

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 563**

51 Int. Cl.:

F04B 17/04 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2010 E 10831795 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2503149**

54 Título: **Compresor lineal**

30 Prioridad:

18.11.2009 KR 20090111586

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

07.10.2015

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-dong Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR**

72 Inventor/es:

**HU, JIN SEOK;
PARK, SHIN HYUN;
KIM, YONG TAE;
KIM, YOUNG GEUL;
LEE, HOON BONG y
KANG, KYE LYONG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 563 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

Compresor lineal

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un compresor lineal, y más concretamente, a un compresor lineal que puede realizar la modulación de la capacidad de enfriamiento natural, incluso si se elimina un condensador conectado a un motor.

Técnica anterior

10 En general, en un compresor se proporciona un motor que es un aparato mecánico para recibir potencia de un aparato de generación de potencia, tal como un motor eléctrico, una turbina, etc., y comprimir el aire, refrigerante u otros diversos gases de funcionamiento para elevar una presión. El motor se ha utilizado ampliamente en aplicaciones domésticas tales como neveras, acondicionadores de aire, etc., y su aplicación se ha expandido a toda la industria.

15 Concretamente, los compresores se clasifican grosso modo en un compresor alternativo en el que se define un espacio de compresión para aspirar y descargar un gas de funcionamiento entre un pistón y un cilindro de modo que el pistón pueda oscilar linealmente en el cilindro para comprimir un refrigerante, un compresor rotativo en el que se define un espacio de compresión para aspirar y descargar un gas de funcionamiento entre un rodillo de giro excéntrico y un cilindro de modo que el rodillo se pueda girar excéntricamente a lo largo de la parte interior del cilindro para comprimir un refrigerante, y un compresor de espiras en el que se define un espacio de compresión para aspirar y descargar un gas de funcionamiento entre una espira que orbita y una espira fija de modo que la espira que orbita pueda girar a lo largo de la espira fija para comprimir el refrigerante.

20 Recientemente, se ha desarrollado activamente entre los compresores alternativos un compresor lineal que no sólo mejora la eficiencia de compresión sino que asimismo tiene una estructura sencilla. En concreto, el compresor lineal no tiene pérdidas mecánicas provocadas por una conversión de movimiento ya que un pistón se conecta directamente a un motor de accionamiento que oscila linealmente.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo de control de motor utilizado en un compresor lineal convencional.

25 Como se ilustra en la FIG. 1, el dispositivo de control de motor incluye una unidad de rectificación que tiene un puente de diodo 11 que recibe, rectifica y emite una potencia de CA que es una potencia comercial y un condensador C1 que suaviza la tensión rectificadora, una unidad de inversor 12 que recibe una tensión de CC, que convierte la tensión de CC en una tensión de CA de acuerdo con una señal de control de una unidad de control 17, y suministra la tensión de CA a una unidad de motor, unidad de motor que tiene un motor 13 y un condensador C2 conectado en serie con el motor 13, una unidad de detección de tensión 14 que detecta una tensión en ambos extremos del condensador C1, una unidad de detección de corriente 15 que detecta un flujo de corriente a través de la unidad de motor, una unidad de operación 16 que opera una fuerza electromotriz opuesta (EMF) a partir de la tensión detectada por la unidad de detección de tensión 14 y la corriente detectada por la unidad de detección de corriente 15, y una unidad de control 17 que genera una señal de control reflejando la EMF opuesta de la unidad de operación 16 y la corriente detectada por la unidad de detección de corriente 15.

35 En el compresor lineal convencional mostrado en la FIG. 1, se necesita espacio y costes adicionales debido a que el condensador C2 conectado en serie con el motor 13 está dispuesto en el compresor lineal. Además, aunque las características de modulación de la capacidad de enfriamiento basándose en la carga se determinan por la capacidad del condensador C2, en la técnica anterior, no es fácil cambiar la capacidad del condensador C2. Además, la preparación y conexión selectiva de una pluralidad de condensadores provoca dificultades en términos de coste, espacio, y diseño.

40 La FIG. 2 es un gráfico que muestra cambios de una carrera y una tensión de entrada del motor de la FIG. 1. En el compresor lineal convencional, si se elimina el condensador C2 de un modo sencillo, como se muestra en la FIG. 2, un fenómeno en el que una tensión aplicada al motor se reduce, es decir, ocurre un fenómeno de salto cerca del punto muerto superior (PMS), de modo que es imposible la modulación de la capacidad de enfriamiento (bajo funcionamiento de carrera). En el gráfico de la FIG. 2, cuanto más próximo a 0,00, más próximo al PMS.

45 **Descripción**

Problema técnico

Un objeto de la presente invención es proporcionar un compresor lineal que pueda controlar la modulación de la capacidad de enfriamiento, incluso si se elimina un condensador conectado a un motor del compresor lineal.

50 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un compresor lineal que pueda controlar una velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento natural de acuerdo con una capacidad de carga.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un compresor lineal que pueda evitar un fenómeno de salto de carrera durante su operación de control.

Solución técnica

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un compresor lineal que incluye: un elemento fijo que tiene un espacio de compresión en el mismo; un elemento móvil que oscila linealmente en el elemento fijo para comprimir un refrigerante aspirado en el interior del espacio de compresión; uno o más muelles dispuestos para soportar elásticamente el elemento móvil en el sentido de movimiento del elemento móvil; un motor conectado al elemento móvil para hacer oscilar linealmente el elemento móvil en el sentido axial; y una unidad de control del motor que realiza la modulación de la capacidad de enfriamiento mediante la oscilación del elemento móvil de acuerdo con una carga, al controlar una tensión de CA aplicada al motor de modo que una carrera del elemento móvil pueda ser proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor.

Además, la carrera del elemento móvil puede ser proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor al menos en la proximidad cercana al punto muerto superior del elemento móvil.

15 Además, la unidad de control del motor puede incluir una unidad de operación de atenuación que atenúa un efecto de inductancia de una bobina del motor mediante el uso de una corriente que fluye a través del motor.

Adicionalmente, la unidad de control del motor incluye una unidad de rectificación que recibe potencia de CA y emite una tensión de CC, una unidad de inversor que recibe la tensión de CC, convierte la tensión de CC a una tensión de CA de acuerdo con una señal de control, y suministra la tensión de CA al motor, una unidad de detección de corriente que detecta una corriente que fluye entre el motor y la unidad de inversor, y una unidad de control que integra la corriente de la unidad de detección de corriente, opera una tensión de atenuación multiplicando el valor integrado por una constante ($1/Cr$), genera una señal de control para producir una tensión de CA que corresponde a una diferencia entre la tensión establecida y la tensión de atenuación, y aplica la señal de control a la unidad de inversor.

Además, la constante ($1/Cr$) puede ser variable.

25 Además, la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento del compresor se puede cambiar variando la constante ($1/Cr$).

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar un compresor lineal que incluye un elemento fijo que tiene un espacio de compresión en el mismo, un elemento móvil dispuesto en el elemento fijo para comprimir un refrigerante aspirado en el interior del espacio de compresión; uno o más muelles dispuestos para soportar elásticamente el elemento móvil, y un motor conectado al elemento móvil para hacer oscilar linealmente el elemento móvil en el sentido axial; incluyendo el procedimiento: una primera etapa de aplicar al motor una tensión inicial preestablecida; una segunda etapa de calcular una primera tensión de atenuación con una corriente producida por la aplicación de la tensión inicial preestablecida; una tercera etapa de calcular una primera tensión requerida que corresponde a una diferencia entre la tensión inicial y la tensión de atenuación; una cuarta etapa de aplicar al motor la tensión requerida calculada; una quinta etapa de calcular una segunda tensión de atenuación con una corriente producida por la aplicación de la tensión requerida calculada; una sexta etapa de calcular una segunda tensión requerida que corresponde a una diferencia entre la tensión inicial y la segunda tensión de atenuación; y una séptima etapa de aplicar al motor la segunda tensión requerida.

40 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un dispositivo de control de motor de un compresor lineal que incluye: una unidad de rectificación que recibe potencia de CA y emite una tensión de CC; una unidad de inversor que recibe la tensión de CC, convierte la tensión de CC a una tensión de CA de acuerdo con una señal de control, y suministra la tensión de CA a un motor; el motor accionado por la tensión de CA aplicada por la unidad de inversor; una unidad de detección de corriente que detecta una corriente que fluye entre el motor y la unidad de inversor; y una unidad de control que integra la corriente de la unidad de detección de corriente, opera una tensión de atenuación multiplicando el valor integrado por una constante ($1/Cr$), genera una señal de control para producir una tensión de CA que corresponde a una diferencia entre la tensión establecida y la tensión de atenuación, y aplica la señal de control a la unidad de inversor.

Efectos ventajosos

50 De acuerdo con la presente invención, incluso si se elimina el condensador conectado al motor del compresor lineal, se puede controlar la modulación de la capacidad de enfriamiento, lo que es ventajoso en espacio y coste del compresor.

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, es posible realizar una modulación fácil y rápida controlando la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento natural de acuerdo con la capacidad de carga. Además, de

acuerdo con la presente invención, es posible evitar el fenómeno de salto de carrera durante la operación de control del compresor lineal

Descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo de control de motor utilizado en un compresor lineal convencional.

5 La FIG. 2 es un gráfico que muestra cambios de una carrera y una tensión de entrada del motor de la FIG. 1.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de la estructura de control de un compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 4 es una vista de circuito de un ejemplo de control de una unidad de control de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista de estructura del compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

10 La FIG. 6 es un gráfico que muestra cambios de una carrera y una tensión de entrada de un motor en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 7 es un gráfico que muestra cambios de una capacidad de enfriamiento y una carga en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 8 es un gráfico que muestra tensiones del compresor lineal de acuerdo con la presente invención

15 **Modo de la invención**

En lo que sigue, se describirán en detalle modos de realización ejemplares de la presente invención con referencia los dibujos adjuntos.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de la estructura de control de un compresor lineal de acuerdo con la presente invención y la FIG. 4 es una vista de circuito de un ejemplo de control de una unidad de control de la FIG. 3.

20 Como se ilustra en la FIG. 3, la estructura de control del compresor lineal incluye una unidad de rectificación 21 que recibe, rectifica, suaviza, y emite potencia de CA que es potencia comercial, una unidad de inversor 22 que recibe una tensión de CC, convierte la tensión de CC a una tensión de CA de acuerdo con una señal de control de una unidad de control 25, y suministra la tensión de CA a un motor 23, incluyendo el motor 23 una bobina L, una unidad de detección de corriente 24 que detecta una corriente que fluye entre el motor 23 y la unidad de inversor 22 o una corriente que fluye a través de la bobina L en el motor 23, una unidad de control 25 que opera una tensión de aplicación del motor Vmotor que se va a aplicar al motor 23, basándose en la corriente detectada por la unidad de detección de corriente 24, genera una señal de control correspondiente, y aplica la señal de control a la unidad de inversor 22, y una unidad de detección de tensión 26 que detecta la magnitud de la tensión de CC de la unidad de rectificación 21. No obstante, en esta estructura de control, la estructura para suministrar una tensión requerida a la unidad de control 25, la unidad de detección de corriente 24, la unidad de detección de tensión 26, etc. es obvia para el experto en la técnica a la que pertenece la presente invención, y por tanto se omitirá una descripción de la misma.

30 La unidad de rectificación 21 se compone de un puente de diodo que realiza una función general de rectificación, un condensador que suaviza la tensión rectificada, y así sucesivamente.

35 La unidad de inversor 22, que es unos medios para recibir una tensión de CC, generar una tensión de CA, y aplicar la tensión de CA al motor 23, incluye un elemento IGBT que es un elemento de conmutación, una unidad de control de puerta que enciende/apaga el elemento IGBT de acuerdo con una señal de control de la unidad de control 25, y así sucesivamente. La unidad de inversor 22 es fácilmente reconocible por un experto en la técnica a la cual pertenece la presente invención, y por tanto se omitirá una descripción de la misma.

40 El motor 23 incluye la bobina L como un motor general de otras estructuras mecánicas pero no incluye un condensador a diferencia de la técnica anterior.

La unidad de detección de corriente 24 es un elemento para detectar una corriente que fluye a través de una línea conductora entre la unidad de inversor 22 y el motor 23, o una corriente que fluye en la bobina L del motor 23. La unidad de detección de tensión 26 es un elemento para detectar una tensión de CC emitida por la unidad de rectificación 21.

45 Aquí, la unidad de detección de tensión 26 puede detectar toda la tensión de CC o una tensión de CC reducida en una cierta magnitud.

La unidad de control 25 genera una señal de control para aplicar una tensión de aplicación Vin preestablecida al motor 23 y aplica la señal de control a la unidad de inversor 22, si recibe un comando de inicio del compresor lineal procedente del

exterior o recibe potencia comercial de CA. Como resultado, la unidad de inversor 22 genera una tensión de CA que corresponde a la tensión de aplicación V_{in} y aplica la tensión de CA al motor 23.

Debido a la aplicación de esta tensión de CA, la unidad de detección de corriente 24 detecta una corriente I que fluye de la unidad de inversor 22 al motor 23 o una corriente I que fluye a través de la bobina L del motor 23.

5 La unidad de control 25 recibe la corriente I de la unidad de detección de corriente 24 y realiza el procesamiento mostrado en la FIG. 4.

La unidad de control 25 incluye un integrador 25a que integran la corriente I de la unidad de detección de corriente 24, un atenuador 25b que opera una tensión de atenuación V_c multiplicando el valor integrado por una constante $1/Cr$, y una
10 unidad de operación 25c que opera una diferencia entre la tensión de aplicación V_{in} establecida y la tensión de atenuación V_c . La tensión de aplicación V_{in} de este modo de realización, que corresponde a la tensión aplicada por la unidad de inversor en el compresor convencional, es fija o variable de acuerdo con el algoritmo de control del compresor lineal.

El integrador 25a y el atenuador 25b corresponden a la unidad de operación de atenuación que atenúa el efecto de inductancia de la bobina L del motor, utilizando la corriente I que fluye a través del motor 23. Esto es, en este modo de
15 realización, como no hay un condensador conectado a la bobina L del motor 23, el efecto de inductancia de la bobina L se reduce controlando la tensión de aplicación V_{motor} del motor aplicada al motor 23.

Además, la constante $1/Cr$ utilizada en el atenuador 25b se puede ajustar de modo fijo o variable de acuerdo con el tamaño de la bobina L del motor 23. Por ejemplo, cuando se establece que una frecuencia de resonancia LC que sea igual a una frecuencia de resonancia mecánica del compresor, la constante $1/Cr$ se puede determinar en correspondencia.
20 O, si se establece que la frecuencia de resonancia LC es mayor o menor que la frecuencia de resonancia mecánica del compresor, la constante $1/Cr$ se puede determinar en correspondencia.

Como tal, tras operar la tensión de aplicación del motor V_{motor} , la unidad de control 25 genera una señal de control para permitir que la unidad de inversor 22 aplique la tensión de aplicación del motor V_{motor} operada al motor 23 y aplique la
25 señal de control a la unidad de inversor 22. Esto es, la unidad de control 25 permite que la corriente I detectada se realimente a la tensión de aplicación del motor V_{motor} , de modo que el funcionamiento del motor 23 se pueda controlar en un estado en el que el condensador no está conectado al motor 23. En la presente invención, como la fuerza electromotriz opuesta (EMF) se refleja a la corriente I y se realimenta, no es necesario considerarla separadamente. A continuación, la unidad de control 25 calcula y aplica repetidamente la tensión de aplicación del motor V_{motor} de acuerdo a una diferencia entre la tensión de aplicación V_{in} que es una tensión inicial y una tensión de atenuación que se obtiene integrando la corriente producida por la tensión de aplicación del motor V_{motor} aplicada (por ejemplo, una primera tensión
30 de atenuación por la tensión de aplicación V_{in} , una segunda tensión de atenuación por la tensión de aplicación del motor V_{motor} calculada primeramente, etc.).

Cuanto más alta sea la carga, mayor será la tensión de aplicación del motor V_{motor} que es la tensión requerida. En la presente invención, si la tensión de aplicación del motor V_{motor} (es decir, el valor máximo) que es la tensión requerida es menor que la tensión de CC V_{dc} , se determina una carga baja o una carga intermedia. En el caso de la carga baja o de la
35 carga intermedia, la unidad de inversor 22 aplica una tensión de CA (tensión de aplicación del motor V_{motor}) que tiene una magnitud igual o menor que la tensión de CC V_{dc} al motor 23. Así pues, la unidad de control 25 puede mantener la capacidad de enfriamiento requerida controlando la magnitud de la tensión de CA aplicada por la unidad de inversor 22 al motor 23.

Además, la unidad de control 25 puede lograr una alta capacidad de enfriamiento requerida cambiando la frecuencia de la
40 tensión de aplicación del motor V_{motor} de la unidad inversor 22, por ejemplo, aumentando la frecuencia a carga elevada.

La FIG. 5 es una vista de estructura del compresor lineal de acuerdo con la presente invención. Como se ilustra en la FIG. 5, en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención, se disponen en un lado de un recipiente hermético 32 un conducto de entrada 32a y un conducto de salida 32b a través de los cuales entra y sale un refrigerante, un cilindro 34 se
45 instala de modo fijo en el recipiente hermético 32, un pistón 36 se dispone para oscilar linealmente en el cilindro 34 para poder comprimir el refrigerante aspirado en un espacio de compresión P en el cilindro 34, y diversos muelles se disponen para soportar elásticamente el pistón 36 en el sentido de movimiento del pistón 36. El pistón 36 se dispone para conectarse a un motor lineal 40 que produce una fuerza de accionamiento alternativo lineal. Aunque una frecuencia natural f_n del pistón 36 se cambia de acuerdo con una carga, el motor lineal 40 induce un cambio de salida natural que modula la capacidad de enfriamiento (salida) de acuerdo con la carga cambiada.

Además, se dispone una válvula de aspiración 52 en un extremo del pistón 36 que está en contacto con el espacio de compresión P y se dispone un conjunto de válvula de descarga 54 en un extremo del cilindro 34 que está en contacto con el espacio de compresión P . La válvula de aspiración 52 y el conjunto de válvula de descarga 54 se abren y cierran automáticamente de acuerdo con la presión dentro del espacio de espacio de compresión P , respectivamente.
50

5 Aquí, el recipiente hermético 32 tiene carcasas superior e inferior acopladas entre sí para sellar el interior, el conducto de entrada 32a para introducir el refrigerante y el conducto de salida 32b para descargar el refrigerante se disponen en un lado del recipiente hermético 32, el pistón 36 está soportado elásticamente en el sentido de movimiento para oscilar linealmente en el cilindro 34, y el motor lineal 40 se acopla al exterior del cilindro 34 mediante un bastidor 48 para constituir un conjunto. Este conjunto está dispuesto en la superficie interior de fondo del recipiente hermético 32 para estar soportado elásticamente por muelles de soporte 59.

10 Además, un cierto aceite rellena la superficie interior de fondo del recipiente hermético 32, un aparato de suministro de aceite 60 que bombea el aceite se dispone en el extremo inferior del conjunto, y un conducto de suministro de aceite 48a se dispone en el bastidor 48 en el lado inferior del conjunto para poder suministrar el aceite entre el pistón 36 y el cilindro 34. Así pues, el aparato de suministro de aceite 60 bombea el aceite debido a la vibración provocada por la oscilación lineal del pistón 36, de modo que el aceite se suministra a un hueco entre el pistón 36 y el cilindro 34 a lo largo del conducto de suministro de aceite 48a y realiza funciones de enfriamiento y lubricación.

15 A continuación, es preferible que el cilindro 34 se forme con una forma hueca de modo que el pistón 36 pueda oscilar linealmente en el cilindro 34, tiene el espacio de compresión P en uno de sus lados, y se dispone alineadamente con el conducto de entrada 32a cuando su extremo se sitúa cerca del interior del conducto de entrada 32a.

Por supuesto, el pistón 36 se dispone en un extremo del cilindro 34 cerca del conducto de entrada 32a para oscilar linealmente en el cilindro 34, y el conjunto de válvula de descarga 54 se dispone en el otro extremo del cilindro 34 opuesto al conducto de entrada 32a.

20 Aquí, el conjunto de válvula de descarga 54 incluye una tapa de descarga 54a provista para definir un espacio de descarga dado en un lado de uno de los extremos del cilindro 34, una válvula de descarga 54b dispuesta para abrir y cerrar un extremo del cilindro 34 cerca del espacio de espacio de compresión P, y un muelle de válvula 54c que es un tipo de muelle helicoidal que aplica una fuerza elástica entre la tapa de descarga 54a y la válvula de descarga 54b en el sentido axial. Una junta tórica se ajusta en la circunferencia interior de un extremo del cilindro 34 de modo que la válvula de descarga 54a se pueda unir firmemente al extremo del cilindro 34.

25 Además, una tubería de enlace curvada 58 se conecta entre un lado de la tapa de descarga 54a y el conducto de salida 32b. La tubería de enlace 58 no solo guía el refrigerante comprimido que se va descargar al exterior, sino que asimismo evita que la vibración producida por las interacciones entre el cilindro 34, el pistón 36 y el motor lineal 40 se transfiera a todo el contenedor hermético 32. Por consiguiente, cuando el pistón 36 oscila linealmente en el cilindro 34, si la presión dentro del espacio de compresión P supera una presión de descarga dada, el muelle de válvula 54c se comprime para abrir la válvula de descarga 54b, de modo que el refrigerante se descarga completamente del espacio de compresión P al exterior a lo largo de la tubería de enlace 58 y el conducto de salida 32b.

30 A continuación, se define un pasaje de refrigerante 36a en el centro del pistón 36 de modo que el refrigerante introducido desde el conducto de entrada 32a pueda fluir a través del mismo, el motor lineal 40 se conecta directamente a un extremo del pistón 36 próximo al conducto de entrada 32a mediante un elemento de conexión 47, y la válvula de aspiración 52 se dispone en el otro extremo del pistón 36 opuesto al conducto de entrada 32a. El pistón 36 está soportado elásticamente en su sentido de movimiento por diversos muelles.

Aquí, la válvula de aspiración 52 se forma con una forma de placa delgada con su parte central recortada parcialmente para abrir y cerrar el pasaje de refrigerante 36a del pistón 36 y con su lado fijado a un extremo del pistón 36 mediante tornillos.

40 Por lo tanto, cuando el pistón 36 oscila linealmente en el cilindro 34, si la presión del espacio de compresión P se hace igual o menor a una presión de aspiración dada que es menor que una presión de descarga, la válvula de aspiración 52 se abre, de modo que el refrigerante es aspirado en el interior del espacio de compresión P, y si la presión del espacio de compresión P supera la presión de aspiración dada, el refrigerante es comprimido en el espacio de compresión P con la válvula de aspiración 52 cerrada.

45 Concretamente, el pistón 36 está soportado elásticamente en su sentido de movimiento. Específicamente, un reborde 36b del pistón que sobresale en el sentido radial desde un extremo del pistón 36 cerca del conducto de entrada 32a está soportado elásticamente en el sentido de movimiento del pistón 36 mediante muelles mecánicos 38a y 38b tales como muelles helicoidales, y el refrigerante contenido en el espacio de compresión P en el lado opuesto al conducto de entrada 32a opera como un muelle de gas debido a su propia fuerza elástica, soportando así elásticamente el pistón 36.

50 Aquí, los muelles mecánicos 38a y 38b tienen una constante de muelle mecánico Km constante independientemente de la carga. Es preferible que los muelles mecánicos 38a y 38b estén dispuestos respectivamente en el cilindro 34 y un bastidor de soporte 56 dado fijado al motor lineal 40 lado con lado en el sentido axial, basándose en el reborde 36b del pistón. Es preferible que el muelle mecánico 38a soportado en el bastidor de soporte 56 y el muelle mecánicos 38b dispuesto en el cilindro 34 tengan la misma constante de muelle mecánico Km. Sin embargo, el muelle de gas tiene una constante de

muelle de gas Kg variable de acuerdo con la carga. A medida que sube la temperatura ambiente, la presión del refrigerante aumenta, y por tanto aumenta una fuerza elástica propia del gas contenido en el espacio de compresión P. Así pues, cuanto más alta la carga, mayor la constante del muelle de gas Kg del muelle de gas.

5 Aquí, mientras que la constante del muelle mecánico Km es constante, la constante del muelle de gas Kg varía de acuerdo con la carga. Como resultado, toda la constante del muelle cambia de acuerdo a la carga, y la frecuencia natural f_n del pistón 36 varía igualmente de acuerdo con la constante del muelle de gas Kg.

Por consiguiente, incluso si la carga cambia, la constante del muelle mecánico Km y la masa M del pistón 36 son constantes, pero la constante del muelle de gas Kg cambia, de modo que la frecuencia natural f_n del pistón 36 se ve influida significativamente por la constante del muelle de gas Kg dependiendo de la carga.

10 Por supuesto, la carga se puede medir de varias maneras. Sin embargo, como el compresor lineal incluye un ciclo de acondicionamiento de aire/congelación para comprimir, condensar, evaporar y expandir el refrigerante, la carga se puede definir como una diferencia entre una presión de condensación a la que se condensa el refrigerante y una presión de evaporación a la que se evapora el refrigerante, y además se determina considerando una presión promedio que es un promedio de la presión de condensación y la presión de evaporación de modo que mejore la
15 precisión.

Esto es, la carga se calcula para que sea proporcional a la diferencia entre la presión de condensación y la presión de evaporación y la presión promedio de las mismas. Cuanto mayor sea la carga, mayor será la constante del muelle de gas Kg. Por ejemplo, cuanto mayor sea la diferencia entre la presión de condensación y la presión de evaporación, mayor será la carga. Aunque la diferencia entre la presión de condensación y la presión de evaporación es la misma, cuanto mayor sea la presión promedio, mayor será la carga. La constante del muelle de gas Kg se calcula de modo que se pueda aumentar de acuerdo con una carga. El compresor lineal puede incluir un sensor (sensor de presión, sensor de temperatura, etc.) para calcular la carga.
20

Aquí, se mide una temperatura de condensación sustancialmente proporcional a la presión de condensación y una temperatura de evaporación sustancialmente proporcional a la presión de evaporación., y a continuación se calcula la carga para que sea proporcional a una diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de evaporación y una temperatura promedio de las mismas.
25

Específicamente, la constante del muelle mecánico Km y la constante del muelle de gas Kg se pueden determinar por medio de diversos experimentos. Si el cociente de la constante del muelle mecánico Km entre la constante del muelle de gas Kg aumenta, se puede cambiar una frecuencia de resonancia del pistón 36 en un intervalo relativamente ancho de acuerdo con la carga.
30

El motor lineal 40 incluye un estator interno 42 configurado de modo que una pluralidad de láminas 42a se apilan en el sentido circunferencial y se fijan al exterior del cilindro 34 mediante el bastidor 48, un estator externo 44 configurado de modo que una pluralidad de láminas 44b se apilan en el sentido circunferencial alrededor de un cuerpo de arrollamiento del bobinado 44a arrollado con una bobina y dispuesto por fuera del cilindro 34 mediante el bastidor 48 con un hueco dado frente al estator interno 42, y un imán permanente 46 situado en el hueco entre el estator interno 42 y el estator externo 44 y conectado al pistón 36 mediante el elemento de conexión 47. El cuerpo de arrollamiento del bobinado 44a se puede fijar al exterior del estator interno 42.
35

El motor lineal 40 es un modo de realización del motor 23 descrito anteriormente.

La FIG. 6 es un gráfico que muestra cambios de una carrera y una tensión de entrada del motor en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención.
40

Como se ilustra en la FIG. 6, en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención, incluso si el pistón 36 se aproxima al punto muerto superior, la tensión de entrada del motor sube, y por tanto no tiene lugar un fenómeno de salto de carrera. Por lo tanto, el compresor lineal de acuerdo con la presente invención puede realizar la modulación de la capacidad de enfriamiento en un estado estable. Esto es, la unidad de control 25 puede realizar la modulación de la capacidad de enfriamiento natural mediante la oscilación del pistón 36 de acuerdo con la carga, controlando la tensión de CA aplicada al motor 23 de modo que la carrera del pistón 36 pueda ser proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor 23.
45

En concreto, la carrera del pistón 36 es proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor 23 al menos en la proximidad cercana al punto muerto superior del pistón 36, evitando así el fenómeno de salto de carrera.
50

La FIG. 7 es un gráfico que muestra cambios en la capacidad de enfriamiento y la carga en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

La unidad de control 25 almacena una constante variable $1/Cr$. En referencia la FIG. 7, en el caso de $Cr(10 \mu F)$, se puede observar que la capacidad de enfriamiento del compresor lineal cambia de acuerdo con la carga. Como el valor de Cr o $1/Cr$ varía, la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento cambia como se muestra en la FIG. 7.

5 Por consiguiente, la unidad de control 25 de acuerdo con la presente invención puede controlar la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento cambiando la constante $1/Cr$ o Cr .

10 A medida que Cr varía, una diferencia de fase entre la tensión de aplicación del motor V_{motor} y la corriente I disminuye a una carga baja, de modo que se puede conseguir una mayor capacidad de enfriamiento a la misma carga. Esto es, la frecuencia de resonancia LC está determinada por el valor de Cr , y las fases de la tensión de aplicación del motor V_{motor} y la corriente I se determinan a una cierta carga. Aquí, si Cr varía, las fases de la tensión de aplicación del motor V_{motor} y la corriente I cambian, y por tanto cambia toda la potencia. Dicho de otro modo, la capacidad de enfriamiento aumenta o disminuye, de modo que la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento natural cambia.

15 La FIG. 8 es un gráfico que muestra tensiones del compresor lineal de acuerdo con la presente invención. Como se muestra, la tensión de aplicación del motor V_{motor} real se opera sustrayendo la tensión de atenuación V_c operada a partir de la corriente I de la tensión de aplicación V_{in} . La tensión de aplicación del motor V_{motor} se hace igual a una tensión aplicada a un motor en un circuito en el que una pluralidad de condensadores se conectan en serie a una bobina L . Como resultado, el compresor lineal puede controlar la modulación de la capacidad de enfriamiento.

20 La presente invención se ha descrito en detalle con referencia a los modos de realización ejemplares y los dibujos adjuntos. No obstante, el ámbito de la presente invención no se limita a tales modos de realización y dibujos, sino que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un compresor lineal, que comprende:
- un elemento fijo (34) que tiene un espacio de compresión (P) en el mismo;
- 5 un elemento móvil que oscila linealmente en el elemento fijo para comprimir un refrigerante aspirado en el espacio de compresión;
- uno o más muelles dispuestos para soportar elásticamente el elemento móvil en el sentido de movimiento del elemento móvil;
- un motor (23) conectado al elemento móvil para hacer oscilar linealmente el elemento móvil en el sentido axial; y
- 10 una unidad de control del motor (25) que realiza la modulación de la capacidad de enfriamiento mediante la oscilación del elemento móvil de acuerdo con una carga, controlando una tensión de CA aplicada al motor de modo que una carrera del elemento móvil pueda ser proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor, caracterizado porque la unidad de control del motor comprende una unidad de rectificación que recibe potencia de CA y emite una tensión de CC, una unidad de inversor (22) que recibe la tensión de CC, convierte la tensión de CC a una tensión de CA de acuerdo con una señal de control, y suministra la tensión de CA al motor,
- 15 una unidad de detección de corriente (24) que detecta una corriente que fluye entre el motor y la unidad de inversor, y una unidad de control (25) que integra la corriente de la unidad de detección de corriente (24), opera una tensión de atenuación multiplicando el valor integrado por una constante (1/Cr), genera una señal de control para producir una tensión de CA que corresponde a una diferencia entre la tensión establecida y la tensión de atenuación, y aplica la señal de control a la unidad de inversor.
- 20 2. El compresor lineal de la reivindicación 1, en el que la carrera del elemento móvil es proporcional a la magnitud de la tensión de CA aplicada al motor al menos en la proximidad cercana al punto muerto superior del elemento móvil.
3. El compresor lineal de la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de control del motor comprende una unidad de operación de atenuación que atenúa un efecto de inductancia de una bobina del motor utilizando una corriente que fluye a través del motor.
- 25 4. El compresor lineal de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad de control varía la constante (1/Cr) tal que las fases de la tensión de CA y la corriente cambian.
5. El compresor lineal de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la tensión establecida y la constante (1/Cr) son variables.
- 30 6. El compresor lineal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento del compresor se cambia mediante variaciones de la tensión establecida y la constante (1/Cr).
7. Un procedimiento para controlar un compresor lineal que incluye un elemento fijo que tiene un espacio de compresión en el mismo, un elemento móvil dispuesto en el elemento fijo para comprimir un refrigerante aspirado
- 35 en el espacio de compresión, uno o más muelles dispuestos para soportar elásticamente el elemento móvil, y un motor conectado al elemento móvil para hacer oscilar linealmente el elemento móvil en el sentido axial, comprendiendo el procedimiento:
- una primera etapa de aplicar una tensión inicial preestablecida al motor;
- una segunda etapa de calcular una primera tensión de atenuación con una corriente producida por la aplicación de
- 40 la tensión inicial preestablecida;
- una tercera etapa de calcular una primera tensión requerida que corresponde a una diferencia entre la tensión inicial y la tensión de atenuación;
- una cuarta etapa de aplicar la tensión requerida calculada al motor;
- una quinta etapa de calcular una segunda tensión de atenuación con una corriente producida por la aplicación de
- 45 la tensión requerida calculada;
- una sexta etapa de calcular una segunda tensión requerida que corresponde a una diferencia entre la tensión inicial y la segunda tensión de atenuación; y

una séptima etapa de aplicar la segunda tensión requerida al motor,

caracterizado porque la segunda o quinta etapa integra la corriente y opera una primera o segunda tensión de atenuación multiplicando el valor integrado por una constante (1/Cr).

5 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el procedimiento realiza repetidamente las etapas quinta a séptima.

9. El procedimiento de la reivindicación 7 u 8, en el que la constante (1/Cr) es variable.

10. Un dispositivo de control de motor de un compresor lineal, que comprende:

una unidad de rectificación que recibe potencia de CA y emite una tensión de CC;

10 una unidad de inversor que recibe la tensión de CC, convierte la tensión de CC a una tensión de CA de acuerdo con una señal de control, y suministra la tensión de CA a un motor;

el motor accionado por la tensión de CA aplicada por la unidad de inversor;

una unidad de detección de corriente que detecta una corriente que fluye entre el motor y la unidad de inversor; y

15 una unidad de control que integra la corriente de la unidad de detección de corriente, opera una tensión de atenuación multiplicando el valor integrado por una constante (1/Cr), genera una señal de control para producir una tensión de CA que corresponde a una diferencia entre la tensión establecida y la tensión de atenuación, y aplica la señal de control a la unidad de inversor.

11. El dispositivo de control de motor de la reivindicación 10, en el que la tensión establecida y la constante (1/Cr) son variables.

20 12. El dispositivo de control de motor de la reivindicación 10 u 11, en el que la velocidad de modulación de la capacidad de enfriamiento del compresor se cambia por variaciones de la tensión establecida y la constante (1/Cr).

Figura 1

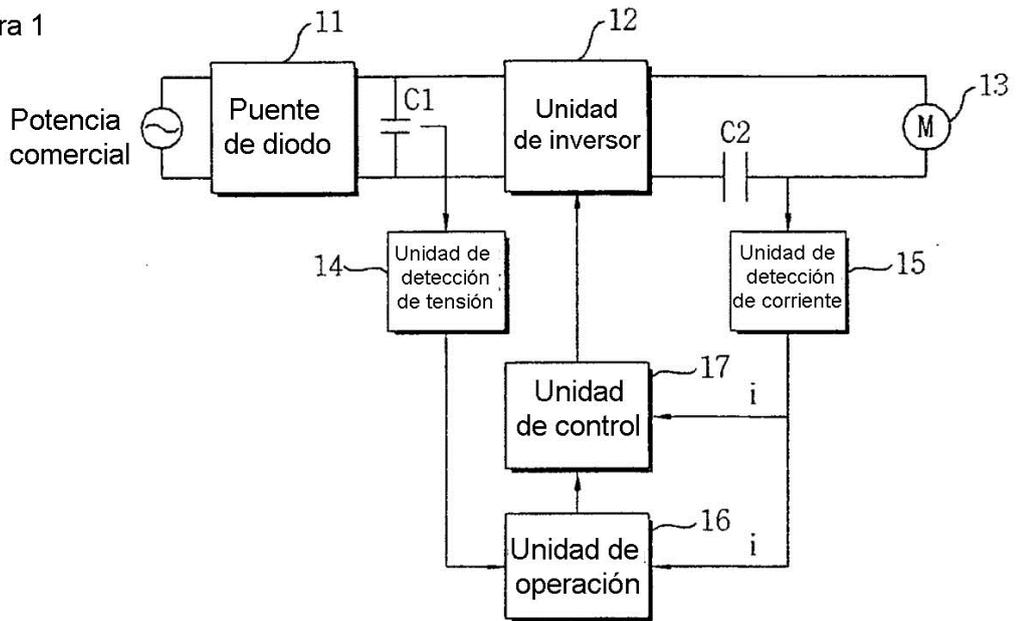


Figura 2

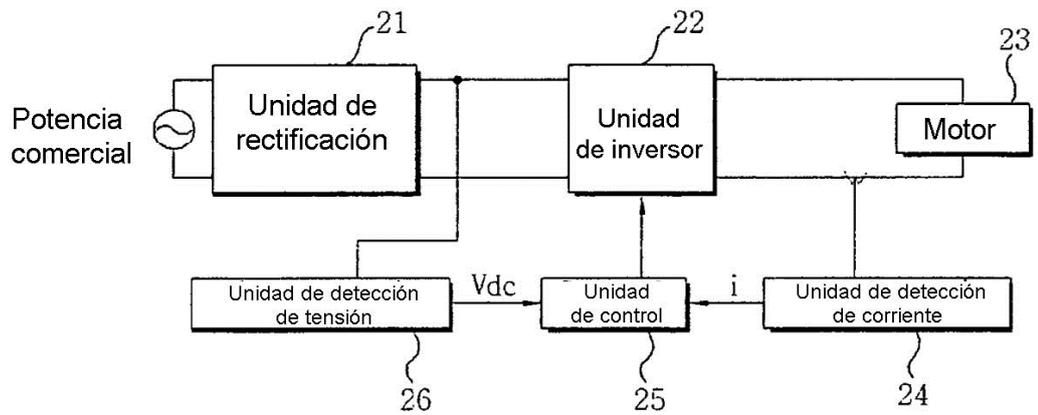


Figura 3

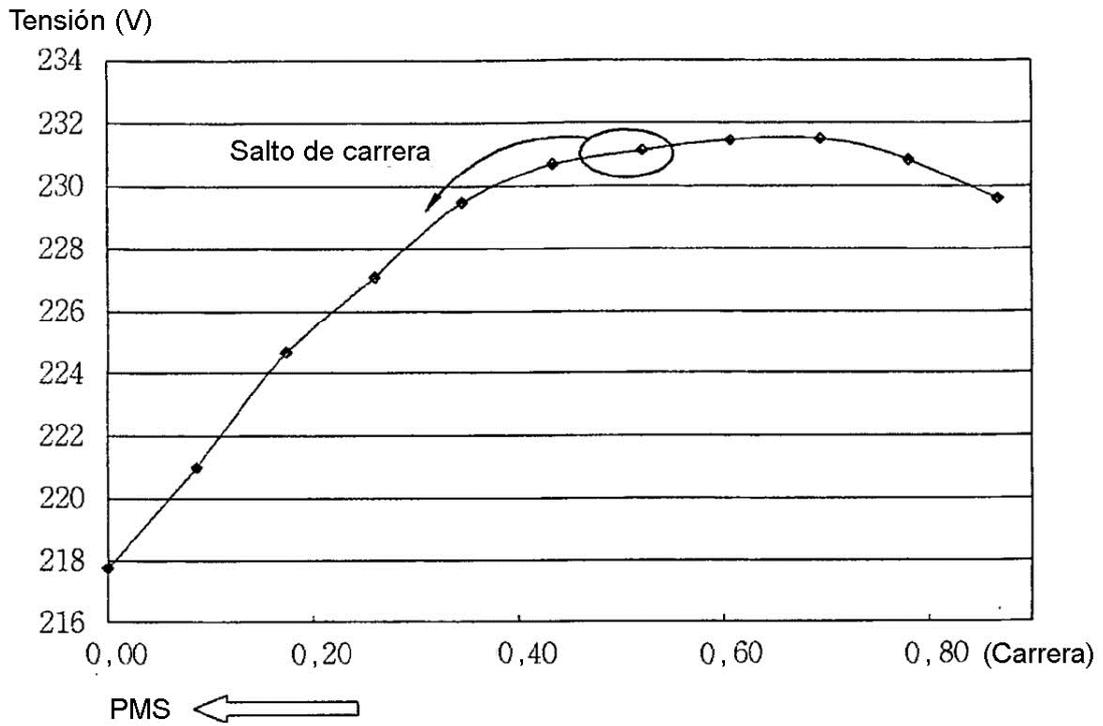


Figura 4

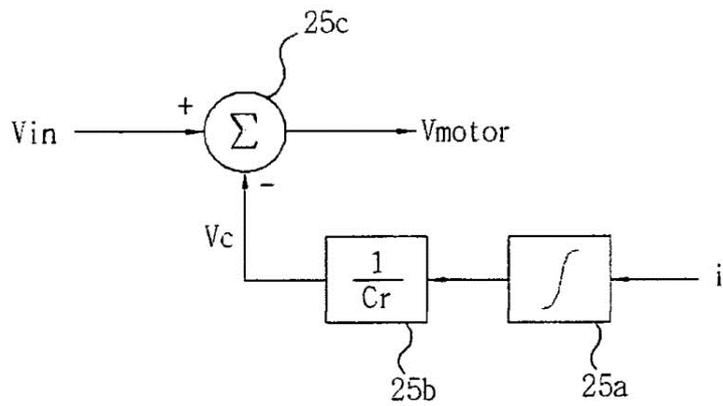


Figura 5

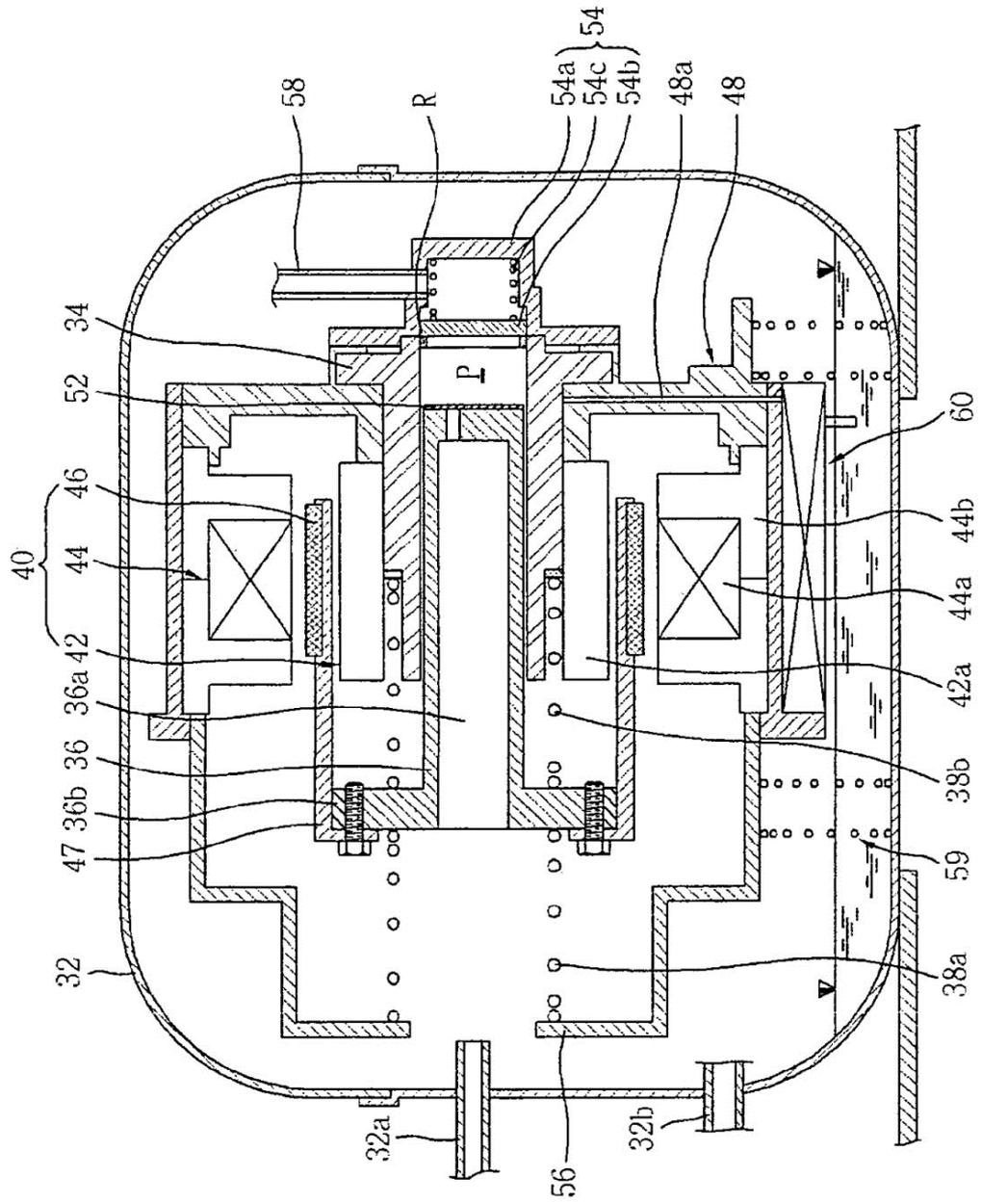


Figura 6

Tensión (V)

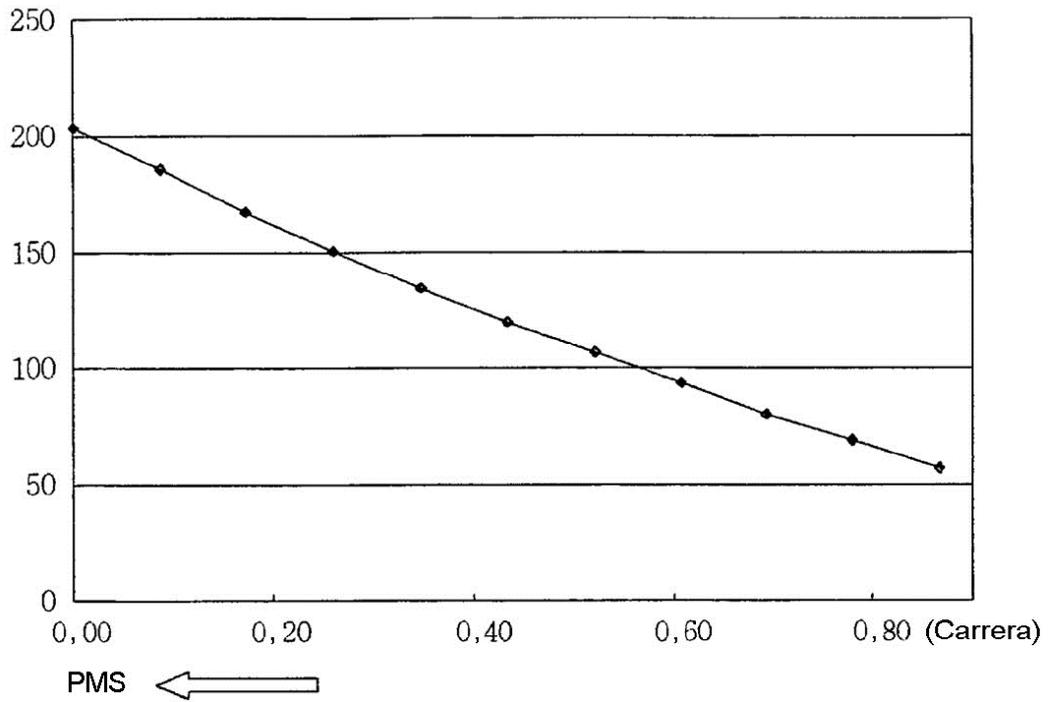


Figura 7

Capacidad de enfriamiento

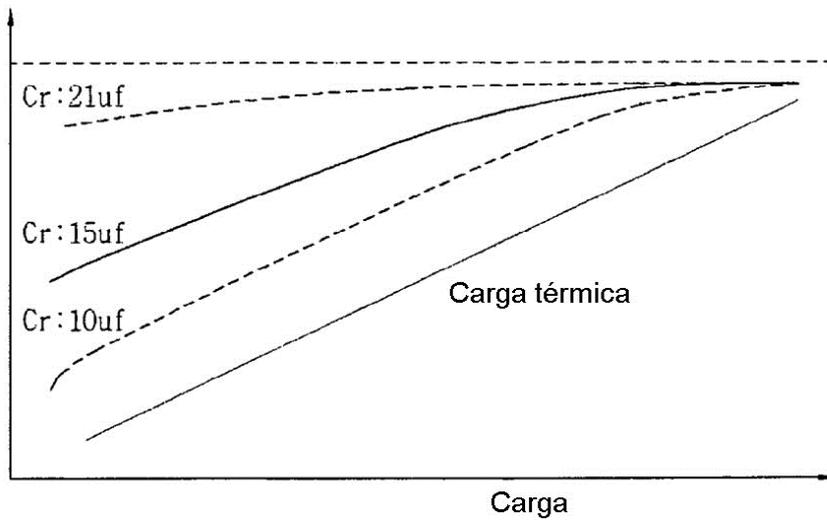


Figura 8

