

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 861**

51 Int. Cl.:

H02P 25/06 (2006.01)

H02P 25/032 (2006.01)

F04B 35/04 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

H02P 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2007 PCT/KR2007/000272**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2007 WO07089083**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07700993 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 1987251**

54 Título: **Aparato de control para compresor lineal**

30 Prioridad:

02.02.2006 KR 20060010264

02.02.2006 KR 20060010266

02.02.2006 KR 20060010267

02.02.2006 KR 20060010269

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS, INC. (100.0%)
20, YOIDO-DONG YONGDUNGPO-KU
SEOUL 150-010, KR**

72 Inventor/es:

**ROH, CHULGI;
KIM, JONG-KWON;
BAE, JUNG-WOOK y
KANG, HEE-DONG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 621 861 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

Aparato de control para compresor lineal

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un compresor lineal, y, más particularmente, a un aparato de control para un compresor lineal que puede variar una fuerza de enfriamiento y evitar una corriente de irrupción.

Antecedentes de la técnica

10 En general, un compresor es un aparato mecánico para elevar una presión, recibiendo potencia de un aparato de generación de potencia tal como un motor eléctrico o turbina, y comprimiendo el aire, refrigerantes u otros diversos gases de operación. El compresor se ha usado ampliamente para un electrodoméstico tal como un refrigerador y un acondicionador de aire, o en la industria entera.

15 Los compresores se clasifican de manera tosca en un compresor alternativo en el que se forma un espacio de compresión para succionar o descargar un gas de operación entre un pistón y un cilindro, y el pistón se mueve alternativamente linealmente dentro del cilindro, para comprimir refrigerantes, un compresor rotativo en el que se forma un espacio de compresión para succionar o descargar un gas de operación entre un rodillo girado excéntricamente y un cilindro, y el rodillo se gira excéntricamente a lo largo de la pared interior del cilindro, para comprimir refrigerantes, y un compresor de espirales en el que se forma un espacio de compresión para succionar o descargar un gas de operación entre una espiral orbitante y una espiral fija, y la espiral orbitante se gira a lo largo de la espiral fija, para comprimir refrigerantes.

20 Normalmente, el compresor lineal succiona, comprime y descarga los refrigerantes usando una fuerza de accionamiento lineal de un motor, y se divide en una unidad de compresión que incluye un cilindro y un pistón para comprimir el gas refrigerante, y una unidad de accionamiento que incluye un motor lineal para suministrar la fuerza de accionamiento a la unidad de compresión.

25 En detalle, en el compresor lineal, el cilindro está instalado de manera fija en un contenedor hermético, y el pistón se mueve alternativamente linealmente en el cilindro. A medida que el pistón se mueve alternativamente linealmente dentro del cilindro, los refrigerantes se suministran a un espacio de compresión en el cilindro, se comprimen y se descargan. Un conjunto de válvula de succión y un conjunto de válvula de descarga están instalados en el espacio de compresión, para controlar la succión y descarga de los refrigerantes según una presión interior del espacio de compresión.

30 El motor lineal para generar la fuerza de accionamiento lineal está conectado al pistón. En el motor lineal, un estator interior y un estator exterior formados laminando una pluralidad de laminaciones en la dirección circular están instalados alrededor del cilindro con un hueco predeterminado, una bobina (o cuerpo de bobinado de bobina) se enrolla alrededor del estator interior o la parte interior del estator exterior, y un imán permanente se instala en el hueco entre el estator interior y el estator exterior y conectado al pistón.

35 El imán permanente se puede mover en la dirección de movimiento del pistón. El imán permanente se mueve alternativamente linealmente en la dirección de movimiento del pistón por una fuerza electromagnética generada cuando una corriente fluye a través de la bobina. El motor lineal se opera a una frecuencia de operación constante f, y el pistón se mueve alternativamente linealmente en una carrera predeterminada S.

40 La Fig. 1 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control convencional para un compresor lineal. Con referencia a la Fig. 1, el aparato de control incluye un cuerpo de bobinado de bobina L enrollado en la dirección circular del compresor lineal, para recibir potencia, un medio de rama 100 para aplicar potencia a parte o todo el cuerpo de bobinado de bobina L, y una unidad de control 200 para controlar el medio de rama 100 para controlar una fuerza de enfriamiento según una carga.

45 En detalle, una fuente de alimentación está conectada a un extremo del cuerpo de bobinado de bobina L, y un terminal de conexión 100a del medio de rama 100 está formado en el otro extremo del cuerpo de bobinado de bobina L. Un terminal de conexión 100b está conectado a un punto medio M (o una línea de rama del punto medio L) del cuerpo de bobinado de bobina L. El medio de rama 100 incluye un elemento de conmutación 100c para aplicar potencia al terminal de conexión 100a o 100b mediante el control de la unidad de control 200.

50 La unidad de control 200 realiza un modo de potencia de aplicación de potencia a la parte del cuerpo de bobinado de bobina L con el fin de sacar una fuerza de enfriamiento alta en una sobrecarga de un ciclo de congelación, y realiza un modo de ahorro de aplicación de potencia al cuerpo de bobinado de bobina L entero con el fin de sacar una fuerza de enfriamiento baja o una fuerza de enfriamiento media en una carga baja o carga media del ciclo de congelación. Para el modo de potencia, la unidad de control 200 conecta el elemento de conmutación 100c del medio de rama 100 al terminal de conexión 100b. Para el modo de ahorro, la unidad de control 200 conecta el elemento de conmutación 100c del medio de rama 100 al terminal de conexión 100a.

En el compresor lineal descrito anteriormente, el motor lineal se opera, en una carga considerada en el diseño, a una frecuencia de operación f idéntica a la frecuencia natural f_n del pistón calculada usando una constante de muelle mecánica K_m de un muelle helicoidal y una constante de muelle de gas K_g de un muelle de gas. Por consiguiente, el motor lineal se opera en el modo de potencia solamente en la carga considerada en el diseño para mejorar la eficiencia.

Dado que la carga es variable realmente, se cambian la constante de muelle de gas K_g del muelle de gas y la frecuencia natural f_n del pistón calculada usando la misma.

En detalle, en el diseño, la frecuencia de operación f del motor lineal se fija para ser ecualizada a la frecuencia natural f_n del pistón en la región de carga media. Incluso si se varía la carga, el motor lineal se opera a la frecuencia de operación constante f_c . No obstante, la frecuencia natural f_n del pistón aumenta con el aumento de la carga.

Fórmula 1

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_m + K_g}{M}}$$

Aquí, f representa la frecuencia natural del pistón, K y K representan la constante de muelle mecánica y la constante de muelle de gas y M representa la masa del pistón.

En el diseño, dado que la relación de la constante de muelle de gas K en la constante de muelle total K_T es pequeña, la constante de muelle de gas K_g no se considera o se establece que tenga un valor constante. Además, la masa M del pistón y la constante de muelle mecánica K_m tienen valores constantes. Por lo tanto, la frecuencia natural f_n del pistón se calcula como un valor constante por la fórmula 1 anterior.

Realmente, a medida que aumenta la carga, la presión y la temperatura de los refrigerantes aumentan en el espacio limitado. Como resultado, la constante de muelle de gas K_g aumenta debido al aumento de una fuerza elástica del muelle de gas en sí misma, y la frecuencia natural f_n del pistón proporcional a la constante de muelle de gas K_g también aumenta.

En la técnica convencional, en el caso de que la unidad de control 200 controle el elemento de conmutación 100c, una energía eléctrica acumulada en el cuerpo de bobinado de bobina L se opera para generar una corriente de irrupción.

Si se varía la potencia aplicada, tal variación cambia la salida del compresor lineal con independencia del control de la unidad de control 200. Si se aplica excesivamente la potencia, el compresor lineal se somete a una sobrecarga o realiza una operación anormal. Es decir, no se opera normalmente el compresor lineal.

El aparato de control convencional para el compresor lineal como se muestra en la Fig. 1 controla la frecuencia de operación f sin considerar la frecuencia natural f_n del pistón o miembro móvil variada según la constante de muelle de gas K_g . Incluso aunque la salida del compresor lineal se puede variar según la fuerza de enfriamiento de la carga, no se mantiene la frecuencia resonante del compresor lineal. Como resultado, disminuye la eficiencia del compresor lineal. Además, la eficiencia y fuerza de enfriamiento del compresor lineal se cambian considerablemente debido a la variación de la potencia aplicada externamente. Es un problema fatal en la operación del compresor lineal.

El documento US 2003/0209015 A1 se considera como la técnica anterior más cercana a la presente invención y describe un aparato de control para un compresor lineal. El aparato de control comprende un cuerpo de bobinado de bobina laminado en el compresor lineal, un primer condensador, una unidad de variación de capacitancia y un conmutador de condensador. El primer condensador está conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina y la unidad de variación de capacitancia está formada en una estructura paralela con el primer condensador. Una unidad de control induce un cambio de salida del compresor lineal variando la capacitancia entera del aparato de control controlando el conmutador de condensador.

El documento WO 2005/006520 A1 describe un motor de inducción síncrono en el que un arrancador tiene un condensador de arranque conectado en serie con un bobinado auxiliar de un estator del motor síncrono. El arrancador además comprende una unidad de conmutación para abrir/cerrar un circuito desde el condensador de arranque al bobinado auxiliar. La unidad de conmutación cierra el circuito desde el condensador de arranque al bobinado auxiliar cuando el motor síncrono está en reposo, y abre el circuito después de que se arranca el motor de inducción síncrono.

El documento US 4.751.450 describe un control de motor que comprende medios detectores de voltaje para detectar un voltaje de bobinado principal y uno auxiliar. Estos medios detectores de voltaje proporcionan un control de des/conexión de un condensador de arranque. El motor además comprende un medio de conmutación de arranque para arrancar automáticamente la conexión y desconexión del condensador de arranque y una circuitería de control para el medio de conmutación de arranque. Además, el motor comprende un condensador de marcha conectado entre una fuente de energía y el bobinado auxiliar.

El documento EP 0 054 446 A1 describe un dispositivo de control que se dota con un bobinado de arranque auxiliar en serie con un condensador y un conmutador controlado. Además, el dispositivo de control comprende medios para hacer variar el tiempo de conducción del conmutador usando el voltaje en los terminales del condensador o en los terminales del bobinado auxiliar y actuar sobre un conjunto constituido por una resistencia en serie con un condensador. La resistencia y el condensador están conectados en un punto común a través de un diac a la puerta o base del conmutador controlado. El conjunto está en paralelo con el conmutador y los medios que actúan sobre el valor de la resistencia o directamente sobre la puerta o base.

El documento US 4.604.563 describe un motor AC que tiene un bobinado principal, un bobinado de arranque los cuales son ambos conectables a una fuente de energía y un conmutador para desconectar el bobinado de arranque de la fuente de energía. Un circuito de control para el conmutador comprende medios para detectar el voltaje de bobinado principal, medios para detectar un voltaje de bobinado de arranque y otros medios para generar, comparar y controlar la anchura y la cantidad de pulsos. Además, el motor AC tiene un condensador de arranque en serie con el bobinado de arranque. El medio para detectar el voltaje de bobinado de arranque se conecta a través del condensador.

15 Descripción de la invención

Problema técnico

La presente invención se logra para resolver los problemas anteriores. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede controlar una salida variando la capacitancia entera y evitar una corriente de irrupción.

20 Solución técnica

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede evitar una corriente de irrupción controlando una conmutación de encendido/apagado del compresor lineal al variar una capacitancia.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede evitar el aumento o disminución de una salida mediante la variación de la potencia aplicada.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede evitar que el compresor lineal se someta a una sobrecarga o realice una operación anormal debido a la potencia excesivamente aplicada.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede variar una operación del compresor lineal (operación de fuerza de enfriamiento alta, operación de fuerza de enfriamiento baja, etc.), y evitar la generación de una corriente de irrupción.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para un compresor lineal que puede variar una salida según una carga, con independencia de la variación de la potencia aplicada externamente.

Con el fin de lograr los objetos de la invención descritos anteriormente, se proporciona un aparato de control para un compresor lineal, incluyendo: un cuerpo de bobinado de bobina instalable en un motor lineal en el compresor lineal; un primer condensador conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina; una unidad de variación de capacitancia que está formada en una estructura paralela con el primer condensador, y que tiene un conmutador de condensador y un segundo condensador; una unidad de control para inducir un cambio de salida del compresor lineal, variando la capacitancia entera del aparato de control controlando el conmutador de condensador, y una unidad de detección de voltaje y frecuencia para detectar un voltaje y una frecuencia de la potencia aplicada, en la que la unidad de control está configurada para controlar el conmutador de condensador según el voltaje y frecuencia de la potencia aplicada.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención llegará a ser comprendida mejor con referencia a los dibujos anexos que se dan solamente a modo de ilustración y de esta manera no son limitativos de la presente invención, en donde:

La Fig. 1 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control convencional para un compresor lineal;

La Fig. 2 es una vista de sección transversal que ilustra un compresor lineal según la presente invención;

La Fig. 3 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un primer ejemplo útil para comprender la presente invención;

La Fig. 4 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un segundo ejemplo útil para comprender la presente invención;

La Fig. 5 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 3 y 4 según un primer ejemplo útil para comprender la presente invención;

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 3 y 4 según un segundo ejemplo útil para comprender la presente invención;

5 La Fig. 7 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un tercer ejemplo útil para comprender la presente invención;

La Fig. 8 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un cuarto ejemplo útil para comprender la presente invención;

10 La Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 7 y 8;

La Fig. 10 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según una primera realización de la presente invención;

La Fig. 11 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según una segunda realización de la presente invención;

15 La Fig. 12 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 10 y 11;

La Fig. 13 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un quinto ejemplo útil para comprender la presente invención; y

La Fig. 14 es un gráfico que muestra una capacidad de enfriamiento del aparato de control de la Fig. 13.

20 **Modo para la invención**

Un aparato de control para un compresor lineal según las realizaciones preferidas de la presente invención y según ejemplos útiles para comprender la presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos anexos.

25 Como se ilustra en la Fig. 2, en el compresor lineal, un tubo de entrada 2a y un tubo de salida 2b para succionar y descargar refrigerantes están instalados en un lado de un contenedor hermético 2, un cilindro 4 está instalado de manera fija en el contenedor hermético 2, un pistón 6 se mueve alternativamente linealmente en el cilindro 4, para comprimir los refrigerantes succionados a un espacio de compresión P en el cilindro 4, y diversos muelles soportan elásticamente el pistón 6 en su dirección de movimiento. El pistón 6 está conectado a un motor lineal 10 para generar una fuerza de accionamiento de movimiento alternativo lineal.

30 Una válvula de succión 22 está instalada en un extremo del pistón 6 que contacta el espacio de compresión P. Un conjunto de válvula de descarga 24 está instalado en un extremo del cilindro 4 que contacta con el espacio de compresión P. La válvula de succión 22 y el conjunto de válvula de descarga 24 se abren y cierran automáticamente según una presión interior del espacio de compresión P, respectivamente.

35 El contenedor hermético 2 se instala acoplado herméticamente las carcasas superior e inferior. El tubo de entrada 2a para succionar los refrigerantes y el tubo de salida 2b para descargar los refrigerantes están instalados en un lado del contenedor hermético 2. El pistón 6 está soportado elásticamente en su dirección de movimiento dentro del cilindro 4 para movimiento alternativo lineal, y el motor lineal 10 está acoplado a un bastidor 18 fuera del cilindro 4, formando por ello un conjunto. Este conjunto se soporta elásticamente sobre la superficie inferior interior del contenedor hermético 2 mediante los muelles de soporte 29.

40 Una cantidad predeterminada de aceite se llena en la superficie inferior interior del contenedor hermético 2. Un dispositivo de bombeo de aceite 30 para bombear el aceite está instalado en el extremo inferior del conjunto. Un tubo de suministro de aceite 18a está formado en el bastidor 18 dispuesto en la parte inferior del conjunto, para suministrar el aceite al hueco entre el pistón 6 y el cilindro 4. El dispositivo de suministro de aceite 30 se opera mediante vibración generada por el movimiento alterno lineal del pistón 6, para bombear el aceite. El aceite se
45 suministra al hueco entre el pistón 6 y el cilindro 4 a través del tubo de suministro de aceite 18a, para realizar enfriamiento y lubricación.

El cilindro 4 está formado en una forma hueca, de manera que el pistón 6 se puede mover alternativamente linealmente en el cilindro 4. El espacio de compresión P está formado en un lado del cilindro 4. En un estado en el que un extremo del cilindro 4 se acerca a la parte interior del tubo de entrada 2a, el cilindro 4 se instala preferiblemente en la misma línea recta con el tubo de entrada 2a. El pistón 6 se instala dentro de un extremo del cilindro 4 cerca del tubo de entrada 2a para un movimiento alternativo lineal. El conjunto de válvula de descarga 24 está instalado en un extremo del cilindro 4 opuesto al tubo de entrada 2a.

5 El conjunto de válvula de descarga 24 incluye una cubierta de descarga 24a instalada en un extremo del cilindro 4, para formar un espacio de descarga, una válvula de descarga 24b para abrir y cerrar un extremo del cilindro 4 cerca del espacio de compresión P, y un muelle de válvula 24c, que es un tipo de muelle helicoidal, para aplicar una fuerza elástica en la dirección axial entre la cubierta de descarga 24a y la válvula de descarga 24b. Una junta tórica está insertada sobre la circunferencia interior de un extremo del cilindro 4, de manera que la válvula de descarga 24a se puede adherir estrechamente a un extremo del cilindro 4.

10 Una tubería de bucle 28 está instalada de manera curva entre un lado de la cubierta de descarga 24a y el tubo de salida 2b. La tubería de bucle 28 guía los refrigerantes comprimidos para ser descargados externamente, y almacena temporalmente la vibración generada por las interacciones del cilindro 4, el pistón 6 y el motor lineal 10 y transferida al contenedor hermético 2 entero.

15 Cuando el pistón 6 se mueve alternativamente linealmente en el cilindro 4, si una presión del espacio de compresión P está por encima de una presión de descarga predeterminada, el muelle de válvula 24c se comprime para abrir la válvula de descarga 24b. Después de que los refrigerantes se descargan desde el espacio de compresión P, los refrigerantes se descargan externamente completamente a través de la tubería de bucle 28 y el tubo de salida 2b.

20 Un paso de refrigerante 6a está formado en la parte central del pistón 6, de manera que los refrigerantes succionados a través del tubo de entrada 2a pueden pasar a través del paso de refrigerante 6a. El motor lineal 10 está conectado directamente a un extremo del pistón 6 cerca del tubo de entrada 2a por un miembro de conexión 17, y la válvula de succión 22 está instalada en el otro extremo del pistón 6 opuesto al tubo de entrada 2a. El pistón 6 está soportado elásticamente en su dirección de movimiento por diversos muelles.

25 La válvula de succión 22 está formada en una forma de placa delgada con su parte central cortada parcialmente para abrir y cerrar el paso de refrigerante 6a del pistón 6. Un lado de la válvula de succión 22 se fija a un extremo del pistón 6 usando tornillos.

30 Por consiguiente, cuando el pistón 6 se mueve alternativamente linealmente dentro del cilindro 4, si la presión del espacio de compresión P está por debajo de una presión de succión predeterminada menor que la presión de descarga, la válvula de succión 22 se abre y los refrigerantes se suministran al espacio de compresión P, y si la presión del espacio de compresión P está por encima de la presión de succión predeterminada, la válvula de succión 22 se cierra y los refrigerantes se comprimen en el espacio de compresión P.

35 Especialmente, el pistón 6 está soportado elásticamente en su dirección de movimiento. En detalle, un reborde 6b del pistón que sobresale radialmente de un extremo del pistón 6 cerca del tubo de entrada 2a está soportado elásticamente en la dirección de movimiento del pistón 6 mediante muelles mecánicos 8a y 8b tales como muelles helicoidales. Además, los refrigerantes rellenos en el espacio de compresión P en la dirección opuesta al tubo de entrada 2a se operan como un muelle de gas mediante una fuerza elástica propia, para soportar elásticamente el pistón 6.

40 Los muelles mecánicos 8a y 8b tienen una constante de muelle mecánica constante K_m con independencia de una carga. Preferiblemente, los muelles mecánicos 8a y 8b están instalados en un bastidor de soporte 26 fijado al motor lineal 10 y al cilindro 4, respectivamente, en la dirección axial con el reborde 6b de pistón entre los mismos. Los muelles mecánicos 8a soportados en el bastidor de soporte 26 y los muelles mecánicos 8b instalados en el cilindro 4 tienen la misma constante de muelle mecánica K_m .

45 La Fig. 3 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control para un compresor lineal según un primer ejemplo útil para comprender la presente invención.

50 Aún con referencia la Fig. 2, el motor lineal 10 incluye un estator interior 12 formado laminando una pluralidad de laminaciones 12a en la dirección circular, y fijado a la parte exterior del cilindro 4 por el bastidor 18, un estator exterior 14 formado laminando una pluralidad de laminaciones 14b en la dirección circular alrededor de un cuerpo de bobinado de bobina 14a formado enrollando una bobina, e instalado en la parte exterior del cilindro 4 por el bastidor 18 con un hueco predeterminado desde el estator interior 12, y un imán permanente 16 dispuesto en el hueco entre el estator interior 12 y el estator exterior 14, y conectado al pistón 6 por el miembro de conexión 17. El cuerpo de bobinado de bobina 14a se puede fijar a la parte exterior del estator interior 12.

55 Como se muestra en la Fig. 3, el aparato de control para el compresor lineal incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50 conectada en paralelo con el condensador C1, y una unidad de control 60 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50 para cambiar una salida del compresor lineal.

En detalle, el conmutador de encendido/apagado SW1 40 es un conmutador principal para aplicar potencia al motor lineal 10 mediante el control de la unidad de control 60. Aquí, la potencia significa potencia comercial externa, o potencia aplicada desde una unidad de fuente de alimentación de un aparato con un compresor lineal montado (por ejemplo, un refrigerador, etc.).

El condensador C1 y la unidad de variación de capacitancia 50 determinan la capacitancia entera del motor lineal 10, y están conectados en paralelo como se muestra la Fig. 3.

5 La unidad de variación de capacitancia 50 está formada conectando un condensador C2, un conmutador de condensador SW2 y un dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 en serie. La unidad de variación de capacitancia 50 se puede proporcionar en un número múltiple y conectar en paralelo con el condensador C1.

El condensador C2 tiene una capacitancia menor que el condensador C1. En el conmutador de condensador SW2 aplica una corriente o voltaje desde la fuente de alimentación al cuerpo de bobinado de bobina L a través del condensador C2. Cuando la unidad de control 60 controla la unidad de variación de capacitancia 50, significa que la unidad de control 60 controla el encendido/apagado del conmutador de condensador SW2.

10 En un estado en el que está cerrado el conmutador de encendido/apagado SW1 40, si se enciende el conmutador de condensador SW2, se genera una corriente de irrupción que hace que las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 fluyan instantáneamente al condensador C2, para depositar un punto de contacto del conmutador de condensador SW2. El dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 se proporciona para evitar que el conmutador de condensador SW2 sea dañado por la corriente de irrupción. Por lo tanto, el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 incluye al menos uno de un resistor, un dispositivo de coeficiente de temperatura negativo (NTC) y un inductor para convertir la corriente de irrupción en un tipo diferente de energía o evitar que la corriente de irrupción sea aplicada excesivamente al conmutador de condensador SW2.

15 La unidad de control 60 varía la capacitación entera del motor lineal 10 controlando la unidad de variación de capacitancia 50. Es decir, la unidad de control 60 cambia la salida del compresor lineal, esto es, la fuerza de enfriamiento variando la capacitancia y también variando una frecuencia de operación mediante el cuerpo de bobinado de bobina L. Especialmente, el tamaño de salida del compresor lineal se debe variar según una carga. No obstante, la salida del compresor lineal se puede aumentar o disminuir con independencia de la carga. La operación de control de la unidad de control 60 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará más tarde con referencia a las Fig. 5 y 6.

20 La Fig. 4 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según un segundo ejemplo útil para comprender la presente invención.

30 Como se describe en la Fig. 4, el aparato de control para el compresor lineal incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie al cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50a que tiene un extremo conectado a un extremo del condensador C1 y el otro extremo conectado a un devanado T del cuerpo de bobinado de bobina L, la unidad de variación de capacitancia 50a que está conectada en paralelo con el condensador C1, y la unidad de control 60 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50a para cambiar una salida del compresor lineal.

35 Aquí, el conmutador de encendido/apagado SW1 40, el cuerpo de bobinado de bobina L y el condensador C1 de la Fig. 4 son idénticos a los de la Fig. 3 con los mismos números de referencia.

40 La unidad de variación de capacitancia 50a de la Fig. 4 se forma conectando un condensador C3 y un conmutador de condensador SW2 en serie. De manera diferente de la unidad de variación de capacitancia 50 de la Fig. 3, la unidad de variación de capacitancia 50a de la Fig. 4 no incluye el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52. El otro extremo de la unidad de variación de capacitancia 50a se conecta directamente al devanado T del cuerpo de bobinado de bobina L, de manera que la bobina entre el condensador C1 y el devanado T puede servir como un inductor. Incluso si se genera una corriente de irrupción, la corriente de irrupción no daña el conmutador de condensador SW2. Es decir, el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 de la Fig. 3 no es necesario conectando la unidad de variación de capacitancia 50a al cuerpo de bobinado de bobina L. Como resultado, se reduce el área ocupada por el motor lineal 10 y se reduce el coste de producción. Por ejemplo, un resistor consume la corriente de irrupción mediante emisión de calor. Como la emisión de calor por la corriente se realiza continuamente durante la operación, se eleva la temperatura del motor lineal 10. Además, cuando una temperatura ambiente es alta, un valor de resistencia de un dispositivo NTC se reduce para no interceptar eficazmente la corriente de irrupción. Además, dado que un inductor es relativamente grande, el inductor ocupa una gran área en el compresor lineal. Los problemas antes mencionados se pueden observar resolver conectando la unidad de variación de capacitancia 50a al cuerpo de bobinado de bobina L.

45 La unidad de variación de capacitancia 50a se puede proporcionar en un número múltiple y conectar en paralelo con el condensador C1. Aquí, se pueden usar uno o más devanados T para las unidades de variación de capacitancia 50a.

50 El condensador C3 es idéntico al condensador C2 de la Fig. 3 en la característica de elemento (incluyendo el tamaño de la capacitancia) y la función. Cuando la unidad de control 60 controla la unidad de variación de capacitancia 50a, significa que la unidad de control 60 controla el encendido/apagado del conmutador de condensador SW2.

- La unidad de control 60 varía la capacitancia entera del motor lineal 10 controlando la unidad de variación de capacitancia 50a. Es decir, la unidad de control 60 cambia la salida del compresor lineal, esto es, la fuerza de enfriamiento variando la capacitancia y también variando una frecuencia operación por el cuerpo de bobinado de bobina L. Especialmente, el tamaño de salida del compresor lineal se debe variar según una carga. No obstante, la salida del compresor lineal se puede aumentar o disminuir con independencia de la carga. La operación de control de la unidad de control 60 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará ahora con referencia a las Fig. 5 y 6.
- La Fig. 5 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 3 y 4 según un primer ejemplo útil para comprender la presente invención. En la etapa inicial, la unidad de control 60 cierra el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y el condensador C1, de manera que el compresor lineal puede generar una salida predeterminada.
- En el paso S51, la unidad de control 60 decide si el compresor lineal necesita generar una fuerza de enfriamiento adicional. Como se describió anteriormente, la fuerza de enfriamiento se puede requerir según la carga o con independencia de la carga. Tal decisión se toma adecuadamente en cada caso. Si se requiere la fuerza de enfriamiento (si se requiere el control de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S52, y si no, (si no se requiere el control de fuerza de enfriamiento alta, esto es, si se mantiene el control de fuerza de enfriamiento baja, o si se termina el control de fuerza de enfriamiento alta actual y se inicia el control de fuerza de enfriamiento baja), la rutina va al paso S55.
- En el paso S52, la unidad de control 60 apaga (abre) el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 60 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos), de manera que se pueden consumir en alguna medida las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1.
- En el paso S53, la unidad de control 60 enciende (cierra) el conmutador de condensador SW2 controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. La unidad de control 60 mantiene el estado encendido (SW1 está apagado y SW2 esta encendido), de manera que se puedan consumir casi completamente las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1. Tal consumo se lleva a cabo por el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 o alguna bobina del cuerpo de bobinado de bobina L.
- En el paso S54, la unidad de control 60 enciende (cierra) el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al condensador C1 y la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a (esto es, el condensador C2 o C3). A medida que aumenta la capacitancia entera, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta.
- En el paso S55, la unidad de control 60 decide si el conmutador de condensador SW2 se enciende actualmente, esto es, se cierra. Si el conmutador de condensador SW2 se enciende (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S56, y si no, se termina la rutina, y se mantiene como está la operación de fuerza de enfriamiento baja actual.
- En el paso S56, la unidad de control 60 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 60 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado como en el paso S52. La unidad de control 60 omite S56 y realiza S57, la corriente de irrupción generada por las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 o C3 fluye al conmutador de encendido/apagado SW1 40 y daña el conmutador de encendido/apagado SW1 40. Por lo tanto, es necesario el paso S56.
- En el paso S57, la unidad de control 60 apaga (abre) el conmutador de condensador SW2. La unidad de control 60 mantiene el estado abierto durante un tiempo predeterminado, de manera que se pueden consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3, especialmente en el condensador C2 o C3.
- En el paso S58, la unidad de control 60 enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia a través del condensador C1 y el cuerpo de bobinado de bobina L. A medida que disminuye la capacitancia entera, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento baja.
- Según el método de control del primer ejemplo útil para comprender la presente invención, la unidad de control 60 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 antes de variar la capacitancia entera controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. Por lo tanto, además de la configuración de prevención de corriente de irrupción de las Fig. 3 y 4, la unidad de control 60 evita una corriente de irrupción adicional.
- La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 3 y 4 según un segundo ejemplo útil para comprender la presente invención.
- En el paso S61, la unidad de control 60 decide si detener el compresor lineal que realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta o la operación de fuerza de enfriamiento baja. Aquí, la unidad de control 60 detiene la operación del compresor lineal según un comando del aparato con compresor lineal montado, o cuando es suficiente la fuerza de enfriamiento. Si la unidad de control 60 intenta detener la operación del compresor lineal, la rutina va al paso S62, y si la unidad de control 60 intenta mantener la operación actual del compresor lineal, se termina la rutina.

En el paso S62, la unidad de control 60 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para no aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y al condensador C1 y/o al condensador C2 o C3 nunca más, de manera que se puedan consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3. La unidad de control 60 mantiene el estado apagado del conmutador de encendido/apagado SW1 40 durante un tiempo predeterminado.

En el paso S63, la unidad de control 60 decide si se enciende el conmutador de condensador SW2. Si se enciende el conmutador de condensador SW2 (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S64, y si no, (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento baja), se termina la rutina.

En el paso S64, la unidad de control 60 apaga el conmutador de condensador SW2, de manera que se puedan consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 o C3 y/o el condensador C1.

Como se describió anteriormente, en el caso de que la unidad de control 60 detenga la operación del compresor lineal, la unidad de control 60 apaga preferentemente el conmutador de encendido/apagado SW1 40, y luego apaga el conmutador de condensador SW2, evitando por ello que el conmutador SW2 o SW1 sea dañado por la corriente de irrupción.

La Fig. 7 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según un tercer ejemplo útil para comprender la presente invención. Como se ilustra en la Fig. 7, el aparato de control para el compresor lineal incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50 conectada en paralelo con el condensador C1, unidades de detección de voltaje 61 y 62 para detectar voltajes de ambos extremos Vc1 y Vc2 de cada uno del condensador C1 y del condensador C2 (o la unidad de variación de capacitancia 50), y una unidad de control 70 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50 para cambiar una salida del compresor lineal.

Aquí, el conmutador de encendido/apagado SW1 40, el cuerpo de bobinado de bobina L, el condensador C1 y la unidad de variación de capacitancia 50 de la Fig. 7 son idénticos a los de la Fig. 3 con los mismos números de referencia.

Cuando se enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40, la unidad de detección de voltaje 61 detecta el voltaje de ambos extremos Vc1 del condensador C1. Cuando se encienden el conmutador de encendido/apagado SW1 40 y el conmutador de condensador SW2, la unidad de detección de voltaje 62 detecta el voltaje de ambos extremos del condensador C2 o el voltaje de ambos extremos Vc2 de la unidad de variación de capacitancia 50. Si se varía la potencia aplicada al motor lineal 10, el voltaje de la potencia variada influye directamente en los voltajes de ambos extremos Vc1 y Vc2 del condensador C1 y el condensador C2 o la unidad de variación de capacitancia 50. El grado de variación de la potencia aplicada se puede comprobar con precisión detectando los voltajes Vc1 y Vc2. Como se mencionó anteriormente, dado que el condensador C1 tiene una capacitancia mayor que el condensador C2, se puede usar el voltaje Vc1. También se puede usar el voltaje de ambos extremos Vc2 de la unidad de variación de capacitancia 50.

La unidad de control 70 varía la capacitancia entera del motor lineal 10 controlando la unidad de variación de capacitancia 50. Es decir, la unidad de control 70 cambia la salida del compresor lineal, esto es, la fuerza de enfriamiento variando la capacitancia y también variando una frecuencia de operación mediante el cuerpo de bobinado de bobina L. Especialmente, la unidad de control 70 reconoce el grado de variación de la potencia aplicada por la unidad de detección de voltaje 61 o 62. Si se disminuye un voltaje detectado (incluyendo al menos uno de Vc1 y Vc2) (especialmente en la operación de fuerza de enfriamiento baja), la salida disminuye. La operación de fuerza de enfriamiento alta se requiere para mantener la salida actual. Por consiguiente, la unidad de control 70 realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta. Si se eleva el voltaje detectado Vc (especialmente en la operación de fuerza de enfriamiento alta), la salida disminuye. La operación de fuerza de enfriamiento baja se requiere para mantener la salida actual. Por lo tanto, la unidad de control 70 realiza la operación de fuerza de enfriamiento baja. La operación de control de la unidad de control 70 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará más tarde con referencia la Fig. 9.

La Fig. 8 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según un cuarto ejemplo útil para comprender la presente invención. Con referencia la Fig. 8, el motor lineal 10 (esto es, el aparato de control para el compresor lineal) incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50a que tiene un extremo conectado a un extremo del condensador C1 y el otro extremo conectado a un devanado T del cuerpo de bobinado de bobina L, la unidad de variación de capacitancia 50a que está conectada en paralelo con el condensador C1, las unidades de detección de voltaje 61 y 63 para detectar los voltajes de ambos extremos Vc1 y Vc3 de cada uno del condensador C1 y del condensador C3 (o la unidad de variación de capacitancia 50a), y una unidad de control 70 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50a para cambiar una salida del compresor lineal.

Aquí, el conmutador de encendido/apagado SW1 40, el cuerpo de bobinado de bobina L, el condensador C1 y la unidad de variación de capacitancia 50a de la Fig. 8 son idénticos a los de la Fig. 4 con los mismos números de referencia.

5 Cuando se enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40, la unidad de detección de voltaje 61 detecta el voltaje de ambos extremos Vc1 del condensador C1. Cuando se enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40 y el conmutador de condensador SW2, la unidad de detección de voltaje 63 detecta el voltaje de ambos extremos del condensador C3 o el voltaje de ambos extremos Vc3 de la unidad de variación de capacitancia 50a. Cuando se varía la potencia aplicada al motor lineal 10, el voltaje de la potencia variada influye directamente en los voltajes de ambos extremos Vc1 y Vc3 del condensador C1 y el condensador C3 o la unidad de variación de capacitancia 50a. El grado de variación de la potencia aplicada se puede comprobar con precisión detectando los voltajes Vc1 y Vc3. Como se describió anteriormente, dado que el condensador C1 tiene una capacitancia mayor que el condensador C3, se puede usar el voltaje Vc1. También se puede usar el voltaje de ambos extremos Vc3 de la unidad de variación de capacitancia 50a o del condensador C3.

15 La unidad de control 70 varía la capacitancia entera del motor lineal 10 controlando la unidad de variación de capacitancia 50a. Es decir, la unidad de control 70 cambia la salida del compresor lineal, esto es, la fuerza de enfriamiento variando la capacitancia y también variando la frecuencia de operación mediante el cuerpo de bobinado de bobina L. Especialmente, la unidad de control 70 reconoce el grado de variación de la potencia aplicada por la unidad de detección de voltaje 61 o 63. Si el voltaje detectado Vc (que incluye al menos uno de Vc1 y Vc3) se disminuye (especialmente en la operación de fuerza de enfriamiento baja), la salida disminuye. La operación de fuerza de enfriamiento alta se requiere para mantener la salida actual. Por consiguiente, la unidad de control 70 realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta. Si se eleva el voltaje detectado Vc (especialmente en la operación de fuerza de enfriamiento alta), la salida aumenta. La operación de fuerza de enfriamiento baja se requiere para mantener la salida actual. Por lo tanto, la unidad de control 70 realiza la operación de fuerza de enfriamiento baja. La operación de control de la unidad de control 70 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará ahora con referencia la Fig. 9.

La Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 7 y 8.

30 En la etapa inicial, la unidad de control 70 cierra el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y el condensador C1, de manera que el compresor lineal puede generar una salida predeterminada. En lo sucesivo, se presume que la unidad de control 70 usa el voltaje de ambos extremos Vc1 del condensador C1 como el voltaje Vc.

35 En el paso S71, la unidad de control 70 recibe el voltaje de ambos extremos Vc del condensador C1 desde la unidad de detección de voltaje 61, y compara el voltaje de ambos extremos Vc con un voltaje de sobrecarga Vo. El voltaje de sobrecarga Vo es un valor almacenado previamente de la unidad de control 70. El voltaje de sobrecarga Vo indica que el compresor lineal puede someterse a una sobrecarga o realizar una operación anormal, y refleja un valor de la potencia de aplicación de Vo. Por lo tanto, la unidad de control 70 compara el voltaje Vc con el voltaje de sobrecarga Vo. Si el voltaje Vc es menor que el voltaje de sobrecarga Vo, la rutina va al paso S72, y si el voltaje Vc es mayor o igual que el voltaje de sobrecarga Vo, la rutina va al paso S80 para interceptar la potencia aplicada.

40 En el paso S72, la unidad de control 70 comprueba si se ha cambiado la potencia aplicada al compresor lineal, y realiza una operación para mantener una fuerza de enfriamiento actual en los siguientes pasos S73 a S79. Aquí, un voltaje de referencia Vr se compara con el voltaje Vc. El voltaje referencia Vr significa un voltaje de tamaño óptimo para permitir a la unidad de control 70 realizar de manera estable las operaciones de fuerza de enfriamiento alta y baja. En el caso de que la potencia aplicada se varíe desde 187 a 250V, el voltaje de referencia Vr se fija para tener un valor, por ejemplo, 220V, o se fija dentro de un intervalo predeterminado (200 a 240V). En el paso S72, si el voltaje Vc es menor que el voltaje referencia Vr, la salida disminuye. Para resolver este problema, la unidad de control 70 va al paso S73 para la operación de fuerza de enfriamiento alta. Si el voltaje Vc es mayor o igual que el voltaje de referencia Vr, la salida aumenta. Para evitar esto, la unidad de control 70 va al paso S76 para la operación de fuerza de enfriamiento baja.

50 En el paso S73, la unidad de control 70 apaga (abre) el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 70 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos), de manera que se puedan consumir en alguna medida las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1.

55 En el paso S74, la unidad de control 70 enciende (cierra) el conmutador de condensador SW2 controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. La unidad de control 60 mantiene el estado encendido (SW1 está apagado y SW2 está encendido), de manera que se puedan consumir casi completamente las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1. Tal consumo se lleva a cabo por el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 o alguna bobina del cuerpo de bobinado de bobina L.

En el paso S75, la unidad de control 70 enciende (cierra) el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al condensador C1 y la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a (esto es, el condensador C2 o C3). A medida que aumenta la capacitancia entera, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta.

5 En el paso S76, la unidad de control 70 decide si el conmutador de condensador SW2 se enciende actualmente, esto es, se cierra. Si el conmutador de condensador SW2 se enciende (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S77, y si no, se termina la rutina, y se mantiene como está la operación de fuerza de enfriamiento baja actual.

10 En el paso S77, la unidad de control 70 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 70 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado como en el paso S73. Si la unidad de control 70 omite S77 y realiza S78, la corriente de irrupción generada por las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 fluye al conmutador de encendido/apagado SW1 40 y daña el conmutador de encendido/apagado SW1 40. Por lo tanto, es necesario el paso S77.

15 En el paso S78, la unidad de control 70 apaga (abre) el conmutador de condensador SW2. La unidad de control 70 mantiene el estado abierto durante un tiempo predeterminado, de manera que se pueden consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3, especialmente en el condensador C2 o C3. En el caso de que la pluralidad de unidades de variación de capacitancia 50 o 50a estén conectadas en paralelo, la unidad de control 70 abre o cierra cada conmutador de condensador SW2, variando por ello de distinta manera la capacitancia.

20 En el paso S79, la unidad de control 70 enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia a través del condensador C1 y del cuerpo de bobinado de bobina L. A medida que la capacitancia entera disminuye, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento baja.

25 En el paso S80, la unidad de control 70 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para no aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y al condensador C1 y/o al condensador C2 o C3 nunca más, de manera que se pueden consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3. La unidad de control 70 mantiene el estado apagado del conmutador de encendido/apagado SW1 40 durante un tiempo predeterminado.

En el paso S81, la unidad de control 70 decide si se enciende el conmutador de condensador SW2. Si se enciende el conmutador de condensador SW2 (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S82, y si no (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento baja), se termina la rutina.

30 En el paso S82, la unidad de control 70 apaga el conmutador de condensador SW2, de manera que se puedan consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 o C3 y/o el condensador C1.

35 Según el método de control anterior, la unidad de control 70 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 antes de variar la capacitancia entera controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. Como resultado, además de la configuración de prevención de corriente de irrupción de las Fig. 7 y 8, la unidad de control 70 evita una corriente de irrupción adicional.

En el caso de que la unidad de control 70 detenga la operación del compresor lineal, la unidad de control 70 apaga preferentemente el conmutador de encendido/apagado SW1 40, y luego apaga el conmutador de condensador SW2, evitando por ello que el conmutador SW2 o SW1 sea dañado por la corriente de irrupción.

40 La Fig. 10 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según una primera realización de la presente invención. Como se muestra la Fig. 10, el aparato de control para el compresor lineal incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie al cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50 conectada en paralelo con el condensador C1, unidades de
45 detección de voltaje 61 y 62 para detectar voltajes de ambos extremos Vc1 y Vc2 de cada uno del condensador C1 y el condensador C2 (o la unidad de variación de capacitancia 50), una unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 para detectar un voltaje Vi y una frecuencia Fi de la potencia aplicada, y una unidad de control 80 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50 para cambiar una salida del compresor lineal.

50 Aquí, el conmutador de encendido/apagado SW1 40, el cuerpo de bobinado de bobina L, el condensador C1, la unidad de variación de capacitancia 50 y las unidades de detección de voltaje 61 y 62 de la Fig. 10 son idénticos a los de la Fig. 7 con los mismos números de referencia.

55 La unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 detecta el voltaje Vi y la frecuencia Fi de la potencia aplicada. Aquí, el voltaje Vi y la frecuencia Fi son factores que influyen directamente en la salida del compresor lineal. La unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 se debe proporcionar para controlar el grado de variación de potencia en consideración del voltaje Vi y la frecuencia Fi.

La unidad de control 80 varía la capacitancia entera del motor lineal 10 controlando la unidad de variación de capacitancia 50. Es decir, la unidad de control 80 cambia la salida del compresor lineal, esto es, la fuerza de enfriamiento variando la capacitancia y también variando una frecuencia de operación mediante el cuerpo de bobinado de bobina L.

5 Especialmente, con el fin de juzgar el grado de variación de la potencia aplicada, la unidad de control 80 calcula un voltaje de modo V_m mediante una función que incluye el voltaje V_i y la frecuencia F_i a partir de la unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 como factores, y compara el voltaje de modo V_m con un valor de referencia predeterminado a (a es una constante). Es decir, el voltaje de modo V_m se calcula mediante la función del voltaje V_i y la frecuencia F_i . Las influencias, esto es, los grados de influencia del voltaje V_i y la frecuencia F_i sobre la fuerza de enfriamiento, esto es, la salida del compresor lineal puede ser diferentes. No es razonable de esta manera comparar el voltaje V_i y la frecuencia F_i con un voltaje de referencia y una frecuencia de referencia, respectivamente. Diversas funciones tales como una función lineal y una función cuadrática se pueden usar como la función para calcular el voltaje de modo V_m con el fin de manifestar con precisión tales grados de influencia. En esta realización, el voltaje de modo V_m se representa mediante la siguiente fórmula 2.

15 Formula 2

$$V_m = V_i + (F_i - b) \times a$$

Aquí, a y b son constantes con un tamaño predeterminado. Además, la unidad de control 80 reconoce el grado de variación de la potencia aplicada por la unidad de detección de voltaje 61 o 62. Si un voltaje detectado V_c (que incluye al menos uno de V_{c1} y V_{c2}) es menor que un voltaje de sobrecarga V_o , la unidad de control 80 mantiene la salida actual. Si el voltaje detectado V_c es mayor o igual que el voltaje de sobrecarga V_o , la unidad de control 80 detiene la fuente de alimentación para superar una sobrecarga. La operación de control de la unidad de control 80 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará más tarde con referencia a la Fig. 12.

La Fig. 11 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según una segunda realización de la invención. Como se representa en la Fig. 11, el aparato de control para el compresor lineal incluye un conmutador de encendido/apagado SW1 40 para recibir potencia y suministrar potencia al motor lineal 10, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, un condensador C1 conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina L, una unidad de variación de capacitancia 50a que tiene un extremo conectado a un extremo del condensador C1 y el otro extremo conectado a un devanado T del cuerpo de bobinado de bobina L, la unidad de variación de capacitancia 50a que está conectada en paralelo con el condensador C1, las unidades de detección de voltaje 61 y 63 para detectar voltajes de ambos extremos V_{c1} y V_{c3} de cada uno del condensador C1 y del condensador C3 (o la unidad de variación de capacitancia 50a), una unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 para detectar un voltaje V_i y una frecuencia F_i de la potencia aplicada, y una unidad control 80 para controlar la unidad de variación de capacitancia 50a para cambiar una salida del compresor lineal.

35 Aquí, el conmutador de encendido/apagado SW1 40, el cuerpo de bobinado de bobina L, el condensador C1, la unidad de variación de capacitancia 50a y las unidades de detección de voltaje 61 y 63 de la Fig. 11 son idénticos a los de la Fig. 8 con los mismos números de referencia.

La unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 de la Fig. 11 es idéntica a la unidad de detección de voltaje y frecuencia 65 de la Fig. 10.

40 La unidad de control 80 es idéntica a la unidad control 80 de la Fig. 10 y se opera de la misma manera. No obstante, la unidad de control 80 usa el voltaje V_{c3} detectado por la unidad de detección de voltaje 63, no la unidad de detección de voltaje 62 de la Fig. 10. Es decir, la unidad de control 80 reconoce el grado de variación de la potencia aplicada por la unidad de detección de voltaje 61 o 63. Si un voltaje detectado V_c (que incluye al menos uno de V_{c1} y V_{c3}) es menor que un voltaje de sobrecarga V_o , la unidad de control 80 mantiene la salida actual. Si el voltaje detectado V_c es mayor o igual que el voltaje de sobrecarga V_o , la unidad de control 80 detiene la fuente de alimentación para superar una sobrecarga. La operación de control de la unidad de control 80 para cambiar la salida y evitar la corriente de irrupción se explicará ahora con referencia a la Fig. 12.

La Fig. 12 es un diagrama de flujo que muestra pasos secuenciales de un método de control de los aparatos de control de las Fig. 10 y 11.

50 En la etapa inicial, la unidad de control 80 cierra el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y al condensador C1, de manera que el compresor lineal puede generar una salida predeterminada. En lo sucesivo, se presume que la unidad de control 80 usa el voltaje de ambos extremos V_{c1} del condensador C1 como el voltaje V_c .

En el paso S91, la unidad de control 80 recibe el voltaje de ambos extremos V_c a partir de la unidad de detección de voltaje 61, y compara el voltaje de ambos extremos V_c con el voltaje de sobrecarga V_o . El voltaje de sobrecarga V_o es un valor almacenado previamente de la unidad de control 80. El voltaje de sobrecarga V_o indica que el compresor lineal se puede someter a una sobrecarga o realizar una operación anormal, y refleja un valor de la potencia de

aplicación de V_c . Por lo tanto, la unidad de control 80 compara el voltaje V_c con el voltaje de sobrecarga V_o . Si el voltaje V_c es menor que el voltaje de sobrecarga V_o , la rutina va al paso S92, y si el voltaje V_c es mayor o igual que el voltaje de sobrecarga V_o , la rutina va al paso S100 para interceptar la potencia aplicada.

5 En el paso S92, la unidad de control 80 comprueba si se ha cambiado la potencia aplicada al compresor lineal, y realiza una operación para mantener una fuerza de enfriamiento actual en los siguientes pasos S93 a S99. Aquí el valor de referencia a se compara con el voltaje de modo V_m . El valor de referencia a significa un valor óptimo para permitir que la unidad de control 80 realice de manera estable las operaciones de fuerza de enfriamiento alta y baja. El valor de referencia a se puede fijar que tenga un valor, o fijar dentro de un intervalo predeterminado. En el paso S92, si el voltaje de modo V_m es menor que el valor de referencia a , la salida disminuye. Para resolver este problema, la unidad de control 80 va al paso S93 para la operación de fuerza de enfriamiento alta. Si el voltaje de modo V_m es mayor o igual que el valor de referencia a , la salida aumenta. Para evitar esto, la unidad de control 80 va al paso S96 para la operación de fuerza de enfriamiento baja.

15 En el paso S93, la unidad de control 80 apaga (abre) el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 80 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos), de manera que se puedan consumir en alguna medida las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1.

20 En el paso S94, la unidad de control 80 enciende (cierra) el conmutador de condensador SW2 controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. La unidad de control 80 mantiene el estado encendido (SW1 está apagado y SW2 está encendido), de manera que se puedan consumir casi completamente las cargas eléctricas cargadas el condensador C1. Tal consumo se lleva a cabo por el dispositivo de prevención de corriente de irrupción 52 o alguna bobina del cuerpo de bobinado de bobina L.

En el paso S95, la unidad de control 80 enciende (cierra) el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia al condensador C1 y la unidad de variación de la capacitancia 50 o 50a (esto es, el condensador C2 o C3). A medida que la capacitancia entera aumenta, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento alta.

25 En el paso S96, la unidad de control 80 decide si está encendido actualmente el conmutador de condensador SW2, esto es, cerrado. Si el conmutador de condensador SW2 está encendido (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S97, y si no, se termina la rutina, y se mantiene como está la operación de fuerza de enfriamiento baja actual.

30 En el paso S97, la unidad de control 80 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40. La unidad de control 80 mantiene el estado apagado durante un tiempo predeterminado como en el paso S93. Si la unidad de control 80 omite S97 y realiza S98, la corriente de irrupción generada por las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 fluye al conmutador de encendido/apagado SW1 40 y daña el conmutador de encendido/apagado SW1 40. Por lo tanto, es necesario el paso S97.

35 En el paso S98, la unidad de control 80 apaga (abre) el conmutador de condensador SW2. La unidad de control 80 mantiene el estado abierto durante un tiempo predeterminado, de manera que se pueden consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3, especialmente en el condensador C2 o C3. En el caso de que la pluralidad de unidades de variación de capacitancia 50 o 50a estén conectada en paralelo, la unidad de control 80 abre o cierra cada conmutador de condensador SW2, variando por ello de distinta manera la capacitancia.

40 En el paso S99, la unidad de control 80 enciende el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para aplicar potencia a través del condensador C1 y el cuerpo de bobinado de bobina L. A medida que la capacitancia entera disminuye, se realiza la operación de fuerza de enfriamiento baja.

45 En el paso S100, la unidad de control 80 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 para no aplicar potencia al cuerpo de bobinado de bobina L y al condensador C1 y/o al condensador C2 o C3 nunca más, de manera que se puedan consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C1 y/o el condensador C2 o C3. La unidad de control 80 mantiene el estado apagado del conmutador de encendido/apagado SW1 40 durante un tiempo predeterminado.

En el paso S101, la unidad de control 80 decide si se enciende el conmutador de condensador SW2. Si se enciende el conmutador de condensador SW2 (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento alta), la rutina va al paso S102, y si no (si se realiza actualmente la operación de fuerza de enfriamiento baja), se termina la rutina.

50 En el paso S102, la unidad de control 80 apaga el conmutador de condensador SW2, de manera que se puedan consumir las cargas eléctricas cargadas en el condensador C2 o C3 y/o el condensador C1.

55 Según el método de control anterior de la presente invención, la unidad de control 80 apaga el conmutador de encendido/apagado SW1 40 antes de variar la capacitancia entera controlando la unidad de variación de capacitancia 50 o 50a. Por lo tanto, además de la configuración de prevención de corriente de irrupción de las Fig. 10 y 11, la unidad de control 80 evita una corriente de irrupción adicional.

En el caso de que la unidad de control 80 detenga la operación del compresor lineal, la unidad de control 80 apaga preferiblemente el conmutador de encendido/apagado SW1 40, y luego apaga el conmutador de condensador SW2, evitando por ello que el conmutador SW2 o SW1 sea dañado por la corriente de irrupción.

5 La Fig. 13 es una vista de circuito que ilustra un aparato de control adicional para un compresor lineal según un quinto ejemplo útil para comprender la presente invención. Con referencia a la Fig. 13, el aparato de control para el compresor lineal incluye una unidad de fuente de alimentación constante 66 para recibir potencia externa y convertir la potencia en potencia constante, un cuerpo de bobinado de bobina L (idéntico al cuerpo de bobinado de bobina 14a de la Fig. 2) enrollado en la dirección circular del compresor lineal, para recibir la potencia constante para variar de distinta manera una inductancia, un condensador C conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina L, para recibir la potencia constante, un medio de rama 55 para aplicar potencia a parte o todo el cuerpo de bobinado de bobina L, y una unidad de control 90 para controlar la unidad de fuente de alimentación constante 66 y el medio de rama 55 para ajustar una fuerza de enfriamiento según una carga.

15 En detalle, la unidad de fuente de alimentación constante 66 recibe la potencia externa que tiene posibilidad de variación, y aplica una potencia constante con un tamaño predeterminado de voltaje constante, potencia constante con un tamaño predeterminado de frecuencia constante, o potencia constante con un tamaño predeterminado de voltaje constante y un tamaño predeterminado de frecuencia constante al condensador C y el cuerpo de bobinado de bobina L. La unidad de fuente de alimentación constante 66 se puede proporcionar como un circuito electrónico que usa un inversor o un triac.

20 Aquí, el tamaño del voltaje constante y el tamaño de la frecuencia constante son fijos como valores únicos, respectivamente, de manera que la unidad de fuente de alimentación constante 66 puede aplicar siempre la potencia constante con el mismo tamaño de voltaje constante y/o frecuencia constante. Además, la unidad de fuente de alimentación constante 66 puede convertir la potencia aplicada externamente en potencia constante con un tamaño diferente de voltaje constante y/o frecuencia constante mediante el control de la unidad de control 90. La unidad de fuente de alimentación constante 66 evita que la salida sea cambiada debido a la variación de la potencia externa que tiene posibilidad de variación, aplicando la potencia constante al condensador C y al cuerpo de bobinado de bobina L, y causa el cambio de salida natural antes mencionado controlando automáticamente en la carrera de movimiento alterno del pistón 6 según la carga (por ejemplo, carga baja, carga media, carga alta, sobrecarga, etc.). Es decir, el cambio de salida natural se logra cuando la carrera de movimiento alterno del pistón 6 en carga baja es diferente de la carrera de movimiento alternativo del pistón 6 en sobrecarga. Especialmente, el pistón 6 se mueve 25 alternativamente preferiblemente al centro muerto superior (TDC) en sobrecarga.

El condensador C que recibe la potencia constante está conectado a un extremo del cuerpo de bobinado de bobina L, y un terminal de conexión 55c del medio de rama 55 está formado en el otro extremo del cuerpo de bobinado de bobina L. Un terminal de conexión 55b está conectado a un punto medio M (o una línea de rama del punto medio M) del cuerpo de bobinado de bobina L.

35 El condensador C es un elemento constitucional para determinar la frecuencia de operación del circuito f del aparato de control con el cuerpo de bobinado de bobina L. Aquí, los tamaños del condensador C y el cuerpo de bobinado de bobina L se deben diseñar de manera que la frecuencia operación f se pueda ecualizar a la frecuencia natural f_n en la salida máxima (por ejemplo, la operación de sobrecarga) del motor lineal 10 (diseño de punto resonante). La frecuencia natural f_n se estima considerando la constante de muelle mecánico K_m y la constante de muelle de gas K_g , o disminuyendo la constante de muelle mecánico K_m y aumentando la influencia de la constante de muelle de gas K_g . Mediante este diseño, en la carga que requiere la salida máxima, el pistón 6 del motor lineal 10 se mueve 40 alternativamente al TDC de la Fig. 2, y en la carga por debajo de la salida máxima, el pistón 6 del motor lineal 10 se mueve alternativamente según la carga.

45 El medio de rama 55 incluye un elemento de conmutación 55a conectado a la unidad de fuente de alimentación constante 66, para aplicar selectivamente la potencia constante al terminal de conexión 55b o 55c, y los terminales de conexión 55b y 55c (o devanados) conectados al punto medio M y el otro extremo del cuerpo de bobinado de bobina L, respectivamente, para aplicar la potencia constante al cuerpo de bobinado de bobina L mediante conexión al elemento de conmutación 55a. El medio de rama 55 aplica la potencia constante a parte o todo el cuerpo de bobinado de bobina L operando el elemento de conmutación 55a según la señal de selección de la unidad de control 90. Aquí, se pueden proporcionar dos o más terminales de conexión 55b y 55c. En la etapa inicial, el medio de rama 55 conecta el elemento de conmutación 55a al terminal de conexión 55c.

55 La unidad de control 90 controla preferiblemente la unidad de fuente de alimentación constante 66 para recibir la potencia externa, convertir la potencia en un tamaño predeterminado de potencia constante, y aplicar la potencia constante al condensador C y al cuerpo de bobinado de bobina L. Por consiguiente, el motor lineal 10 puede cambiar automáticamente la salida del pistón 6 según la carga.

El cambio de salida automático se muestra claramente en la Fig. 14 que es un gráfico de capacidad de enfriamiento del aparato de control de la Fig. 13. El gráfico de capacidad de enfriamiento muestra cambios de la capacidad de enfriamiento mediante una carga (una temperatura, una temperatura ambiente, etc.), tal como una carga baja (a), una carga media (b), una carga alta (c) y una sobrecarga (d). Especialmente, la capacidad de enfriamiento tiene un

5 tamaño casi constante después de la sobrecarga (d). Como se describió anteriormente, el pistón 6 se mueve alternativamente al TDC en la sobrecarga (d), y se mueve alternativamente a una carrera correspondiente en la carga por debajo de la sobrecarga (d). Además del cambio de salida automático, incluso si se varía la potencia externa, dado que se aplica el tamaño predeterminado de potencia constante, el gráfico de capacidad enfriamiento de la Fig. 14 se cambia lentamente para accionar de manera estable el ciclo de enfriamiento. Además del cambio de salida automático y el ciclo de enfriamiento estable, dado que la frecuencia operación de circuito f del aparato de control se ecualiza a la frecuencia natural f_n en la salida máxima (sobrecarga), el pistón 6 se mueve alternativamente al TDC en la salida máxima, maximizando por ello la eficiencia de enfriamiento. En el compresor lineal convencional, dado que la frecuencia de operación de circuito f se ecualiza a la frecuencia natural f_n en la salida de carga alta, se reduce la capacidad de enfriamiento en la salida máxima (sobrecarga).
10

La unidad de control 90 puede cambiar la capacidad de enfriamiento según una salida solicitada. Aquí, la salida solicitada significa todas las variaciones de salida solicitadas por el ciclo de enfriamiento o el usuario. Un primer método para cambiar la capacidad de enfriamiento controla la unidad de fuente de alimentación constante 66, y un segundo método para cambiar la capacidad de enfriamiento controla el medio de rama 55.

15 El primer método para cambiar la capacidad de enfriamiento cambia el tamaño de la potencia constante convertida en la unidad de fuente de alimentación constante 66. Por ejemplo, con el fin de aumentar la salida, la unidad de control 90 aumenta el tamaño de la potencia constante convertida en la unidad de fuente de alimentación constante 66, o disminuye el tamaño de la frecuencia constante. Cuando la salida aumenta, el gráfico de la Fig. 14 se mueve hacia arriba (se puede variar el gradiente del gráfico). Con el fin de disminuir la salida, la unidad de control 90 disminuye el tamaño de la potencia constante convertida en la unidad de fuente de alimentación constante 66, o aumenta el tamaño de la frecuencia constante. Cuando la salida disminuye, el gráfico de la Fig. 14 se mueve hacia abajo (se puede variar el gradiente del gráfico). En otra ocasión, la unidad de control 90 aumenta el tamaño de la frecuencia constante para aumentar la salida en la operación de enfriamiento inicial, y disminuye el tamaño de la frecuencia constante para disminuir la salida.
20

25 El segundo método para cambiar la capacidad de enfriamiento ajusta la longitud del cuerpo de bobinado de bobina L recibiendo la potencia constante, controlando el medio de rama 55. El gráfico de la Fig. 14 se deduce cuando el elemento de conmutación 55a del medio de rama 55 está conectado al terminal de conexión 55c. Si la unidad de control 90 conecta el elemento de conmutación 55a con el terminal de conexión 55b controlando el medio de rama 55, la potencia constante se aplica solamente a la parte L1 del cuerpo de bobinado de bobina L, disminuyendo por ello la salida. Por lo tanto, el gráfico de la Fig. 14 se mueve hacia abajo (se puede variar el gradiente del gráfico). Es decir, si se alarga el cuerpo de bobinado de bobina L que recibe la potencia constante, la potencia constante se aplica al cuerpo de bobinado de bobina L entero para aumentar la salida, y si se acorta el cuerpo de bobinado de bobina L que recibe la potencia constante, la potencia constante se aplica a la parte del cuerpo de bobinado de bobina L para disminuir la salida.
30

35 El primer y segundo métodos se pueden llevar a cabo individual o cooperativamente por la unidad de control 90, para incorporar diversos cambios de salida.

Como se trató anteriormente, según la presente invención, el aparato de control para el compresor lineal puede controlar la salida variando la capacitancia entera, y evitar la corriente de irrupción.

40 El aparato de control para el compresor lineal puede evitar eficientemente la corriente de irrupción controlando el conmutador de encendido/apagado del compresor lineal al variar la capacitancia.

El motor lineal o aparato de control que incluye la pluralidad de conmutadores puede evitar eficientemente la corriente de irrupción controlando el orden de encendido/apagado de los conmutadores.

El aparato de control para el compresor lineal puede mejorar la fiabilidad de operación evitando el aumento o disminución de la salida mediante variación de la potencia aplicada.

45 El aparato de control para el compresor lineal puede evitar que el compresor lineal sea sometido a la sobrecarga o sea realizada la operación anormal debido a la potencia aplicada excesivamente.

El aparato de control para el compresor lineal puede variar la operación del compresor lineal (operación de fuerza de enfriamiento alta, operación de fuerza de enfriamiento baja, etc.), y evitar la generación de la corriente de irrupción.

50 El aparato de control para el compresor lineal puede maximizar la eficiencia enfriamiento cambiando la salida según la carga, con independencia de la variación de la potencia aplicada externamente.

El aparato de control para el compresor lineal puede generar la pluralidad de salidas cambiando el tamaño de la potencia constante aplicada a la bobina según la salida solicitada.

El aparato de control para el compresor lineal puede generar la pluralidad de salidas cambiando el tamaño de la potencia constante y la longitud de la bobina que recibe la potencia constante.

El aparato de control para el compresor lineal puede mejorar la capacidad de enfriamiento y eficiencia de enfriamiento moviendo alternativamente el pistón al TDC en la salida máxima, usando la potencia constante y el diseño de punto resonante en la salida máxima.

- 5 El compresor lineal que incluye el motor lineal de tipo imán en movimiento, y el pistón conectado al motor lineal y que se mueve alternativamente linealmente en el cilindro, para succionar, comprimir y descargar los refrigerantes se ha explicado con referencia a los dibujos adjuntos.

REIVINDICACIONES

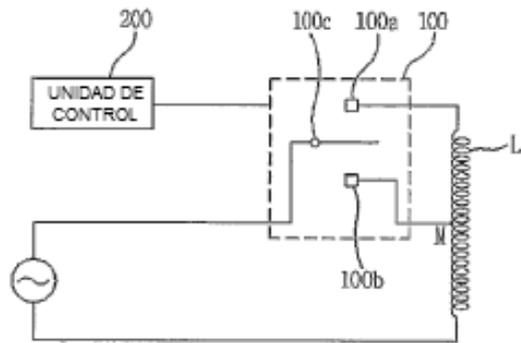
1. Un aparato de control para un compresor lineal, que comprende:
 - un cuerpo de bobinado de bobina (L) instalable en un motor lineal (10) comprendido en el compresor lineal;
 - un primer condensador (C1) conectado en serie con el cuerpo de bobinado de bobina (L);
- 5 una unidad de variación de capacitancia (50, 50a) que está formada en una estructura paralela al primer condensador (C1), y que comprende un conmutador de condensador (SW2) y un segundo condensador (C2, C3); y
 - una unidad de control (80) para inducir un cambio de salida del compresor lineal, variando la capacitancia entera del aparato de control controlando el conmutador de condensador (SW2),
- 10 caracterizado por
 - una unidad de detección de voltaje y frecuencia (65) para detectar un voltaje y una frecuencia de la potencia aplicada,
 - en donde la unidad de control (80) está configurada para controlar el conmutador de condensador (SW2) según el voltaje y la frecuencia de la potencia aplicada.
- 15 2. El aparato de control para un compresor lineal de la reivindicación 1, en donde un extremo de la unidad de variación de capacitancia (50a) está conectado a un devanado (T) del cuerpo de bobinado de bobina (L) y el otro extremo de la unidad de variación de capacitancia (50a) está conectado a un extremo del primer condensador (C1) para controlar un flujo de corriente.
- 20 3. El aparato de control de la reivindicación 1, en donde la unidad de variación de capacitancia (50) comprende un dispositivo de prevención de corriente de irrupción (52), y el conmutador de condensador (SW2) está conectado entre el segundo condensador (C2) y el primer condensador (C1), para controlar un flujo de corriente.
4. El aparato de control de la reivindicación 3, en donde el dispositivo de prevención de corriente de irrupción (52) comprende al menos uno de un resistor, un dispositivo de coeficiente de temperatura negativa y un inductor.
- 25 5. El aparato de control de cualquiera de las dos reivindicaciones 2 o 3, que comprende una unidad de detección de voltaje (61; 62; 63) para detectar un voltaje de ambos extremos del primer condensador (C1) o el segundo condensador (C2; C3).
6. El aparato de control de la reivindicación 5, en donde la unidad de control (80) controla el conmutador de condensador (SW2) según el voltaje detectado por la unidad de detección de voltaje (61).
- 30 7. El aparato de control de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que además comprende un conmutador de encendido/apagado (SW1) para suministrar potencia al cuerpo de bobinado de bobina (L).
8. El aparato de control de la reivindicación 7, en donde la unidad de control (80) apaga preferentemente el conmutador de encendido/apagado (SW1) para controlar la unidad de variación de capacitancia (50, 50a).
9. El aparato de control de la reivindicación 8, en donde la unidad de control (80) enciende el conmutador de encendido/apagado (SW1) después de controlar la unidad de variación de capacitancia (50, 50a).
- 35 10. El aparato de control de la reivindicación 7, en donde, cuando el voltaje detectado desde la unidad de detección de voltaje (61) es mayor que un voltaje de sobrecarga, la unidad de control (80) intercepta la fuente de alimentación apagando el conmutador de encendido/apagado (SW1).
11. El aparato de control de la reivindicación 10, en donde la unidad de control (80) apaga adicionalmente el conmutador de condensador (SW2).
- 40 12. El aparato de control de la reivindicación 6, en donde la unidad de control (80) controla la unidad de variación de capacitancia (50, 50a) comparando el voltaje detectado desde la unidad de detección de voltaje (61) con un voltaje de referencia predeterminado, aumenta la capacitancia entera si el voltaje detectado es menor que el voltaje de referencia, y disminuye la capacitancia entera si el voltaje detectado es mayor o igual que el voltaje de referencia.
- 45 13. El aparato de control de cualquiera de las dos reivindicaciones 1 o 2, en donde la unidad de control (80) calcula un voltaje de modo, V_m , mediante la siguiente fórmula:

$$V_m = V_i + (F_i - b) \times a,$$
 - en donde a y b son constantes, V_i es el voltaje detectado por la unidad de detección de voltaje y frecuencia (65) y F_i es la frecuencia detectada por la unidad de detección de voltaje y frecuencia (65).

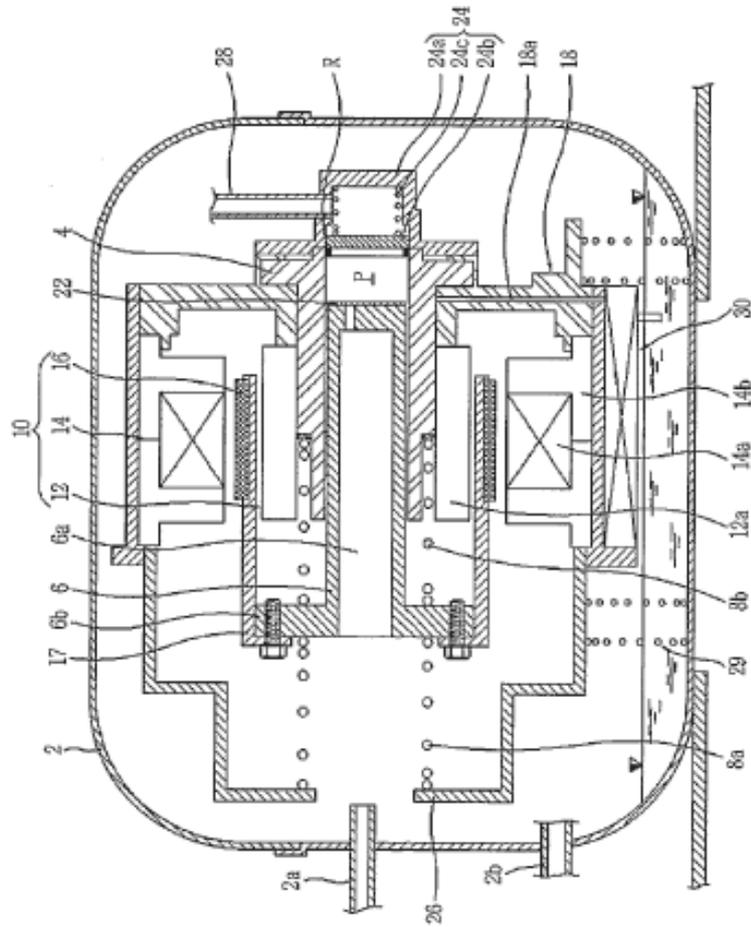
14. El aparato de control de la reivindicación 13, en donde la unidad de control (80) controla la unidad de variación de capacitancia (50, 50a) comparando el voltaje de modo con un valor de referencia predeterminado, aumenta la capacitancia entera si el voltaje de modo es menor que el valor de referencia, y disminuye la capacitancia entera si el voltaje de modo es mayor o igual que el valor de referencia.

5

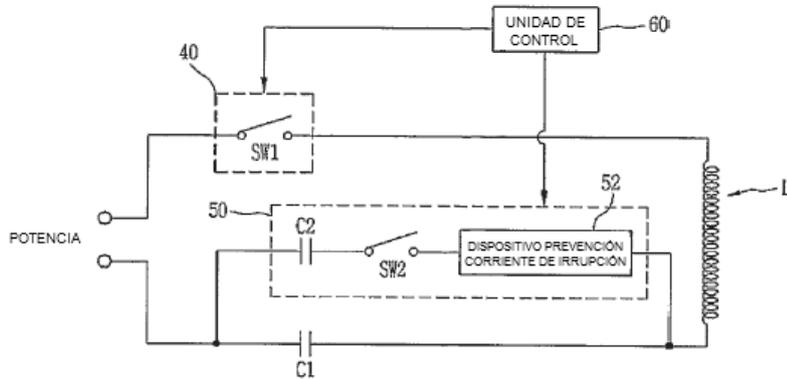
[Fig. 1]



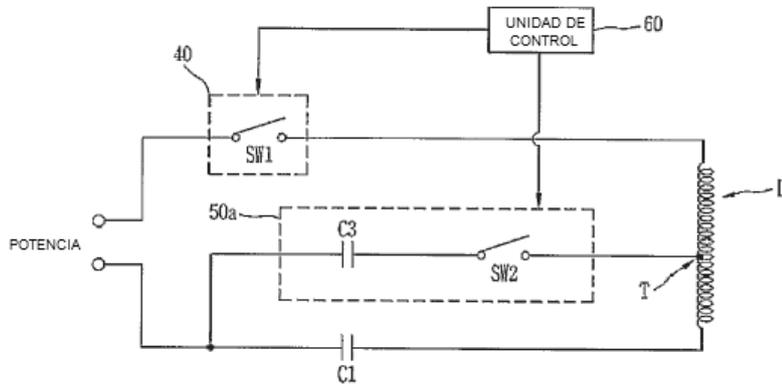
[Fig. 2]



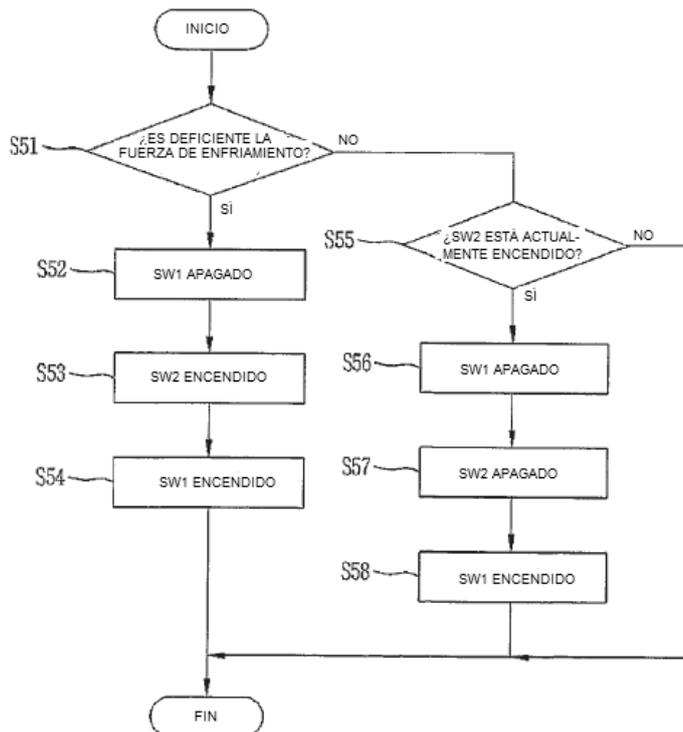
[Fig. 3]



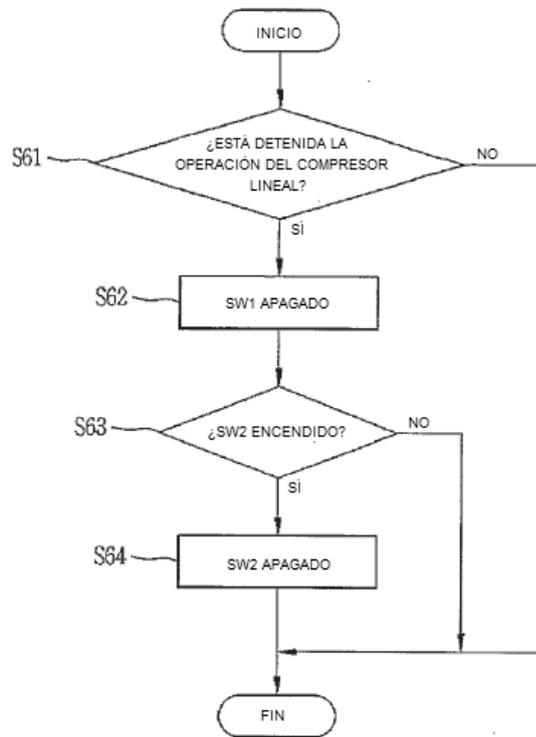
[Fig. 4]



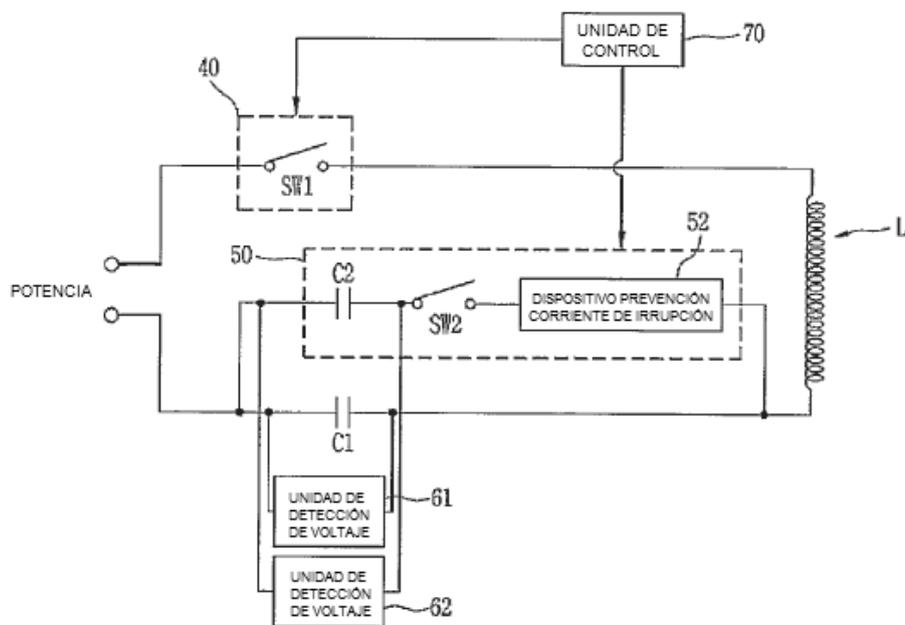
[Fig. 5]



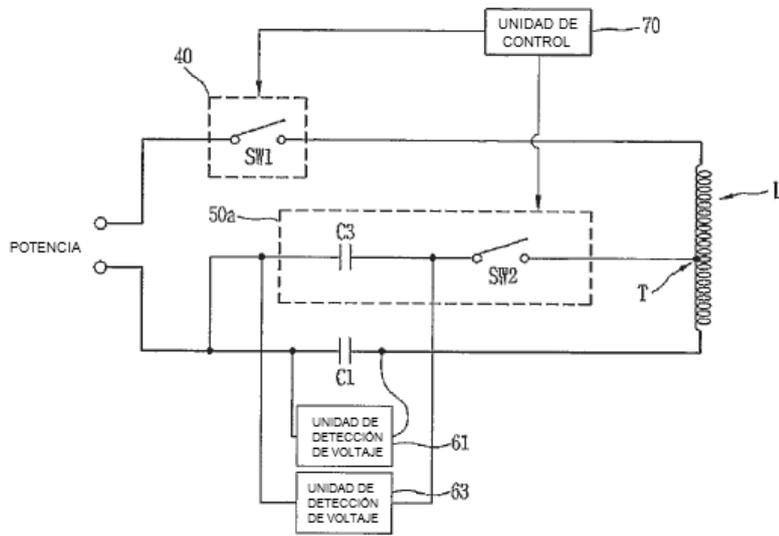
[Fig. 6]



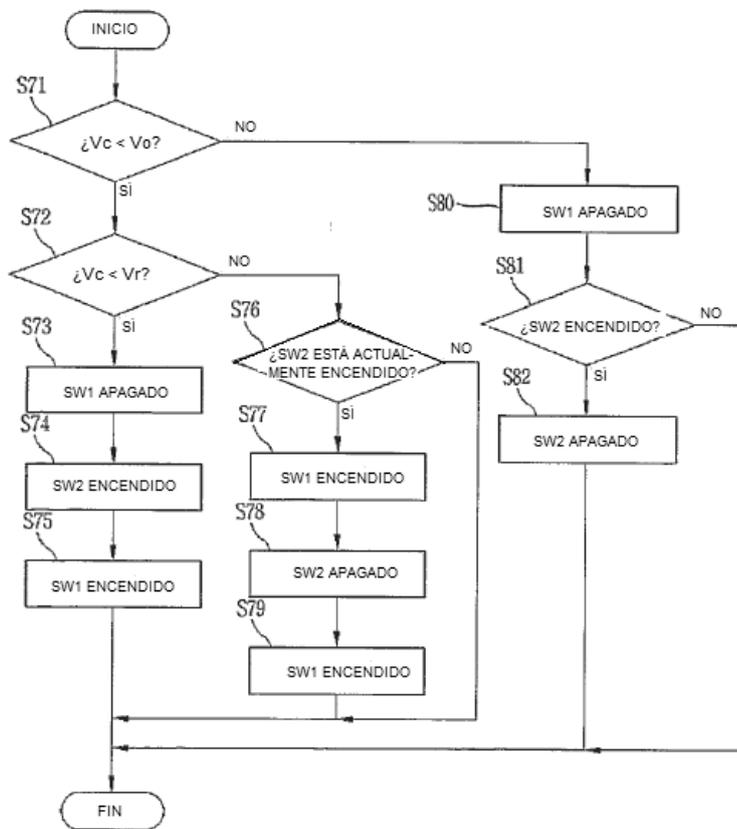
[Fig. 7]



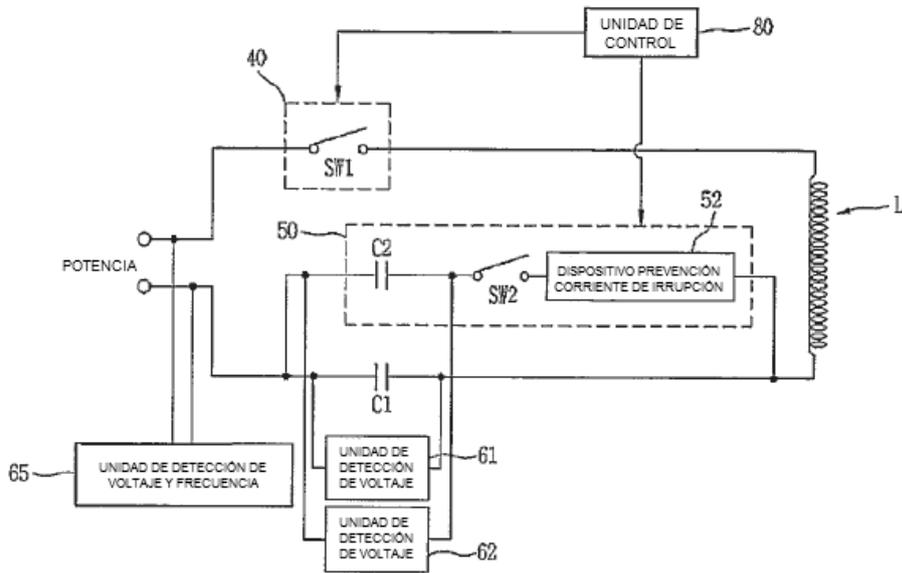
[Fig. 8]



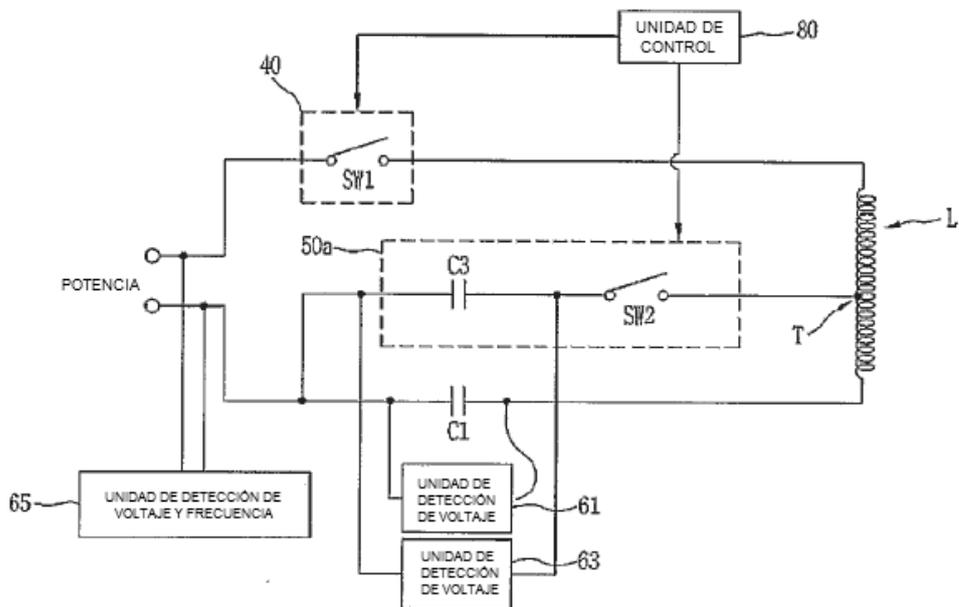
[Fig. 9]



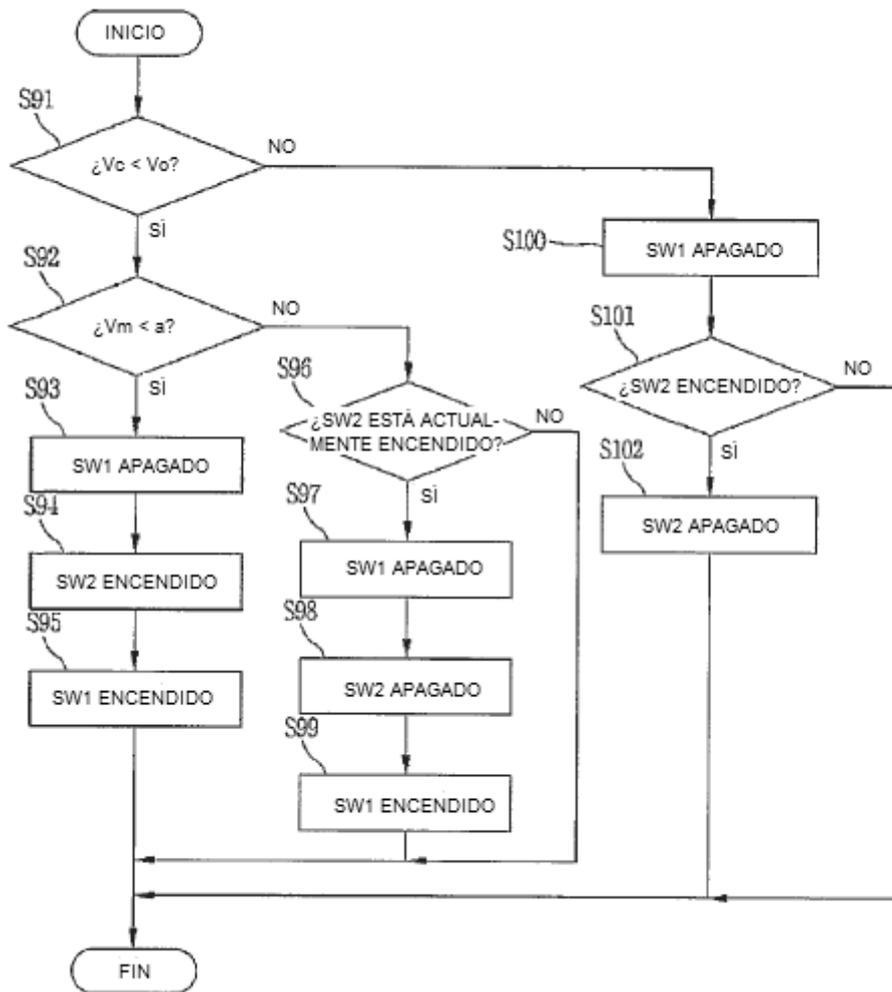
[Fig. 10]



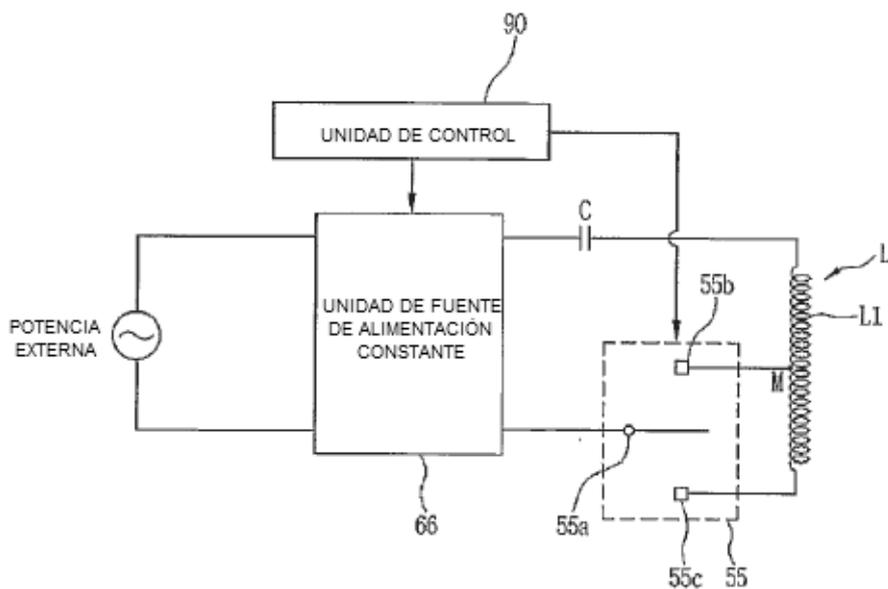
[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]

