanza los puntos de inversión inferior y superior, respectivamente, en los instantes T_0 a T_2 .
- Dentro del algoritmo de regulación, la posición del inducido debe describirse como función del tiempo, $x(t)$, aproximadamente para la semionda de compresión y la semionda de expansión, respectivamente, a través de una semionda de coseno.

Semionda de compresión

$$x(t) = -\frac{(x_{max} - x_{min})}{2} \cos\left(\frac{\pi}{(T_1 - T_0)}(t - T_0)\right) + \frac{(x_{max} + x_{min})}{2} \quad \text{für } T_0 \leq t \leq T_1.$$

Ecuación 1

Semionda de expansión

$$x(t) = \frac{(x_{max} - x_{min})}{2} \cos\left(\frac{\pi}{(T_2 - T_1)}(t - T_1)\right) + \frac{(x_{max} + x_{min})}{2} \quad \text{für } T_1 \leq t \leq T_2$$

Ecuación 2

Tomando como base la relación $(t_1 - T_0)/(T_0 - t_0) = (t_2 - t_1)/(t_4 - t_3)$ se obtiene para las posiciones de los puntos de inversión:

$$x_{min} = \frac{x_1 - x_2 + x_1 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_3 - t_2)}{t_4 - t_0}\right) - x_2 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_4 - t_1)}{t_4 - t_0}\right)}{\cos\left(\frac{\pi \cdot (t_3 - t_2)}{t_4 - t_0}\right) - \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_4 - t_1)}{t_4 - t_0}\right)}$$

Ecuación 11

$$x_{\max} = \frac{x_2 - x_1 + x_1 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_3 - t_2)}{t_4 - t_0}\right) - x_2 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_4 - t_1)}{t_4 - t_0}\right)}{\cos\left(\frac{\pi \cdot (t_3 - t_2)}{t_4 - t_0}\right) - \cos\left(\frac{\pi \cdot (t_4 - t_1)}{t_4 - t_0}\right)}$$

Ecuación 12

5 Como posiciones de medición se han seleccionado $x_1 = -7,0$ mm y $x_2 = +7,0$ mm. Los valores teóricos para la posición máxima del inducido x_{\max} (= punto de inversión superior) y la posición mínima del inducido x_{\min} (= punto de inversión inferior) han sido predeterminadas con $L_{\max} = +9,78$ mm y $L_{\min} = -9,7$ mm.

10 En la figura 5 se representan la posición real simulada 35, es decir, la posición del inducido, la corriente teórica de la bobina 36 y la corriente real "idealizada" de la bobina 37 como función del tiempo. La corriente real de la bobina se designa "idealizada" porque las oscilaciones de frecuencia elevada de la corriente real de la bobina, en virtud de la modulación de la anchura del impulso utilizada en el regulador de la corriente real, están contenidas en la representación. Se ha simulado o bien calculado la corriente real (idealizada) de la bobina 37 a partir de la corriente teórica de la bobina 26, suponiendo que el regulador de corriente es un regulador-I sencillo. En el experimento real se ha observado que, con la oscilación regulada del inducido, el punto de inversión superior ha oscilado tanto menos, cuanto mayor se ha seleccionado la relación de exploración a (*duty cycle*). Pero la relación de exploración debe ser inferior a 1, puesto que hay que tener en cuenta que la corriente real de la bobina 37 no sigue perfectamente la corriente teórica de la bobina 36 durante el salto de la corriente teórica, sino que necesita un cierto tiempo para la estabilización o bien la amortiguación espontánea. Este tiempo de estabilización o bien de amortiguación espontánea depende de la magnitud del salto de la corriente teórica, de la tensión de funcionamiento (rectificada) del puente H, de la inductividad y de la resistencia óhmica de la bobina de accionamiento así como de los parámetros del regulador de la corriente. Una relación de exploración (temporal) 'a' de aproximadamente 80 %, como se ha utilizado en la figura 5, se ha revelado como especialmente ventajosa, porque se cumple el requerimiento descrito "largo", pero no "demasiado largo" en general.

25 La figura 6 muestra un proceso de estabilización simulado. En este caso, en el diagrama superior se representa la posición del inducido sobre el tiempo y debajo se representa la corriente de la bobina sobre el tiempo así como la llamada corriente regulada de la bobina (aquí se distingue entre corriente regulada de la bobina y corriente no regulada, es decir, controlada, de la bobina, lo que se explicará en detalle a continuación.

Durante los primeros 2 segundos no se regula la corriente, sino que se controla. En este caso, durante los primeros segundos se eleva la amplitud de la señal teórica de la corriente rectangular linealmente sobre el tiempo hasta que se alcanza un valor positivo de la amplitud de la corriente de +4,5 A y un valor negativo de la amplitud de la corriente de -3,0 A. Con el incremento de la corriente de la bobina se eleva la amplitud de la oscilación de inducido.

30 Para $1,0 \text{ s} < t < 2,0 \text{ s}$, se mantiene constante la amplitud de la corriente (controlada). En este caso, se eleva adicionalmente la amplitud de la oscilación del inducido (aunque no ya tan fuerte como anteriormente) hasta aproximadamente $t = 1,6 \text{ s}$. Con aproximadamente $t = 1,4 \text{ s}$, la amplitud de la oscilación del inducido es tan grande que ambas posiciones de medición x_1 y x_2 son pasadas por el inducido.

35 Para $t > 1,6 \text{ s}$, la oscilación del inducido en el funcionamiento controlado está en el estado estacionario, y ambas posiciones de medición x_1 y x_2 son pasadas por el inducido. De esta manera, se dan las condiciones previas para la conmutación a un funcionamiento regulado. Con $t = 2,0 \text{ s}$ se conmuta al funcionamiento regulado. En este caso, los valores positivos y negativos de la amplitud de la corriente (de +4,5 A y -3,0 A) son asumidos en primer lugar por el funcionamiento controlado. Solamente se lleva a cabo una "adaptación de las fases" de la señal de la corriente a la oscilación del inducido, de manera que la señal de la corriente actúa siempre en la dirección del movimiento del inducido, es decir, que no se frena eléctricamente. Esto puede tener como consecuencia que la amplitud de la oscilación del inducido no sea muy rápida después de la conmutación desde el modo controlado al modo regulado. En la figura 6, éste es el caso principalmente en la proximidad del punto de inversión superior. Para evitar un choque del pistón en la placa de la válvula, para $2,0 \text{ s} < t < 3,0 \text{ s}$, el valor teórico para x_{\max} no se coloca inmediatamente en el valor final de $L_{\max} = +9,8$ mm, sino en +9,5 mm. En cambio, para el valor teórico de x_{\min} se aplica inmediatamente a partir de la conexión de la regulación (con $t = 2,0 \text{ s}$) el valor de $L_{\min} = -9,7$ mm. A partir de $t = 3,0 \text{ s}$ se coloca el valor teórico para x_{\max} en el valor final de x_1 y $L_{\max} = +9,8$ mm. Se alcanza un funcionamiento regulado estabilizado aproximadamente a partir de $t = 4,0 \text{ s}$.

50 En las figuras 8 y 9 se representan las curvas de tiempo de la posición real en el punto de inversión superior y en el punto de inversión inferior durante el proceso de estabilización. La figura 9 muestra la curva del tiempo con alta resolución temporal.

5 Como se puede reconocer a partir de las figuras 7 a 9, en el estado estabilizado p(para $t > 4,0$ s), se pierden fácilmente los valores teóricos de $L_{max} = +9,8$ mm y $L_{min} = -9,7$ mm. Esto se debe a que la aproximación por medio de dos funciones de coseno no es ideal y, por lo tanto, los puntos de inversión calculados por medio de la ecuación 11 y la ecuación 12 se desvían de la realidad. Pero estas desviaciones, que pueden ser provocadas por la selección de las funciones de aproximación, se puede reducir opcionalmente, utilizando funciones de aproximación con más "parámetros de sincronización" o bien parámetros de ajuste.

10 El proceso de conmutación desde el modo controlado al modo regulador con $t = 2$, s se representa en la figura 9 con alta resolución de tiempo. La posición real 35, es decir, la carrera real simulada del inducido, es de forma sinusoidal y la corriente teórica 36 es de forma rectangular. En el caso de conmutación con $t = 2,0$ s –con amplitud positiva y negativa de la señal teórica de la corriente de forma rectangular- la señal teórica de la corriente se lleva con la oscilación del inducido "en fase", es decir, que la fuerza electromagnética que procede de la corriente sobre el inducido actúa a partir del instante de conmutación siempre en la dirección del movimiento (natural) del inducido. Éste no es el caso anteriormente en el modo controlado, como se puede reconocer en la figura. A continuación, se modifican poco a poco los dos valores de la amplitud teórica de la corriente (por medio de dos reguladores-I), de manera que el punto de inversión superior y el punto de inversión inferior de la oscilación del inducido aproximan sus valores teóricos respectivos.

20 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de un accionamiento lineal 2, que presenta un estator 4, un rotor (5) móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento 9 y una bobina de accionamiento 6 atravesada por una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal 3, que presenta una carcasa de pistón 7 y un pistón de compresor 8 móvil en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje de pistón 33, accionado por el accionamiento lineal 2, en el que la corriente de la bobina es regulada y, en concreto, de tal forma que la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina son esencialmente iguales; así como a un dispositivo (1) adecuado para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención y a un procedimiento para la refrigeración de productos 25 y/o para la compresión de un fluido 32, que utiliza el dispositivo 1 de acuerdo con la invención o el procedimiento de regulación de acuerdo con la invención. La invención se caracteriza porque la regulación del movimiento de ida y vuelta del rotor 5 o bien del pistón del compresor 8 se puede controlar de manera eficiente y precisa con medios sencillos, sin que sea necesaria una instalación de detección costosa.

Lista de signos de referencia

- 30 1 Dispositivo
- 2 Accionamiento lineal
- 3 Compresor lineal
- 4 Estator
- 5 Rotor
- 6 Bobina
- 35 7 Carcasa de pistón
- 8 Pistón de compresor
- 9 Eje de accionamiento
- 10 Medios para la regulación de la corriente de la bobina
- 11 Primer lugar
- 40 12 Segundo lugar
- 13 Medios para la previsión futura de la bobina
- 14 Medios de detección para la detección de un primer instante y de un segundo instante
- 15 Medios de detección para la detección de un tercer instante y de un cuarto instante
- 16 Medios de cálculo
- 45 17 Medios de comparación
- 18 Medios de control
- 19 Puente H
- 20 Aparato de refrigeración
- 21 Primer punto de inversión
- 50 22 Segundo punto de inversión
- 23 Otro medio de detección
- 24 Otro lugar
- 25 Productos
- 26 Acoplamiento
- 55 27 Vástago de pistón
- 28 Pared de la carcasa
- 29 Orificios
- 30 Alimentación
- 31 Rectificador
- 60 32 Fluido
- 33 Eje de pistón

- 34 Medio para la determinación de una corriente teórica de la bobina
- 35 Posición real simulada
- 36 Posición teórica de la bobina
- 37 Corriente real de la bobina

5

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la regulación por predicción de un accionamiento lineal (2), que presenta un estator (4), un rotor (5) móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento (9) y una bobina de accionamiento (6) atravesada por una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal (3), que presenta una carcasa de pistón (7) y un pistón de compresor (8) móvil en movimiento de ida y vuelta a lo largo de un eje de pistón (33), accionado por el accionamiento lineal (2), caracterizado porque la corriente de la bobina es regulada y, en concreto, de tal forma que la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina son esencialmente iguales, de manera que durante un proceso de estabilización, se controla la amplitud de la corriente de la bobina.
- 10 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se determina una corriente teórica de la bobina en función de una posición real momentánea y/o futura del rotor (5) o bien del pistón de compresor (8).
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque la posición real momentánea y/o futura del rotor (5) o bien del pistón del compresor (8) se determina en función de los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación.
- 15 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque la posición real futura se anticipa teniendo en cuenta una tendencia del movimiento de ida y vuelta durante los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se anticipa una corriente real de la bobina potencial futura y se regula la corriente teórica momentánea de la bobina teniendo en cuenta la previsión.
- 20 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por las siguientes etapas:
- detección de un primer instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un lugar (11) durante su movimiento de ida,
 - detección de un segundo instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante del primer lugar (11) en su movimiento de vuelta,
 - 25 - detección de un tercer instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un segundo lugar (12), desplazado a lo largo del eje (9, 33) con respecto al primer lugar (11), en su movimiento de ida,
 - detección de un cuarto instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un segundo lugar (12), desplazado a lo largo del eje (9, 33) con respecto al primer lugar (11), en su movimiento de vuelta,
 - 30 - cálculo de una posición real momentánea y/o futura del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) por medio de interpolación y/o extrapolación a partir de los instantes,
 - comparación de la posición real calculada con una curva de movimiento teórica predeterminada, y
 - activación del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) de acuerdo con el resultado de la comparación.
- 35 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la interpolación y/o extrapolación se realizan con la ayuda de funciones de aproximación, en particular funciones de circuito como funciones de coseno o de seno, polinomios y esplines.
- 40 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el cálculo se realiza con la ayuda de una primera función de aproximación, en particular de una primera función circular, con una primera fase, frecuencia y/o amplitud, para el movimiento de ida del rotor (5) o bien del pistón del compresor (8) y de una segunda función de aproximación, en particular de una segunda función circular con una segunda fase, frecuencia y/o amplitud, para el movimiento de vuelta del rotor (5) o bien del pistón del compresor (8).
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, caracterizado porque se detectan otros instantes, en los que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de otros lugares (24) y se tienen en cuenta en la regulación.
- 45 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la corriente de la bobina se conmuta con la ayuda de un puente H (19).
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la bobina de accionamiento (6) es activada con una señal rectangular, de manera que especialmente la relación de exploración temporal está en un intervalo de 73 % a 87 %, en particular en un intervalo de 78 % a 82 %.

- 12.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque durante el proceso de estabilización, se controla la amplitud de la corriente de la bobina de tal manera que se incrementa de forma monótona, con preferencia lineal, pasando, en particular, un funcionamiento controlado a un funcionamiento regulado, tan pronto como la amplitud de la corriente y/o la amplitud de la oscilación del movimiento de ida y vuelta del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) excede un valor predeterminado, de manera que se regula, en particular, en primer lugar a un primer punto de inversión y a continuación a un segundo punto de inversión del movimiento de ida y vuelta.
- 13.- Dispositivo (1) que comprende un accionamiento lineal (2), que presenta un estator (4), un rotor (5) móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de accionamiento (9), una bobina de accionamiento (6) atravesada por una corriente de bobina y un medio (10) para la regulación por predicción de una corriente de bobina, en particular para un compresor lineal (3), que presenta el accionamiento lineal (2), una carcasa de pistón (7) y un pistón de compresor (8) móvil en movimiento de ida y vuelta allí a lo largo de un eje de pistón (33) y que puede ser accionado por el accionamiento lineal (2), caracterizado porque con el medio (10) para la regulación por predicción de la corriente de la bobina se puede regular la corriente de la bobina y, en concreto, de tal manera que la corriente real de la bobina y la corriente teórica de la bobina son esencialmente iguales, de manera que durante un proceso de estabilización se controla la amplitud de la corriente de la bobina.
- 14.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el medio (10) para la regulación de la corriente de la bobina presenta al menos una de las siguientes características ($\beta 1$) a ($\beta 4$):
- ($\beta 1$) está previsto un medio (13) para la previsión de una corriente real futura de la bobina y la corriente real momentánea de la bobina es regulable teniendo en cuenta la previsión;
- ($\beta 2$) está previsto un medio (34) para la determinación de una corriente teórica de la bobina y se puede determinar una corriente teórica de la bobina en función de una posición real momentánea y/o futura del rotor (5) o bien del pistón del compresor (8);
- ($\beta 3$) está previsto un medio (13) para la previsión de una corriente real futura de la bobina, con la que se puede determinar la posición real momentánea y/o futura del rotor (5) o bien del pistón del compresor (8) en función de los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación;
- ($\beta 4$) está previsto un medio (13) para la previsión de una corriente real futura de la bobina, con la que se puede anticipar la posición real futura teniendo en cuenta una tendencia del movimiento de ida y vuelta del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) sobre los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación.
- 15.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, que comprende, además:
- un primer medio de detección (14) para la detección de un primer instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un primer lugar (11) en su movimiento de ida, y para la detección de un segundo instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueve por delante del primer lugar (11) durante su movimiento de vuelta,
 - un segundo medio de detección (15) para la detección de un tercer instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un segundo lugar (12) a lo largo del eje (9, 33), desplazado con respecto al primer lugar (11), en su movimiento de ida, y para la detección de un cuarto instante, en el que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante del segundo lugar (12) a lo largo del eje (9, 33), desplazado con respecto al primer lugar (11), en su movimiento de ida,
 - un medio de cálculo (16) para el cálculo de una posición momentánea y/o futura del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) por medio de interpolación o bien extrapolación a partir de los instantes momentáneos y/o pasados,
 - un medio de comparación (17) para la comparación de la posición calculada con una curva de movimiento predeterminada, y
 - un medio de control (18) para el control del rotor (5) y/o del pistón del compresor (8) de acuerdo con el resultado de la comparación.
- 16.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por otros medios de detección (23) para la detección de otros instantes, en los que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de otro lugar (24) durante un movimiento de ida y vuelta, respectivamente.
- 17.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 16, caracterizado porque está previsto un puente H (19) para la conmutación de la corriente de la bobina.

- 18.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 17, caracterizado porque la regulación prevé una relación de exploración temporal en un intervalo de 73 % a 87 %, en particular en un intervalo de 78 % a 82 %.
- 5 19.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 18, caracterizado porque el primer lugar (11) y/o el segundo lugar (12) se encuentran en la proximidad de los puntos de inversión (21, 22) del movimiento de ida y vuelta, en particular en un intervalo de 73 % a 87 %, con preferencia en un intervalo de 78 % a 82 %, de la amplitud del movimiento de ida y vuelta.
- 10 20.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 19, caracterizado porque el medio de cálculo presenta un medio de promedio, con el que se puede determinar una posición real futura en función de los últimos 2 a 20, en particular 4 a 10, periodos de oscilación.
- 21.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 20, caracterizado porque es un aparato de refrigeración (20), en particular, un frigorífico y/o un congelador o una instalación de climatización.
- 15 22.- Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 13 a 21, caracterizado porque al menos uno de los medios de detección (14, 15) para la detección de los instantes, en los que el rotor (5) y/o el pistón del compresor (8) se mueven por delante de un lugar (11, 12) durante su movimiento de ida, está dispuesto en un lugar entre 20 % y 10 %, en particular entre 17 % y 12 %, de la distancia entre los puntos de inversión (21, 22) delante de su punto de inversión (21, 22).
- 20 23.- Procedimiento para la refrigeración de un producto (25) y/o para la compresión de un fluido (32), caracterizado porque utiliza un dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 21 y/o aplica un procedimiento de regulación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.

Fig. 1

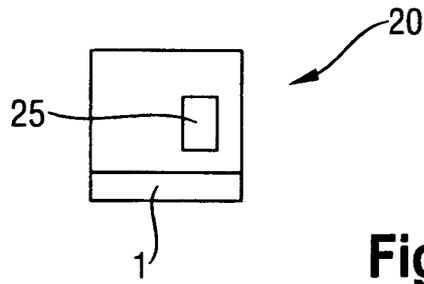
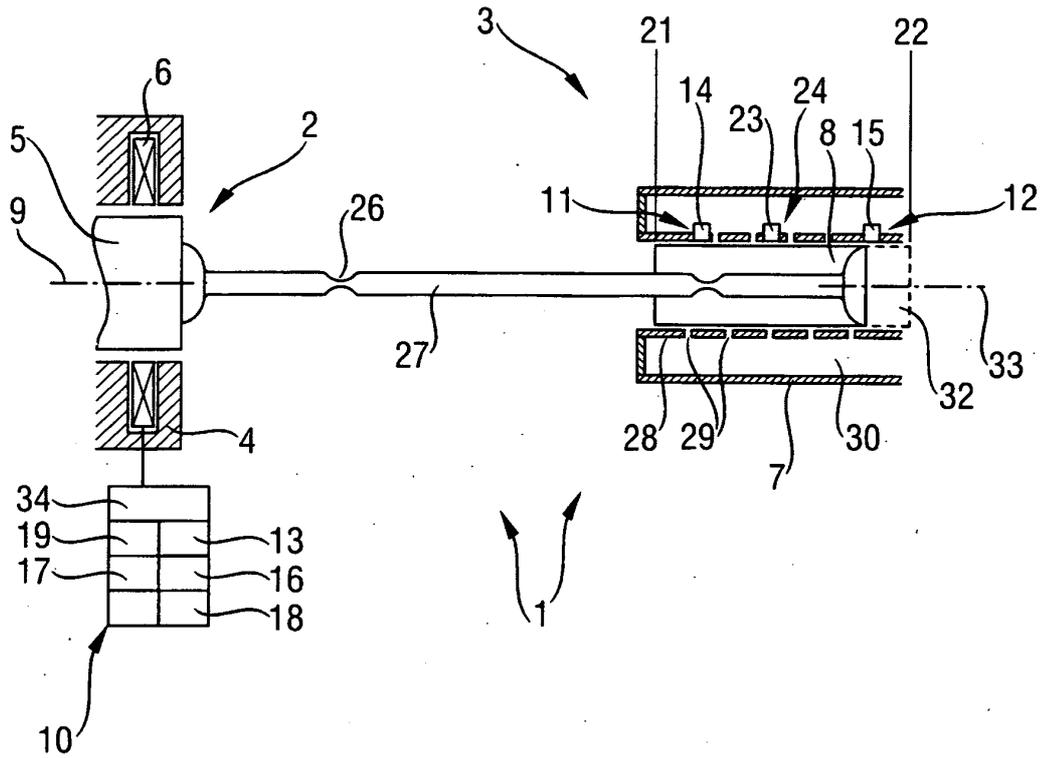


Fig. 2

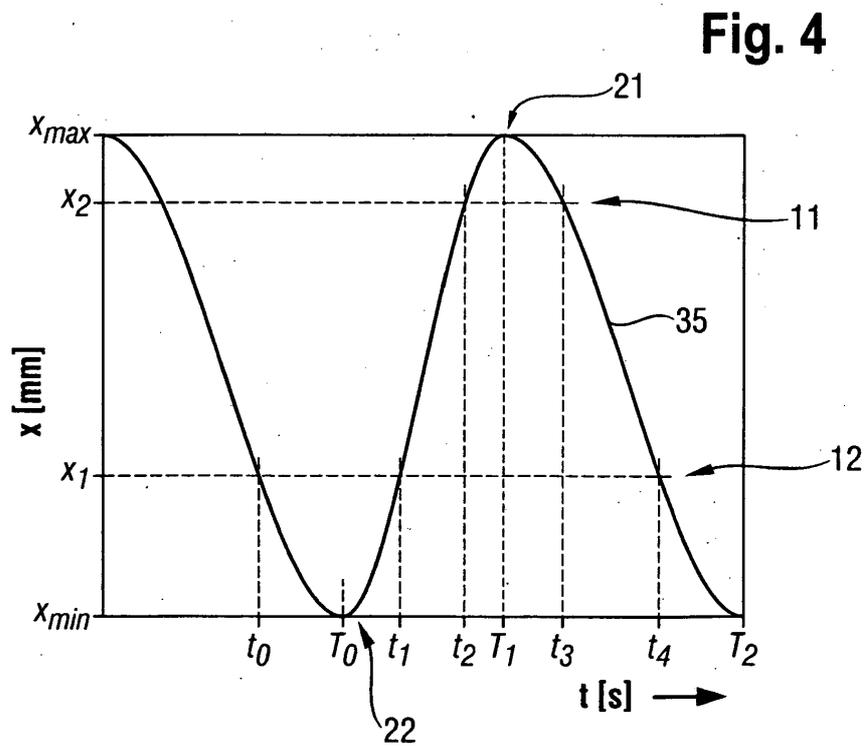
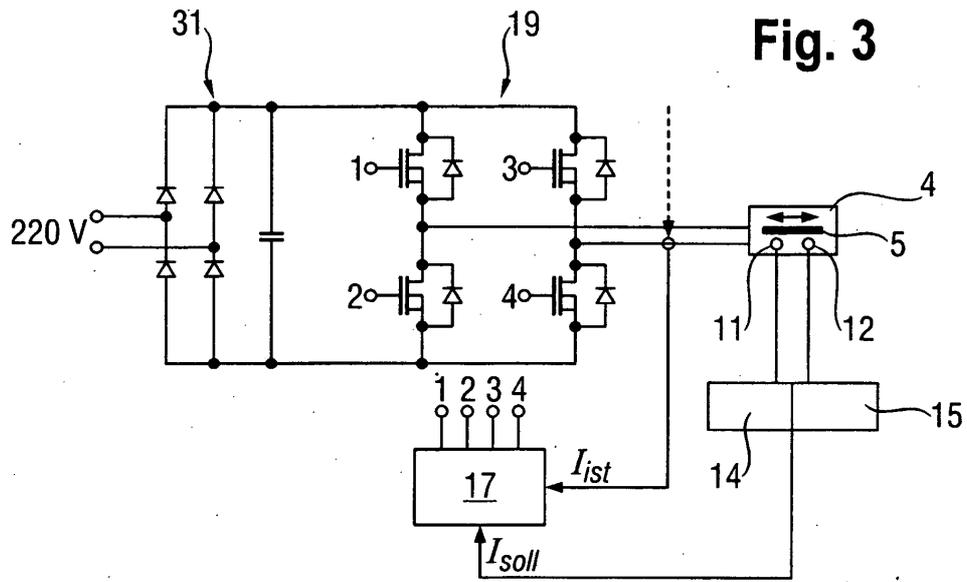


Fig. 5

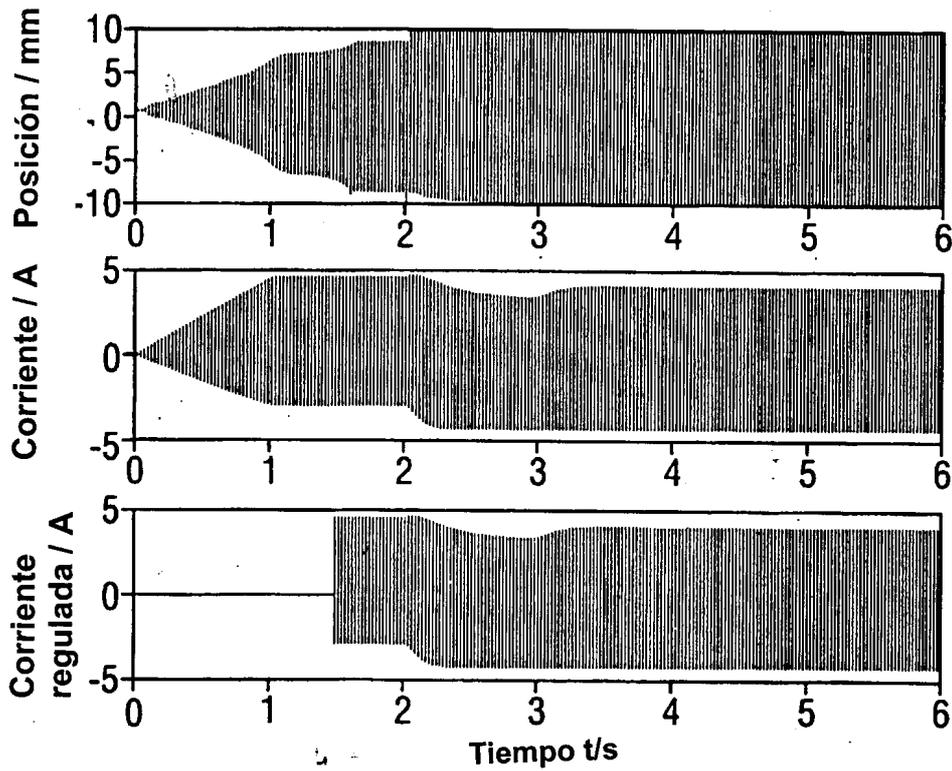
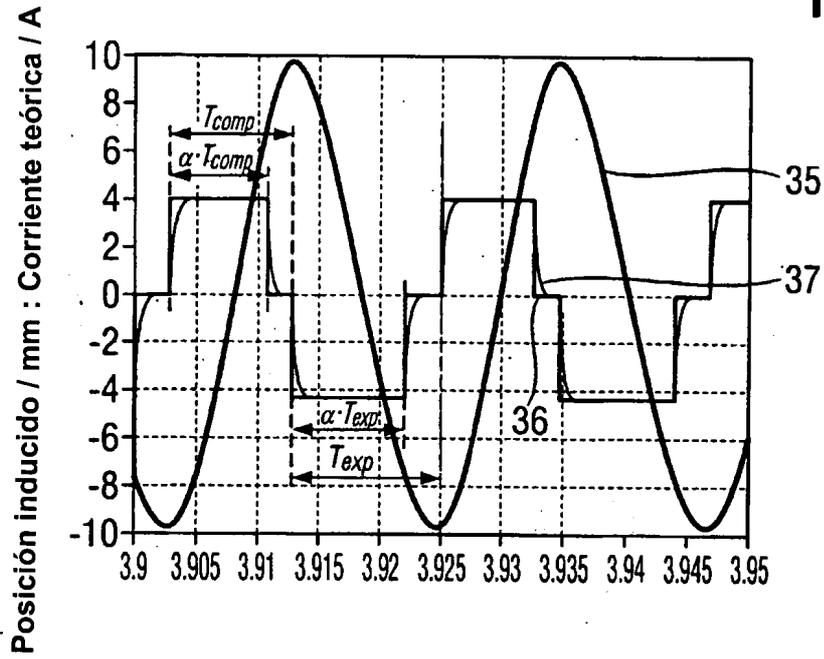


Fig. 6

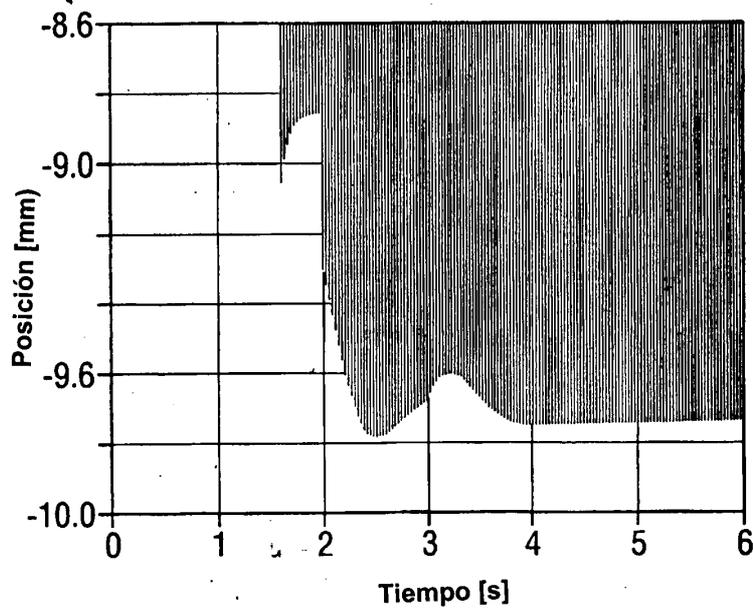
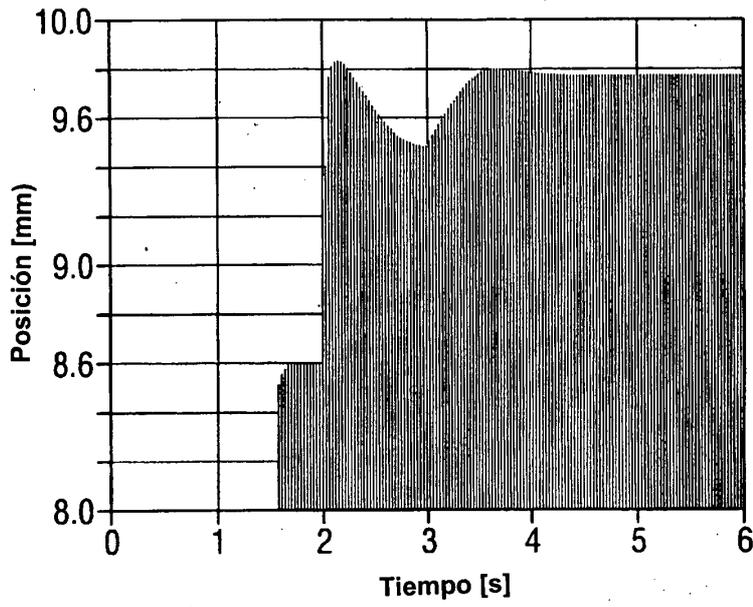


Fig. 9

