



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0706794-1 B1



(22) Data do Depósito: 16/01/2007

(45) Data de Concessão: 09/07/2019

(54) Título: APARELHO DE CONTROLE PARA COMPRESSOR LINEAR

(51) Int.Cl.: F04B 35/04; H02P 1/44; H02K 17/08.

(30) Prioridade Unionista: 02/02/2006 KR 10-2006-0010264; 02/02/2006 KR 10-2006-0010266; 02/02/2006 KR 10-2006-0010267; 02/02/2006 KR 10-2006-0010269.

(73) Titular(es): LG ELECTRONICS INC..

(72) Inventor(es): CHULGI ROH; JONG-KWON KIM; JUNG-WOOK BAE; HEE-DONG KANG.

(86) Pedido PCT: PCT KR2007000272 de 16/01/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/089083 de 09/08/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/07/2008

(57) Resumo: APARELHO DE CONTROLE PARA COMPRESSOR LINEAR Trata-se de um aparelho de controle para um compressor linear que pode variar uma força de resfriamento e evitar uma corrente de ligação. O aparelho de controle para o compressor linear inclui um corpo de enrolamento de bobina laminado sobre o compressor linear, um primeiro capacitor conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina, sendo que uma unidade de variação de capacitância é formada em uma estrutura paralela ao primeiro capacitor, e possui um comutador de capacitor, e uma unidade de controle para induzir uma alteração de produção do compressor linear, ao variar toda a capacitância do aparelho de controle ao controlar o comutador de capacitor.

"APARELHO DE CONTROLE PARA COMPRESSOR LINEAR"

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a um compressor linear, e mais particularmente, a um aparelho de controle para
5 um compressor linear que pode variar uma força de resfriamento e evitar uma corrente de ligação (inrush).

Antecedentes da Técnica

Em geral, um compressor é um aparelho mecânico para elevar a pressão, ao receber energia de um aparelho de
10 geração de energia, tal como, um motor elétrico motor ou turbina, e comprimir o ar, refrigerantes ou vários outros gases de operação. O compressor tem sido amplamente usado para um aparelho eletrodoméstico, tal como, um refrigerador e um condicionador de ar, ou em toda a indústria.

Os compressores são, em termos gerais, classificados em um compressor de reciprocidade onde um espaço de compressão para sugar ou descarregar o gás de operação é formado entre um pistão e um cilindro, e o pistão é linearmente alternado dentro do cilindro, para comprimir refrigerantes,
15 um compressor rotativo onde um espaço de compressão para sugar ou descarregar o gás de operação é formado entre um rolete excentricamente girado e um cilindro, e o rolete é excentricamente girado ao longo da parede interna do cilindro, para comprimir refrigerantes, e um compressor espiral onde
20 um espaço de compressão para sugar ou descarregar o gás de operação é formado entre um espiral orbitante e um espiral fixo, e o espiral orbitante é girado ao longo do espiral fixo, para comprimir os refrigerantes.

Geralmente, o compressor linear suga, comprime e descarrega os refrigerantes utilizando uma força de acionamento linear de um motor, e é dividido em uma unidade de compressão que inclui um cilindro e um pistão para comprimir o gás refrigerante e uma unidade de acionamento que inclui um motor linear para fornecer a força de acionamento à unidade de compressão.

De forma detalhada, no compressor linear, o cilindro é fixamente instalado em um recipiente hermético, e o pistão é linearmente alternado no cilindro. Visto que o pistão é linearmente alternado dentro do cilindro, os refrigerantes são fornecidos em um espaço de compressão no cilindro, comprimidos e descarregados. Um conjunto de válvulas de sucção e um conjunto de válvulas de descarga são instalados no espaço de compressão para controlar a sucção e descarga dos refrigerantes de acordo com uma pressão interna do espaço de compressão.

O motor linear para gerar a força de acionamento linear é conectado ao pistão. No motor linear, um estator interno e um estator externo formados ao laminar uma pluralidade de laminações na direção circunferencial são instalados em torno do cilindro com uma lacuna predeterminada, uma bobina (ou corpo de enrolamento de bobina) é enrolada em torno do estator interno ou da parte interna do estator externo, e um ímã permanente é instalado na lacuna entre o estator interno e o estator externo e conectado ao pistão.

O ímã permanente é móvel na direção de movimento do pistão. O ímã permanente é linearmente alternado na dire-

ção de movimento do pistão por meio de uma força eletromagnética gerada quando uma corrente flui através da bobina. O motor linear é operado a uma frequência de operação constante f , e o pistão é linearmente alternado em um curso prede-

5 terminado S.

A Figura 1 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle convencional para um compressor linear. Com referência à Figura 1, o aparelho de controle inclui um corpo de enrolamento de bobina L enrolado na direção circun-

10 ferencial do compressor linear para receber energia, um meio de ramificação 100 para aplicar energia a uma parte ou todo o corpo de enrolamento de bobina L e uma unidade de controle 200 para controlar o meio de ramificação 100 de modo a controlar uma força de resfriamento de acordo com uma carga.

De forma detalhada, uma fonte de fornecimento de energia é conectada a uma extremidade do corpo de enrolamento de bobina L, e um terminal de conexão 100a do meio de ramificação 100 é formado na outra extremidade do corpo de enrolamento de bobina L. Um terminal de conexão 100b é conectado a um ponto médio M (ou uma linha de derivação do ponto

20 médio L) do corpo de enrolamento de bobina L. O meio de ramificação 100 inclui um elemento de comutação 100c para aplicar energia ao terminal de conexão 100a ou 100b por meio do controle da unidade de controle 200.

A unidade de controle 200 executa um modo de energia para aplicar energia a uma parte do corpo de enrolamento de bobina L de modo a produzir uma alta força de resfriamento em uma sobrecarga de um curso de congelamento, e executa

um modo econômico para aplicar energia a todo o corpo de enrolamento de bobina L para produzir uma baixa força de resfriamento ou uma força de resfriamento média em uma carga baixa ou carga média do curso de congelamento. Para o modo de energia, a unidade de controle 200 conecta o elemento de comutação 100c do meio de ramificação 100 ao terminal de conexão 100b. Para o modo econômico, a unidade de controle 200 conecta o elemento de comutação 100c do meio de ramificação 100 ao terminal de conexão 100a.

10 No compressor linear descrito acima, o motor linear é operado, em uma carga considerada no projeto, em uma frequência de operação f_c idêntica à frequência natural f_n do pistão computada utilizando uma constante de mola mecânica K_m de uma mola em espiral e uma constante de mola a gás K_g de uma mola a gás. Consequentemente, o motor linear é operado no modo de energia apenas na carga considerada no projeto para aprimorar a eficiência.

Uma vez que a carga é realmente variável, a constante de mola a gás K_g da mola a gás e a frequência natural f_n do pistão computada utilizando a mesma são alteradas.

De forma detalhada, no projeto, a frequência de operação f_c do motor linear é ajustada para ser equalizada com a frequência natural f_n do pistão na região de carga média. Mesmo que a carga seja variada, o motor linear é operado na frequência de operação constante f_c .

Entretanto, a frequência natural f_n do pistão aumenta com o aumento da carga.

Fórmula 1

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

Aqui, f_n representa a frequência natural do pistão, K_m e K_g representam a constante de mola mecânica e a constante de mola a gás, respectivamente, e M representa a
5 massa do pistão.

No projeto, uma vez que a razão da constante de mola a gás K_g na constante de mola total K_T é pequena, a constante de mola a gás K_g não é considerada ou é ajustada para possuir um valor constante. Ademais, a massa M do pistão e a constante de mola mecânica K_m possuem valores constantes. Portanto, a frequência natural f_n do pistão é computada como um valor constante pela fórmula 1 acima.
10

Realmente, à medida que a carga aumenta, a pressão e temperatura dos refrigerantes aumentam no espaço limitado. Como resultado, a constante de mola a gás K_g aumenta devido ao aumento de uma força elástica da própria mola a gás, e a frequência natural f_n do pistão proporcional à constante de mola a gás K_g também aumenta.
15

Na técnica convencional, no caso onde a unidade de controle 200 controla o elemento de comutação 100c, a energia elétrica acumulada no corpo de enrolamento de bobina L é operada para gerar uma corrente de ligação (inrush).
20

Se a energia aplicada variar, tal variação altera a produção do compressor linear independente do controle da unidade de controle 200. Se a energia for excessivamente aplicada, o compressor linear se submete a uma sobrecarga ou realiza uma operação anormal. Ou seja, o compressor linear não é operado normalmente.
25

O aparelho de controle convencional para o compressor linear como mostrado na Figura 1 controla a frequência de operação f_c sem considerar a frequência natural f_n do pistão ou elemento móvel variado de acordo com a constante de mola a gás K_g . Mesmo que a produção do compressor linear possa ser variada de acordo com a força de resfriamento da carga, a frequência ressonante do compressor linear não é mantida. Como resultado, a eficiência do compressor linear diminui. Ademais, a eficiência e força de resfriamento do compressor linear são consideravelmente alteradas devido à variação da energia externamente aplicada. Isso é um problema decisivo na operação do compressor linear.

Descrição da Invenção

Problema Técnico

A presente invenção é realizada para solucionar os problemas acima. Um objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa controlar a produção ao variar toda a capacitância e evitar uma corrente de ligação.

Solução Técnica

Outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa evitar uma corrente de ligação ao controlar um comutador de linha do compressor linear em variação de capacitância.

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa impedir o aumento ou redução de produção por meio da variação de energia aplicada.

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa impedir que o compressor linear se submeta a uma sobrecarga ou realize uma operação anormal devido à energia
5 excessivamente aplicada.

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa variar a operação do compressor linear (operação de alta força de resfriamento, operação de baixa força de
10 resfriamento, etc.), e impedir a geração de uma corrente de ligação.

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa variar a produção de acordo com uma carga, independente da variação da energia externamente aplicada.
15

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa gerar uma pluralidade de produções ao alterar a medida de energia constante aplicada a uma bobina de acordo
20 com uma produção requerida.

Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de controle para um compressor linear que possa gerar uma pluralidade de produções ao alterar a medida de energia constante e o comprimento de uma bobina
25 que recebe a energia constante.

Para atingir os objetivos da invenção descritos acima, proporciona-se um aparelho de controle para um compressor linear, que inclui: um corpo de enrolamento de bobi-

na laminado sobre o compressor linear; um primeiro capacitor conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina; uma unidade de variação de capacitância que é formada em uma estrutura paralela ao primeiro capacitor, e possui um comutador de capacitor; e uma unidade de controle para induzir a alteração de produção do compressor linear, mediante a variação de toda a capacitância do aparelho de controle ao controlar o comutador do capacitor.

Em outro aspecto da presente invenção, proporciona-se um aparelho de controle para um compressor linear, que inclui: um corpo de enrolamento de bobina laminado sobre o compressor linear; um primeiro capacitor conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina; uma unidade de variação de capacitância formada em uma estrutura paralela ao primeiro capacitor; uma unidade de captação de voltagem para captar tanto a voltagem final de ao menos um primeiro capacitor como a unidade de variação de capacitância; e uma unidade de controle para induzir uma alteração de produção do compressor linear de acordo com uma carga, ao variar toda a capacitância do aparelho de controle ao controlar a unidade de variação de capacitância de acordo com a voltagem determinada pela unidade de captação de voltagem.

Ainda outro aspecto da presente invenção, proporciona-se um aparelho de controle para um compressor linear, que inclui: um corpo de enrolamento de bobina laminado sobre o compressor linear; um primeiro capacitor onde sua extremidade é conectada em série ao corpo de enrolamento de bobina; uma unidade de variação de capacitância formada em uma es-

trutura paralela ao primeiro capacitor; uma unidade de cap-
tação de voltagem e freqüência para determinar a voltagem e
freqüência de energia aplicada; e uma unidade de controle
para induzir uma alteração de produção do compressor linear
5 ao variar toda a capacitância do aparelho de controle, ao
computar a voltagem de modo por uma função da voltagem e
freqüência da energia aplicada da unidade de captação de
voltagem e freqüência e controlar a unidade de variação de
capacitância de acordo com a voltagem de modo.

10 Ainda outro aspecto da presente invenção, propor-
ciona-se um aparelho de controle para um compressor linear,
que inclui: um corpo de enrolamento de bobina laminado sobre
o compressor linear; um capacitor conectado em série ao cor-
po de enrolamento de bobina; uma unidade de fornecimento de
15 energia constante para receber energia externa, converter a
energia em uma medida específica de energia constante, e a-
plicar a energia constante ao corpo de enrolamento de bobi-
na; e uma unidade de controle para induzir uma alteração de
produção do compressor linear de acordo com uma carga, ao
20 controlar a unidade de fornecimento de energia constante pa-
ra fornecer a medida específica de energia constante ao cor-
po de enrolamento de bobina.

Breve Descrição dos Desenhos

25 A presente invenção se tornará mais facilmente en-
tendida com referência aos desenhos em anexo que são dados
apenas a título de ilustração e, assim, não são limitadores
da presente invenção, em que:

A Figura 1 é uma vista do circuito que ilustra um

aparelho de controle convencional para um compressor linear;

A Figura 2 é uma vista em corte transversal que ilustra um compressor linear de acordo com a presente invenção;

5 A Figura 3 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

A Figura 4 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com
10 uma segunda modalidade da presente invenção;

A Figura 5 é um fluxograma que mostra etapas seqüenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 3 e 4 de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

15 A Figura 6 é um fluxograma que mostra etapas seqüenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 3 e 4 de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção;

A Figura 7 é uma vista do circuito que ilustra um
20 aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção;

A Figura 8 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção;

25 A Figura 9 é um fluxograma que mostra etapas seqüenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 7 e 8;

A Figura 10 é uma vista do circuito que ilustra um

aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma quinta modalidade da presente invenção;

A Figura 11 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com
5 uma sexta modalidade da presente invenção;

A Figura 12 é um fluxograma que mostra etapas sequenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 10 e 11;

A Figura 13 é uma vista do circuito que ilustra um
10 aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma sétima modalidade da presente invenção; e

A Figura 14 é um gráfico que mostra a capacidade de resfriamento do aparelho de controle da Figura 13.

Modo da Invenção

15 Um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com as modalidades preferidas da presente invenção será descrito agora em detalhes com referência aos desenhos em anexo.

Como ilustrado na Figura 2, no compressor linear,
20 um tubo de influxo 2a e um tubo de descarga 2b para sugar e descarregar refrigerantes são instalados em um lado de um recipiente hermético 2, um cilindro 4 é fixamente instalado no recipiente hermético 2, um pistão 6 é linearmente alter-
nado no cilindro 4, para comprimir os refrigerantes sugados
25 em um espaço de compressão P no cilindro 4, e várias molas sustentam elasticamente o pistão 6 em sua direção de movimento. O pistão 6 é conectado a um motor linear 10 para gerar uma força de acionamento de reciprocidade linear.

Uma válvula de sucção 22 é instalada em uma extremidade do pistão 6 entrando em contato com o espaço de compressão P. Um conjunto de válvulas de descarga 24 é instalado em uma extremidade do cilindro 4 entrando em contato com o espaço de compressão P. A válvula de sucção 22 e o conjunto de válvulas de descarga 24 são automaticamente abertos e fechados de acordo com uma pressão interna do espaço de compressão P, respectivamente.

O recipiente hermético 2 é instalado ao acoplar hermeticamente invólucros superiores e inferiores. O tubo de influxo 2a para sugar os refrigerantes e o tubo de descarga 2b para descarregar os refrigerantes são instalados em um lado do recipiente hermético 2. O pistão 6 é elasticamente sustentado em sua direção de movimento dentro do cilindro 4 para reciprocidade linear, e o motor linear 10 é acoplado a uma armação 18 fora do cilindro 4 formando, assim, uma montagem. Essa montagem é elasticamente sustentada sobre a superfície inferior interna do recipiente hermético 2 por meio de molas de suporte 29.

A superfície inferior interna do recipiente hermético 2 recebeu uma carga com uma quantidade predeterminada de óleo. Um dispositivo de bombeamento de óleo 30 para bombear o óleo é instalado na extremidade inferior da montagem. Um tubo de fornecimento de óleo 18a é formado na armação 18 disposta na parte inferior da montagem, para fornecer óleo à lacuna entre o pistão 6 e o cilindro 4. O dispositivo de fornecimento de óleo 30 é operado por vibração gerada pela reciprocidade linear do pistão 6, para bombear o óleo. O ó-

leo é fornecido à lacuna entre o pistão 6 e o cilindro 4 através do tubo de fornecimento de óleo 18a, para realizar o resfriamento e a lubrificação.

O cilindro 4 é formado em um formato oco, de modo que o pistão 6 possa ser linearmente alternado no cilindro 4. O espaço de compressão P é formado em um lado do cilindro 4. Em um estado em que uma extremidade do cilindro 4 se aproxima da parte interna do tubo de influxo 2a, o cilindro 4 é, de preferência, instalado sobre a mesma linha reta com o tubo de influxo 2a. O pistão 6 é instalado dentro de uma extremidade do cilindro 4 próxima ao tubo de influxo 2a para reciprocidade linear. O conjunto de válvulas de descarga 24 é instalado em uma extremidade do cilindro 4 oposta ao tubo de influxo 2a.

O conjunto de válvulas de descarga 24 inclui uma tampa de descarga 24a instalada em uma extremidade do cilindro 4, para formar um espaço de descarga, uma válvula de descarga 24b para abrir e fechar uma extremidade do cilindro 4 próxima ao espaço de compressão P, e uma mola de válvula 24c, que é um tipo de mola em espiral, para aplicar uma força elástica na direção axial entre a tampa de descarga 24a e a válvula de descarga 24b. Um anel em O é inserido na circunferência interna de uma extremidade do cilindro 4, de modo que a válvula de descarga 24a possa ser intimamente aderida a uma extremidade do cilindro 4.

Um tubo em laço 28 é sinuosamente instalado entre um lado da tampa de descarga 24a e do tubo de descarga 2b. O tubo em laço 28 orienta os refrigerantes comprimidos para

serem externamente descarregados, e suaviza a vibração gerada pelas interações do cilindro 4, do pistão 6 e do motor linear 10 e são transferidos para todo o recipiente hermético 2.

5 Quando o pistão 6 for linearmente alternado no cilindro 4, se a pressão do espaço de compressão P estiver acima da pressão de descarga predeterminada, a mola de válvula 24c é comprimida para abrir a válvula de descarga 24b. Após os refrigerantes serem descarregados do espaço de com-
10 pressão P, os refrigerantes são descarregados de forma completa e externa através do tubo em laço 28 e do tubo de descarga 2b.

Uma passagem de refrigerante 6a é formada na parte central do pistão 6, de modo que os refrigerantes sugados
15 através do tubo de influxo 2a possam atravessar a passagem de refrigerante 6a. O motor linear 10 é diretamente conectado a uma extremidade do pistão 6 próxima ao tubo de influxo 2a por meio de um elemento de conexão 17, e a válvula de sucção 22 é instalada na outra extremidade do pistão 6 opo-
20 ta ao tubo de influxo 2a. O pistão 6 é elasticamente sustentado em sua direção de movimento por várias molas.

A válvula de sucção 22 é formada em um formato de placa fina com sua parte central parcialmente cortada para abrir e fechar a passagem de refrigerante 6a do pistão 6. Um
25 lado da válvula de sucção 22 é fixado a um lado do pistão 6 utilizando parafusos.

Conseqüentemente, quando o pistão 6 for linearmente alternado dentro do cilindro 4, se a pressão do espaço de

compressão P estiver abaixo de uma pressão de sucção predeterminada menor que a pressão de descarga, a válvula de sucção 22 é aberta e os refrigerantes são fornecidos no espaço de compressão P, e se a pressão do espaço de compressão P estiver acima da pressão de sucção predeterminada, a válvula de sucção 22 é fechada e os refrigerantes são comprimidos no espaço de compressão P.

Especialmente, o pistão 6 é elasticamente sustentado em sua direção de movimento. De forma detalhada, um flange de pistão 6b radialmente projetado de uma extremidade do pistão 6 próxima ao tubo de influxo 2a é elasticamente sustentado na direção de movimento do pistão 6 por meio de molas mecânicas 8a e 8b, tais como, molas em espiral. Ademais, os refrigerantes carregados no espaço de compressão P na direção oposta ao tubo de influxo 2a são operados como uma mola a gás por meio de uma força alto-elástica, para sustentar elasticamente o pistão 6.

As molas mecânicas 8a e 8b possuem uma constante de mola mecânica constante K_m independente de uma carga. De preferência, as molas mecânicas 8a e 8b são instaladas em uma armação de suporte 26 fixada ao motor linear 10 e o cilindro 4, respectivamente, na direção axial com o flange de pistão 6b entre essas. As molas mecânicas 8a sustentadas sobre a armação de suporte 26 e as molas mecânicas 8b instaladas no cilindro 4 possuem a mesma constante de mola mecânica K_m .

A Figura 3 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com

uma primeira modalidade da presente invenção.

Ainda com referência à Figura 2, o motor linear 10 inclui um estator interno 12 formado ao laminar uma pluralidade de laminações 12a na direção circunferencial, e fixado à parte externa do cilindro 4 pela armação 18, um estator externo 14 formado ao laminar uma pluralidade de laminações 14b na direção circunferencial em torno de um corpo de enrolamento de bobina 14a formado ao enrolar uma bobina, e instalado na parte externa do cilindro 4 pela armação 18 com uma lacuna predeterminada do estator interno 12, e um ímã permanente 16 disposto na lacuna entre o estator interno 12 e o estator externo 14, e conectado ao pistão 6 pelo elemento de conexão 17. O corpo de enrolamento de bobina 14a pode ser fixado à parte externa do estator interno 12.

Conforme mostrado na Figura 3, o aparelho de controle para o compressor linear inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50 conectada em paralelo ao capacitor C1, e uma unidade de controle 60 para controlar a unidade de variação de capacitância 50 de modo a alterar uma produção do compressor linear.

De forma detalhada, o comutador liga/desliga SW1 40 é um comutador principal para aplicar energia ao motor linear 10 pelo controle da unidade de controle 60. Aqui, a

energia significa energia comercial externa, ou energia aplicada de uma unidade de fornecimento de energia de um aparelho montado de compressor linear (por exemplo, um refrigerador, etc.).

5 O capacitor C1 e a unidade de variação de capacitância 50 determinam toda a capacitância do motor linear 10, e são conectados em paralelo como mostrado na Figura 3.

A unidade de variação de capacitância 50 é formada ao conectar um capacitor C2, um comutador de capacitor SW2 e
10 um dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 em série. A unidade de variação de capacitância 50 pode ser proporcionada em muitos números e conectada em paralelo ao capacitor C1.

O capacitor C2 possui uma capacitância menor que o
15 capacitor C1. O comutador de capacitor SW2 aplica uma corrente ou voltagem da fonte de fornecimento de energia ao corpo de enrolamento de bobina L através do capacitor C2. Quando a unidade de controle 60 controla a unidade de variação de capacitância 50, significa que a unidade de controle
20 60 controla o ligamento/desligamento do comutador de capacitor SW2.

Em um estado onde o comutador liga/desliga SW1 40 está fechado, se o comutador de capacitor SW2 for ligado, uma corrente de ligação para formar cargas carregadas no capacitor C1 que fluem instantaneamente no capacitor C2 é gerada, para depositar um ponto de contato do comutador de capacitor SW2. O dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 é proporcionado para impedir que o comutador de capa-
25

citor SW2 seja danificado pela corrente de ligação. Portanto, o dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 inclui ao menos um resistor, um dispositivo de coeficiente de temperatura negativo (NTC) e um indutor para converter a
5 corrente de ligação em um tipo diferente de energia para impedir que a corrente de ligação seja excessivamente aplicada ao comutador de capacitor SW2.

A unidade de controle 60 varia toda a capacitância do motor linear 10 ao controlar a unidade de variação de ca-
10 pacitância 50. Ou seja, a unidade de controle 60 altera a produção do compressor linear, especialmente, a força de resfriamento ao variar a capacitância e também ao variar a frequência de operação por meio do corpo de enrolamento de bobina L. Especialmente, a proporção de produção do compres-
15 sor linear deve ser variada de acordo com uma carga. Entretanto, a produção do compressor linear pode ser aumentada ou reduzida independente da carga. A operação de controle da unidade de controle 60 para alterar a produção e evitar a corrente de ligação será explicada posteriormente com refe-
20 rência às Figuras 5 e 6.

A Figura 4 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

Como mostrado na Figura 4, o aparelho de controle
25 pára o compressor linear inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na

direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50a que possui uma extremidade conectada a uma extremidade do capacitor C1 e a
5 outra extremidade conectada a uma derivação de enrolamento T do corpo de enrolamento de bobina L, sendo que a unidade de variação de capacitância 50a é conectada em paralelo ao capacitor C1, e uma unidade de controle 60 para controlar a unidade de variação de capacitância 50a de modo a alterar a
10 produção do compressor linear.

Aqui, o comutador liga/desliga SW1 40, o corpo de enrolamento de bobina L e o capacitor C1 da Figura 4 são idênticos àqueles da Figura 3 com as mesmas referências numéricas.

15 A unidade de variação de capacitância 50a da Figura 4 é formada ao conectar um capacitor C3 e um comutador de capacitor SW2 em série. Diferentemente da unidade de variação de capacitância 50 da Figura 3, a unidade de variação de capacitância 50a da Figura 4 não inclui o dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52. A outra extremidade da unidade de variação de capacitância 50a é diretamente conectada à derivação de enrolamento T do corpo de enrolamento de bobina L, de modo que a bobina entre o capacitor C1 e a derivação de enrolamento T possa servir como um indutor. Mesmo
20 que uma corrente de ligação seja gerada, a corrente de ligação não danifica o comutador de capacitor SW2. Ou seja, não é necessário que o dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 da Figura 3 conecte a unidade de variação de ca-
25

pacitância 50a ao corpo de enrolamento de bobina L. Como resultado, a área ocupada pelo motor linear 10 é limitada e o custo de produção reduzido. Por exemplo, um resistor consome a corrente de ligação por emissão de calor. Visto que a emissão de calor pela corrente é continuamente realizada durante a operação, a temperatura do motor linear 10 é elevada. Ademais, quando a temperatura ambiente for alta, o valor de resistência de um dispositivo NTC é reduzido para interceptar de forma eficiente a corrente de ligação. Ademais, uma vez que o indutor é relativamente grande, o indutor ocupa uma área ampla no compressor linear. Os problemas anteriormente citados podem ser solucionados ao conectar a unidade de variação de capacitância 50a ao corpo de enrolamento de bobina L.

15 A unidade de variação de capacitância 50a pode ser proporcionada em múltiplos números e conectada em paralelo ao capacitor C1. Aqui, uma ou mais derivações de enrolamento T podem ser usadas pelas unidades de variação de capacitância 50a.

20 O capacitor C3 é idêntico ao capacitor C2 da Figura 3 no elemento característico (inclusive a proporção da capacitância) e na função. Quando a unidade de controle 60 controla a unidade de variação de capacitância 50a, significa que a unidade de controle 60 controla o ligamento/desligamento do comutador de capacitor SW2.

25 A unidade de controle 60 varia toda a capacitância do motor linear 10 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50a. Ou seja, a unidade de controle 60 altera a

produção do compressor linear, especialmente, a força de resfriamento ao variar a capacitância e também ao variar a frequência de operação do corpo de enrolamento de bobina L. Especialmente, a proporção de produção do compressor linear
5 deve ser variada de acordo com uma carga. Entretanto, a produção do compressor linear pode ser aumentada ou reduzida independentemente da carga. A operação de controle da unidade de controle 60 para alterar a produção e prevenir a corrente de ligação será explicada agora com referência às Fi-
10 guras 5 e 6.

A Figura 5 é um fluxograma que mostra etapas sequenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 3 e 4 de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. Na etapa inicial, a unidade de controle
15 60 fecha o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1, de modo que o compressor linear possa gerar uma produção predeterminada.

Na etapa S51, a unidade de controle 60 decide se o
20 compressor linear precisa gerar uma força de resfriamento adicional. Como descrito acima, a força de resfriamento pode ser requerida de acordo com a carga ou independentemente da carga. Tal decisão é apropriadamente tomada em cada caso. Se a força de resfriamento for requerida (se o controle de alta
25 força de resfriamento for requerido), o procedimento prossegue para a etapa S52, e caso não seja, (se o controle de alta força de resfriamento não for requerido, ou seja, se o controle de baixa força de resfriamento for mantido, ou se o

controle de alta força de resfriamento atual estiver concluído e o controle de baixa força de resfriamento for iniciado), o procedimento prossegue para a etapa S55.

Na etapa S52, a unidade de controle 60 desliga (abre) o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 60 mantém o estado desligado durante um período predeterminado (por exemplo, alguns segundos), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser consumidas de certa forma.

Na etapa S53, a unidade de controle 60 liga (fecha) o comutador de capacitor SW2 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. A unidade de controle 60 mantém o estado ligado (SW1 está desligado e SW2 está ligado), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser quase completamente consumidas. Tal consumo é realizado pelo dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 ou alguma bobina do corpo de enrolamento de bobina L.

Na etapa S 54, a unidade de controle 60 liga (fecha) o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao capacitor C1 e à unidade de variação de capacitância 50 ou 50a (ou seja, o capacitor C2 ou C3). Visto que toda a capacitância aumenta, a operação de alta força de resfriamento é realizada.

Na etapa S55, a unidade de controle 60 decide se o comutador de capacitor SW2 está atualmente ligado, ou seja, fechado. Se o comutador de capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S56, e se

não, o procedimento é concluído, e a operação de baixa força de resfriamento atual é mantida na forma em que se encontra.

Na etapa S57, a unidade de controle 60 desliga o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 60 mantém o estado desligado durante um período predeterminado como na etapa S52. Se a unidade de controle 60 omitir S57 e realizar S58, a corrente de ligação gerada pelas cargas elétricas no capacitor C2 ou C3 flui no comutador liga/desliga SW1 40 e danifica o comutador liga/desliga SW1 40. Portanto, a etapa S57 é necessária.

Na etapa S58, a unidade de controle 60 desliga (abre) o comutador de capacitor SW2. A unidade de controle 60 mantém o estado aberto durante um período predeterminado, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3, especialmente no C2 ou C3 podem ser consumidas.

Na etapa S59, a unidade de controle 60 liga o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia através do capacitor C1 e do corpo de enrolamento de bobina L. Visto que toda a capacitância diminui, a operação de baixa força de resfriamento é realizada.

De acordo com o método de controle da primeira modalidade da presente invenção, a unidade de controle 60 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 antes de variar toda a capacitância ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. Portanto, além da configuração de prevenção de corrente de ligação das Figuras 3 e 4, a unidade de controle 60 impede uma corrente de ligação adicional.

A Figura 6 é um fluxograma que mostra etapas sequenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 3 e 4 de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

5 Na etapa S61, a unidade de controle 60 decide se o compressor linear deve parar de realizar a operação de alta força de resfriamento ou a operação de baixa força de resfriamento. Aqui, a unidade de controle 60 pára a operação do compressor linear de acordo com um comando do aparelho mon-
10 tado de compressor linear, ou quando a força de resfriamento for suficiente. Se a unidade de controle 60 planejar parar a operação do compressor linear, o procedimento prossegue para a etapa S62, e se a unidade de controle 60 planejar manter a operação atual do compressor linear, o procedimento é con-
15 cluído.

Na etapa S62, a unidade de controle 60 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 para não aplicar mais energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1 e/ou capacitor C2 ou C3, de modo que as cargas elétricas carrega-
20 das no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3 possam ser consumidas. A unidade de controle 60 mantém o estado desligado do comutador liga/desliga SW1 40 durante um período predeterminado.

Na etapa S63, a unidade de controle 60 decide se o
25 comutador de capacitor SW2 está ligado. Se o comutador de capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S64, e se não (se a operação de baixa

força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento é concluído.

Na etapa S64, a unidade de controle 60 desliga o comutador de capacitor SW2, de modo que as cargas elétricas
5 carregadas no capacitor C2 ou C3 e/ou no capacitor C1 possam ser consumidas.

Como descrito acima, no caso onde a unidade de controle 60 pára a operação do compressor linear, a unidade de controle 60, de preferência, desliga o comutador li-
10 ga/desliga SW1 40, e então, desliga o comutador de capacitor SW2 impedindo, assim, que o comutador SW2 ou SW1 seja danificado pela corrente de ligação.

A Figura 7 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com
15 uma terceira modalidade da presente invenção. Como ilustrado na Figura 7, o aparelho de controle para o compressor linear inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50 conectada em paralelo ao capacitor C1, unidades de captação de voltagem 61 e 62 para determinar tanto
20 a voltagem final V_{c1} como V_{c2} de cada capacitor C1 e capacitor C2 (ou a unidade de variação de capacitância 50), e uma unidade de controle 70 para controlar a unidade de variação de capacitância 50 de modo a alterar a produção do compres-

sor linear.

Aqui, o comutador liga/desliga SW1 40, o corpo de enrolamento de bobina L, o capacitor C1 e a unidade de variação de capacitância 50 da Figura 7 são idênticos àqueles da Figura 3 com as mesmas referências numéricas.

Quando o comutador liga/desliga SW1 40 estiver ligado, a unidade de captação de voltagem 61 capta ambas as voltagens finais Vc1 do capacitor C1. Quando o comutador liga/desliga SW1 40 e o comutador de capacitor SW2 estiverem ligados, a unidade de captação de voltagem 62 capta ambas as voltagens finais do capacitor C2 ou ambas as voltagens finais Vc2 da unidade de variação de capacitância 50. Se a energia aplicada ao motor linear 10 for variada, a voltagem da energia variada influencia diretamente tanto as voltagens finais Vc1 como Vc2 do capacitor C1 e do capacitor C2 ou a unidade de variação de capacitância 50. O grau de variação da energia aplicada pode ser precisamente verificado ao determinar as voltagens Vc1 e Vc2. Como mencionado acima, uma vez que o capacitor C1 possui uma capacitância maior do que o capacitor C2, a voltagem Vc1 pode ser usada. Ambas as voltagens finais Vc2 da unidade de variação de capacitância 50 também podem ser usadas.

A unidade de controle 70 varia toda a capacitância do motor linear 10 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50. Ou seja, a unidade de controle 70 altera a produção do compressor linear, especialmente, a força de resfriamento ao variar a capacitância e também ao variar a frequência de operação pelo corpo de enrolamento de bobina

L. Especialmente, a unidade de controle 70 identifica o grau de variação da energia aplicada pela unidade de captação de voltagem 61 ou 62. Se a voltagem determinada V_c (incluindo ao menos uma entre V_{c1} e V_{c2}) for reduzida (especialmente na
5 operação de baixa força de resfriamento), a produção diminui. A operação de alta força de resfriamento é requerida para manter a produção atual. Conseqüentemente, a unidade de controle 70 realiza a operação de alta força de resfriamento. Se a voltagem determinada V_c for elevada (especialmente
10 na operação de alta força de resfriamento), a produção aumenta. A operação de baixa força de resfriamento é requerida para manter a produção atual. Portanto, a unidade de controle 70 realiza a operação de baixa força de resfriamento. A operação de controle da unidade de controle 70 para alterar
15 a produção e evitar a corrente de ligação será explicada posteriormente com referência à Figura 9.

A Figura 8 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção. Com referência à
20 Figura 8, o motor linear 10 (especialmente, o aparelho de controle para o compressor linear) inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) en-
25 rolado na direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50a que possui uma extremidade conectada a uma extremidade do capa-

5 citor C1 e a outra extremidade conectada a uma derivação de enrolamento T do corpo de enrolamento de bobina L, sendo que a unidade de variação de capacitância 50a é conectada em paralelo ao capacitor C1, unidades de captação de voltagem 61 e 63 para determinar tanto as voltagens finais Vc1 como Vc3 de cada capacitor C1 e capacitor C3 (ou a unidade de variação de capacitância 50a), e uma unidade de controle 70 para controlar a unidade de variação de capacitância 50a de modo a alterar a produção do compressor linear.

10 Aqui, o comutador liga/desliga SW1 40, o corpo de enrolamento de bobina L, o capacitor C1 e a unidade de variação de capacitância 50a da Figura 8 são idênticos àqueles da Figura 4 com as mesmas referências numéricas.

15 Quando o comutador liga/desliga SW1 40 estiver ligado, a unidade de captação de voltagem 61 capta ambas as voltagens finais Vc1 do capacitor C1. Quando o comutador liga/desliga SW1 40 e o comutador de capacitor SW2 estiverem ligados, a unidade de captação de voltagem 63 capta ambas as voltagens finais do capacitor C3 ou ambas as voltagens finais Vc3 da unidade de variação de capacitância 50a. Quando a energia aplicada ao motor linear 10 for variada, a voltagem da energia variada influencia diretamente tanto as voltagens finais Vc1 como Vc2 do capacitor C1 e do capacitor C3 ou a unidade de variação de capacitância 50a. O grau de variação da energia aplicada pode ser precisamente verificado ao captar as voltagens Vc1 e Vc3. Como descrito acima, uma vez que o capacitor C1 possui uma capacitância maior do que o capacitor C3, a voltagem Vc1 pode ser usada. Ambas as vol-

20

25

tagens finais Vc3 da unidade de variação de capacitância 50a também podem ser usadas.

A unidade de controle 70 varia toda a capacitância do motor linear 10 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50a. Ou seja, a unidade de controle 70 altera a produção do compressor linear, especialmente, a força de resfriamento ao variar a capacitância e também ao variar a frequência de operação pelo corpo de enrolamento de bobina L. Especialmente, a unidade de controle 70 identifica o grau de variação da energia aplicada pela unidade de captação de voltagem 61 ou 63. Se a voltagem captada Vc (incluindo ao menos uma entre Vc1 e Vc3) for reduzida (especialmente na operação de baixa força de resfriamento), a produção diminui. A operação de alta força de resfriamento é requerida para manter a produção atual. Conseqüentemente, a unidade de controle 70 realiza a operação de alta força de resfriamento. Se a voltagem captada Vc for elevada (especialmente na operação de alta força de resfriamento), a produção aumenta. A operação de baixa força de resfriamento é requerida para manter a produção atual. Portanto, a unidade de controle 70 realiza a operação de baixa força de resfriamento. A operação de controle da unidade de controle 70 para alterar a produção e evitar a corrente de ligação será explicada posteriormente com referência à Figura 9.

A Figura 9 é um fluxograma que mostra etapas seqüenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 7 e 8.

Na etapa inicial, a unidade de controle 70 fecha o

comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1, de modo que o compressor linear possa gerar uma produção predeterminada. Mais adiante neste documento, presume-se que a unidade de controle 70 utilize ambas as voltagens finais Vc1 do capacitor C1 como a voltagem Vc.

Na etapa S71, a unidade de controle 70 recebe ambas as voltagens finais Vc do capacitor C1 da unidade de captação de voltagem 61, e compara ambas as voltagens finais Vc com uma voltagem de sobrecarga Vo. A voltagem de sobrecarga Vo é um valor pré-armazenado da unidade de controle 70. A voltagem de sobrecarga Vo indica que o compressor linear pode se submeter a uma sobrecarga ou realizar uma operação anormal, e reflete um valor da energia de aplicação de Vc. Portanto, a unidade de controle 70 compara a voltagem Vc com a voltagem de sobrecarga Vo. Se a voltagem Vc for menor do que a voltagem de sobrecarga Vo, o procedimento prossegue para a etapa S72, e se a voltagem Vc for igual ou maior do que a voltagem de sobrecarga Vo, procedimento prossegue para a S 80 para interceptar a energia aplicada.

Na etapa S72, a unidade de controle 70 verifica se a energia aplicada ao compressor linear foi alterada, e realiza uma operação para manter uma força de resfriamento atual nas seguintes etapas S73 a S79. Aqui, uma voltagem de referência Vr é comparada com a voltagem Vc. A voltagem de referência Vr se refere a uma voltagem de medida ótima para permitir que a unidade de controle 70 realize de forma estável as operações de alta e baixa força de resfriamento. No

caso em que a energia aplicada é variada de 187 para 250V, a voltagem de referência Vr é ajustada para possuir um valor, por exemplo, 220V, ou ajustada dentro de uma faixa predeterminada (200 a 240V). Na etapa S72, se a voltagem Vc for menor do que a voltagem de referência Vr, a produção diminui. Para solucionar esse problema, a unidade de controle 70 prossegue para a etapa S73 para a operação de alta força de resfriamento. Se a voltagem Vc for igual ou maior do que a voltagem de referência Vr, a produção aumenta. Para evitar isso, a unidade de controle 70 prossegue para a etapa S76 para a operação de baixa força de resfriamento.

Na etapa S73, a unidade de controle 70 desliga (abre) o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 70 mantém o estado desligado durante um período predeterminado (por exemplo, alguns segundos), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser consumidas de certa forma.

Na etapa S74, a unidade de controle 70 liga (fecha) o comutador de capacitor SW2 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. A unidade de controle 60 mantém o estado ligado (SW1 está desligado e SW2 está ligado), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser quase completamente consumidas. Tal consumo é realizado pelo dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 ou alguma bobina do corpo de enrolamento de bobina L.

Na etapa S75, a unidade de controle 70 liga (fecha) o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao capacitor C1 e à unidade de variação de capacitância 50 ou

50a (especialmente, o capacitor C2 ou C3). Visto que toda a capacitância aumenta, a operação de alta força de resfriamento é realizada.

Na etapa S76, a unidade de controle 70 decide se o comutador de capacitor SW2 está atualmente ligado, ou seja, fechado. Se o comutador de capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S77, e se não, o procedimento é concluído, e a operação de baixa força de resfriamento atual é mantida na forma em que se encontra.

Na etapa S77, a unidade de controle 70 desliga o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 70 mantém o estado desligado durante um período predeterminado como na etapa S73. Se a unidade de controle 70 omitir S77 e realizar S78, a corrente de ligação gerada pelas cargas elétricas no capacitor C2 flui no comutador liga/desliga SW1 40 e danifica o comutador liga/desliga SW1 40. Portanto, a etapa S77 é necessária.

Na etapa S78, a unidade de controle 70 desliga (abre) o comutador de capacitor SW2. A unidade de controle 70 mantém o estado aberto durante um período predeterminado, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3, especialmente no C2 ou C3 podem ser consumidas. No caso em que a pluralidade de unidades de variação de capacitância 50 ou 50a está conectada em paralelo, a unidade de controle 70 abre ou fecha cada comutador de capacitor SW2 variando alternadamente, assim, a capacitância.

Na etapa S79, a unidade de controle 70 liga o co-

mutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia através do capacitor C1 e do corpo de enrolamento de bobina L. Visto que toda a capacitância diminui, a operação de baixa força de resfriamento é realizada.

5 Na etapa S80, a unidade de controle 70 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 para não aplicar mais energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1 e/ou capacitor C2 ou C3, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3 possam ser
10 consumidas. A unidade de controle 70 mantém o estado desligado do comutador liga/desliga SW1 40 durante um período predeterminado.

Na etapa S81, a unidade de controle 70 decide se o comutador de capacitor SW2 fica ligado. Se o comutador de
15 capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S82, e se não (se a operação de baixa força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento é concluído.

20 Na etapa S82, a unidade de controle 70 desliga o comutador de capacitor SW2, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C2 ou C3 e/ou no capacitor C1 possam ser consumidas.

25 De acordo com o método de controle acima da presente invenção, a unidade de controle 70 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 antes de variar toda a capacitância ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. Como resultado, além da configuração de prevenção de corren-

te de ligação das Figuras 7 e 8, a unidade de controle 70 impede uma corrente de ligação adicional.

No caso onde a unidade de controle 70 pára a operação do compressor linear, a unidade de controle 70, de preferência, desliga o comutador liga/desliga SW1 40, e então, desliga o comutador de capacitor SW2 impedindo, assim, que o comutador SW2 ou SW1 seja danificado pela corrente de ligação.

A Figura 10 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma quinta modalidade da presente invenção. Como mostrado na Figura 10, o aparelho de controle para o compressor linear inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50 conectada em paralelo ao capacitor C1, unidades de captação de voltagem 61 e 62 para captar tanto a voltagem final Vc1 como Vc2 de cada capacitor C1 e capacitor C2 (ou a unidade de variação de capacitância 50), uma unidade de captação de voltagem e freqüência 65 para captar a voltagem Vi e a freqüência Fi da energia aplicada, e uma unidade de controle 80 para controlar a unidade de variação de capacitância 50 de modo a alterar a produção do compressor linear.

Aqui, o comutador liga/desliga SW1 40, o corpo de

enrolamento de bobina L, o capacitor C1, a unidade de variação de capacitância 50 e as unidades de captação de voltagem 61 e 62 da Figura 10 são idênticos àqueles da Figura 7 com as mesmas referências numéricas.

5 A unidade de captação de voltagem e frequência 65 capta a voltagem V_i e a frequência F_i da energia aplicada. Aqui, a voltagem V_i e a frequência F_i são fatores que influenciam diretamente a produção do compressor linear. A unidade de captação de voltagem e frequência 65 deve ser propor-

10 cionada para julgar o grau de variação de energia em consideração com a voltagem V_i e a frequência F_i .

 A unidade de controle 80 varia toda a capacitância do motor linear 10 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50. Ou seja, a unidade de controle 80 altera a

15 produção do compressor linear, especialmente, a força de resfriamento ao variar a capacitância e também ao variar a frequência de operação pelo corpo de enrolamento de bobina L.

 Especialmente, para julgar o grau de variação da

20 energia aplicada, a unidade de controle 80 computa uma voltagem de modo V_m por uma função que inclui a voltagem V_i e a frequência F_i da unidade de captação de voltagem e frequência 65 como fatores, e compara a voltagem de modo V_m com um valor de referência predeterminado a (a é uma constante). Ou

25 seja, a voltagem de modo V_m é computada pela função da voltagem V_i e da frequência F_i . As influências, ou seja, graus de influência da voltagem V_i e da frequência F_i sobre a força de resfriamento, especialmente, a produção do compressor

linear podem ser diferentes. Não é cabível comparar a voltagem V_i e a frequência F_i com uma voltagem de referência e uma frequência de referência, respectivamente. Diversas funções, tais como, uma função linear e uma função quadrática, podem ser usadas como a função para computar a voltagem de modo V_m para manifestar precisamente tais graus de influência. Nessa modalidade, a voltagem de modo V_m é representada pela seguinte fórmula 2.

Fórmula 2

10
$$V_m = V_i + (F_i - b) \times a$$

Aqui, a e b são constantes com uma medida predefinida.

Ademais, a unidade de controle 80 identifica o grau de variação da energia aplicada por meio da unidade de captação de voltagem 61 ou 62. Se uma voltagem V_c captada (incluindo ao menos uma entre V_{c1} e V_{c2}) for menor do que a voltagem de sobrecarga V_o , a unidade de controle 80 mantém a produção atual. Se a voltagem captada V_c for igual ou maior do que a voltagem de sobrecarga V_o , a unidade de controle 80 pára o fornecimento de energia para superar uma sobrecarga. A operação de controle da unidade de controle 80 para alterar a produção e evitar a corrente de ligação será explicada posteriormente com referência à Figura 12.

A Figura 11 é uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma sexta modalidade da presente invenção. Como mostrado na Figura 11, o aparelho de controle para o compressor linear inclui um comutador liga/desliga SW1 40 para receber energia

e fornecer energia ao motor linear 10, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na direção circunferencial do compressor linear, um capacitor C1 conectado em série ao
5 corpo de enrolamento de bobina L, uma unidade de variação de capacitância 50a que possui uma extremidade conectada a uma extremidade do capacitor C1 e a outra extremidade conectada a uma derivação de enrolamento T do corpo de enrolamento de bobina L, sendo que a unidade de variação de capacitância
10 50a é conectada em paralelo ao capacitor C1, unidades de captação de voltagem 61 e 63 para captar tanto as voltagens finais Vc1 como Vc3 de cada capacitor C1 e capacitor C3 (ou a unidade de variação de capacitância 50a), uma unidade de captação de voltagem e frequência 65 para captar a voltagem
15 Vi e a frequência Fi da energia aplicada, e uma unidade de controle 80 para controlar a unidade de variação de capacitância 50a de modo a alterar a produção do compressor linear.

Aqui, o comutador liga/desliga SW1 40, o corpo de
20 enrolamento de bobina L, o capacitor C1 e a unidade de variação de capacitância 50a e as unidades de captação de voltagem 61 e 63 da Figura 11 são idênticos àqueles da Figura 8 com as mesmas referências numéricas.

A unidade de captação de voltagem e frequência 65
25 da Figura 11 é idêntica à unidade de captação de voltagem e frequência 65 da Figura 10.

A unidade de controle 80 é idêntica à unidade de controle 80 da Figura 10 e opera da mesma maneira. Entretanto

to, a unidade de controle 80 usa a voltagem V_{c3} captada pela unidade de captação de voltagem 63, não pela unidade de captação de voltagem 62 da Figura 10. Ou seja, a unidade de controle 80 identifica o grau de variação da energia aplicada pela unidade de captação de voltagem 61 ou 63. Se a voltagem captada V_c (incluindo ao menos uma entre V_{c1} e V_{c3}) for menor do que a voltagem de sobrecarga V_o , a unidade de controle 80 mantém a produção atual. Se a voltagem captada V_c for igual ou maior do que a voltagem de sobrecarga V_o , a unidade de controle 80 pára o fornecimento de energia para superar uma sobrecarga.

A operação de controle da unidade de controle 80 para alterar a produção e evitar a corrente de ligação será explicada posteriormente com referência à Figura 12.

A Figura 12 é um fluxograma que mostra etapas sequenciais de um método de controle dos aparelhos de controle das Figuras 10 e 11.

Na etapa inicial, a unidade de controle 80 fecha o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1, de modo que o compressor linear possa gerar uma produção predeterminada. Mais adiante neste documento, presume-se que a unidade de controle 80 utilize ambas as voltagens finais V_{c1} do capacitor C1 como a voltagem V_c .

Na etapa S91, a unidade de controle 80 recebe ambas as voltagens finais V_c da unidade de captação de voltagem 61, e compara ambas as voltagens finais V_c com uma voltagem de sobrecarga V_o . A voltagem de sobrecarga V_o é um va-

lor pré-armazenado da unidade de controle 70. A voltagem de sobrecarga V_o indica que o compressor linear pode se submeter a uma sobrecarga ou realizar uma operação anormal, e reflete um valor da energia de aplicação de V_c . Portanto, a

5 unidade de controle 80 compara a voltagem V_c com a voltagem de sobrecarga V_o . Se a voltagem V_c for menor do que a voltagem de sobrecarga V_o , o procedimento prossegue para a etapa S92, e se a voltagem V_c for igual ou maior do que a voltagem de sobrecarga V_o , procedimento prossegue para a S100 para

10 interceptar a energia aplicada.

Na etapa S92, a unidade de controle 80 verifica se a energia aplicada ao compressor linear foi alterada, e realiza uma operação para manter uma força de resfriamento atual nas seguintes etapas S93 a S99. Aqui, o valor de referência a é comparado com a voltagem de modo V_m . O valor de referência a se refere a um valor ótimo para permitir que a

15 unidade de controle 80 realize de forma estável as operações de alta e baixa força de resfriamento. O valor de referência pode ser ajustado para possuir um valor, ou ajustado dentro

20 de uma faixa predeterminada. Na etapa S92, se a voltagem de modo V_m for menor do que o valor de referência a , a produção diminui. Para solucionar esse problema, a unidade de controle 80 prossegue para a etapa S93 para a operação de alta

força de resfriamento. Se a voltagem de modo V_m for igual ou

25 maior que o valor de referência a , a produção aumenta. Para evitar isso, a unidade de controle 80 prossegue para a etapa S96 para a operação de baixa força de resfriamento.

Na etapa S93, a unidade de controle 80 desliga (a-

bre) o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 80 mantém o estado desligado durante um período predeterminado (por exemplo, alguns segundos), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser consumidas de certa forma.

Na etapa S94, a unidade de controle 80 liga (fecha) o comutador de capacitor SW2 ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. A unidade de controle 80 mantém o estado ligado (SW1 está desligado e SW2 está ligado), de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 possam ser quase completamente consumidas. Tal consumo é realizado pelo dispositivo de prevenção de corrente de ligação 52 ou alguma bobina do corpo de enrolamento de bobina L.

Na etapa S95, a unidade de controle 80 liga (fecha) o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia ao capacitor C1 e à unidade de variação de capacitância 50 ou 50a (especialmente, o capacitor C2 ou C3). Visto que toda a capacitância aumenta, a operação de alta força de resfriamento é realizada.

Na etapa S96, a unidade de controle 80 decide se o comutador de capacitor SW2 está atualmente ligado, ou seja, fechado. Se o comutador de capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S77, e se não, o procedimento é concluído, e a operação de baixa força de resfriamento atual é mantida na forma em que se encontra.

Na etapa S97, a unidade de controle 80 desliga o comutador liga/desliga SW1 40. A unidade de controle 80 man-

tém o estado desligado durante um período predeterminado como na etapa S93. Se a unidade de controle 80 omitir S97 e realizar S98, a corrente de ligação gerada pelas cargas elétricas no capacitor C2 flui no comutador liga/desliga SW1 40 e danifica o comutador liga/desliga SW1 40. Portanto, a etapa S97 é necessária.

Na etapa S98, a unidade de controle 80 desliga (abre) o comutador de capacitor SW2. A unidade de controle 80 mantém o estado aberto durante um período predeterminado, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3, especialmente no C2 ou C3 podem ser consumidas. No caso em que a pluralidade de unidades de variação de capacitância 50 ou 50a está conectada em paralelo, a unidade de controle 80 abre ou fecha cada comutador de capacitor SW2 variando alternadamente, assim, a capacitância.

Na etapa S99, a unidade de controle 80 liga o comutador liga/desliga SW1 40 para aplicar energia através do capacitor C1 e do corpo de enrolamento de bobina L. Visto que toda a capacitância diminui, a operação de baixa força de resfriamento é realizada.

Na etapa S100, a unidade de controle 80 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 para não aplicar mais energia ao corpo de enrolamento de bobina L e ao capacitor C1 e/ou capacitor C2 ou C3, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C1 e/ou no capacitor C2 ou C3 possam ser consumidas. A unidade de controle 80 mantém o estado desligado do comutador liga/desliga SW1 40 durante um período predeterminado.

Na etapa S101, a unidade de controle 80 decide se o comutador de capacitor SW2 é ligado. Se o comutador de capacitor SW2 estiver ligado (se a operação de alta força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento prossegue para a etapa S102, e se não (se a operação de baixa força de resfriamento foi atualmente realizada), o procedimento é concluído.

Na etapa S102, a unidade de controle 80 desliga o comutador de capacitor SW2, de modo que as cargas elétricas carregadas no capacitor C2 ou C3 e/ou no capacitor C1 possam ser consumidas.

De acordo com o método de controle acima da presente invenção, a unidade de controle 80 desliga o comutador liga/desliga SW1 40 antes de variar toda a capacitância ao controlar a unidade de variação de capacitância 50 ou 50a. Portanto, além da configuração de prevenção de corrente de ligação das Figuras 10 e 11, a unidade de controle 80 impede uma corrente de ligação adicional.

No caso onde a unidade de controle 80 pára a operação do compressor linear, a unidade de controle 80, de preferência, desliga o comutador liga/desliga SW1 40, e então, desliga o comutador de capacitor SW2 impedindo, assim, que o comutador SW2 ou SW1 seja danificado pela corrente de ligação.

A Figura 13 uma vista do circuito que ilustra um aparelho de controle para um compressor linear de acordo com uma sétima modalidade da presente invenção. Com referência à Figura 13, o aparelho de controle para o compressor linear

inclui uma unidade de fornecimento de energia constante 66 para receber energia externa e converter a energia em energia constante, um corpo de enrolamento de bobina L (idêntico ao corpo de enrolamento de bobina 14a da Figura 2) enrolado na direção circunferencial do compressor linear, para receber a energia constante para variar alternadamente a indutância, um capacitor C conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina L, para receber a energia constante, um meio de ramificação 55 para aplicar energia a uma parte ou todo o corpo de enrolamento de bobina L e uma unidade de controle 90 para controlar a unidade de fornecimento de energia constante 66 e o meio de ramificação 55 para ajustar a força de resfriamento de acordo com a carga.

De forma detalhada, a unidade de fornecimento de energia constante 66 recebe a energia externa que tem possibilidade de variação e aplica energia constante com uma medida predeterminada de voltagem constante, energia constante com uma medida predeterminada de frequência constante, ou energia constante com uma medida predeterminada de voltagem constante e uma medida predeterminada de frequência constante ao capacitor C e ao corpo de enrolamento de bobina L. A unidade de fornecimento de energia constante 66 pode ser proporcionada como um circuito eletrônico utilizando um inversor ou um triac.

Aqui, a medida da voltagem constante e a medida da frequência constante são determinadas como valores únicos, respectivamente, de modo que a unidade de fornecimento de energia constante 66 sempre possa aplicar a energia constan-

te com a mesma medida de voltagem constante e/ou frequência constante. Ademais, a unidade de fornecimento de energia constante 66 pode converter a energia externamente aplicada em energia constante com uma medida diferente de voltagem constante e/ou frequência constante pelo controle da unidade de controle 90. A unidade de fornecimento de energia constante 66 impede que a produção seja alterada devido à variação da energia externa que tem possibilidade de variação, mediante a aplicação da energia constante ao capacitor C e ao corpo de enrolamento de bobina L, e causa a alteração de produção natural anteriormente mencionada ao controlar automaticamente o curso de reciprocidade do pistão 6 de acordo com a carga (por exemplo, baixa carga, média carga, alta carga, sobrecarga, etc.). Ou seja, a alteração de produção natural é realizada quando o curso de reciprocidade do pistão 6 em baixa carga for diferente do curso de reciprocidade do pistão 6 na sobrecarga. Especialmente, o pistão 6 é, de preferência, alternado com o ponto morto superior (TDC) na sobrecarga.

O capacitor C que recebe a energia constante é conectado a uma extremidade do corpo de enrolamento de bobina L, e um terminal de conexão 55c do meio de ramificação 55 é formado na outra extremidade do corpo de enrolamento de bobina L. Um terminal de conexão 55b é conectado a um ponto médio M (ou uma linha de ramificação do ponto médio M) do corpo de enrolamento de bobina L.

O capacitor C é um elemento constitucional para determinar a frequência de operação do circuito f_c do apare-

lho de controle com o corpo de enrolamento de bobina L. Aqui, as dimensões do capacitor C e do corpo de enrolamento de bobina L devem ser projetadas de modo que a frequência de operação f_c possa ser equalizada com a frequência natural f_n na produção máxima (por exemplo, a operação de sobrecarga) do motor linear 10 (desenho de ponto ressonante). A frequência natural f_n é estimada considerando a constante de mola mecânica K_m e a constante de mola a gás K_g , ou reduzindo a constante de mola mecânica K_m e aumentando a influencia da constante de mola a gás K_g . Através desse desenho, na carga que requer a produção máxima, o pistão 6 do motor linear 10 é alternado com o TDC da Figura 2, e na carga abaixo da produção máxima, o pistão 6 do motor linear 10 é alternado de acordo com a carga.

O meio de ramificação 55 inclui um elemento de comutação 55a conectado à unidade de fornecimento de energia constante 66, para aplicar seletivamente energia constante ao terminal de conexão 55b ou 55c, e aos terminais de conexão 55b e 55c (ou derivações de enrolamento) conectados ao ponto médio M e à outra extremidade do corpo de enrolamento de bobina L, respectivamente, para aplicar a energia constante ao corpo de enrolamento de bobina L por meio de conexão ao elemento de comutação 55a. O meio de ramificação 55 aplica a energia constante a uma parte ou todo o corpo de enrolamento de bobina L ao operar o elemento de comutação 55a de acordo com o sinal de seleção da unidade de controle 90. Aqui, dois ou mais terminais de conexão 55b e 55c podem ser proporcionados. Na etapa inicial, o meio de ramificação

55 conecta o elemento de comutação 55a ao terminal de conexão 55c.

A unidade de controle 90 controla, de preferência, a unidade de fornecimento de energia constante 66 para receber a energia externa, converter a energia em uma medida predeterminada de energia constante, e aplicar a energia constante ao capacitor C e ao corpo de enrolamento de bobina L. Conseqüentemente, o motor linear 10 pode alterar automaticamente a produção do pistão 6 de acordo com a carga.

10 A alteração de produção automática é claramente mostrada na Figura 14 que é um gráfico de capacidade de resfriamento do aparelho de controle da Figura 13. O gráfico de capacidade de resfriamento mostra alterações da capacidade de resfriamento por uma carga (temperatura, temperatura ambiente, etc.), tal como, baixa carga (a), média carga (b), alta carga (c) e sobrecarga (d). Especialmente, a capacidade de resfriamento possui uma medida quase constante após a sobrecarga (d). Como descrito acima, o pistão 6 é alternado com o TDC na sobrecarga (d), e alternado em um curso correspondente na carga abaixo da sobrecarga (d). Além da alteração de produção automática, mesmo que a energia externa seja variada, uma vez que a medida de energia constante é aplicada, o gráfico de capacidade de resfriamento da Figura 14 é lentamente alterado para acionar de forma estável o ciclo de resfriamento. Além da alteração de produção automática e do ciclo de resfriamento estável, uma vez que a frequência de operação de circuito f_c do aparelho de controle é equalizada com a frequência natural f_n na produção máxima (sobrecarga),

15
20
25

o pistão 6 é alternado com o TDC na produção máxima aumentando, assim, a eficiência de resfriamento. No compressor linear convencional, uma vez que a frequência de operação de circuito f_c é equalizada com a frequência natural f_n na produção de alta carga, a capacidade de resfriamento é reduzida na produção máxima (sobrecarga).

A unidade de controle 90 pode alterar a capacidade de resfriamento de acordo com uma produção solicitada. Aqui, a produção solicitada significa todas as variações de produção solicitadas pelo ciclo de resfriamento ou pelo usuário. Um primeiro método para alterar a capacidade de resfriamento controla a unidade de fornecimento de energia constante 66, e um segundo método para alterar a capacidade de resfriamento controla o meio de ramificação 55.

O primeiro método para alterar a capacidade de resfriamento altera a medida da energia constante convertida na unidade de fornecimento de energia constante 66. Por exemplo, para aumentar a produção, a unidade de controle 90 aumenta a medida da energia constante convertida na unidade de fornecimento de energia constante 66, ou reduz a medida da frequência constante. Quando a produção aumenta, o gráfico da Figura 14 se move para cima (o gradiente do gráfico pode ser variado). Para reduzir a produção, a unidade de controle 90 reduz a medida da energia constante convertida na unidade de fornecimento de energia constante 66, ou aumenta a medida da frequência constante. Quando a produção diminui, o gráfico da Figura 14 se move para baixo (o gradiente do gráfico pode ser variado). Em outro caso, a unidade

de controle 90 aumenta a medida da freqüência constante para aumentar a produção na operação de resfriamento inicial, e reduz a medida da freqüência constante para reduzir a produção.

5 O segundo método para alterar a capacidade de resfriamento ajusta o comprimento do corpo de enrolamento de bobina L que recebe a energia constante, ao controlar o meio de ramificação 55. O gráfico da Figura 14 é deduzido quando o elemento de comutação 55a do meio de ramificação 55 for
10 conectado ao terminal de conexão 55c. Se a unidade de controle 90 conectar o elemento de comutação 55a ao terminal de conexão 55b ao controlar o meio de ramificação 55, a energia constante é aplicada apenas à parte L1 do corpo de enrolamento de bobina L reduzindo, assim, a produção. Portanto, o
15 gráfico da Figura 14 se move para baixo (o gradiente do gráfico pode ser variado). Ou seja, se o corpo de enrolamento de bobina L que recebe a energia constante for alongado, a energia constante é aplicada a todo o corpo de enrolamento de bobina L para aumentar a produção, e se o corpo de enro-
20 lamento de bobina L que recebe a energia constante for reduzido, a energia constante é aplicada à parte do corpo de enrolamento de bobina L para reduzir a produção.

O primeiro e segundo métodos podem ser individual ou cooperativamente realizados pela unidade de controle 90,
25 para incluir várias alterações de produção.

Como anteriormente discutido, de acordo com a presente invenção, o aparelho de controle para o compressor linear pode controlar a produção ao variar toda a capacitân-

cia, e evitar a corrente de ligação.

O aparelho de controle para o compressor linear pode evitar, de forma eficiente, a corrente de ligação ao controlar o comutador liga/desliga do compressor linear em
5 variação da capacitância.

O motor linear ou aparelho de controle que inclui a pluralidade de comutadores pode evitar, de forma eficiente, a corrente de ligação ao controlar o ligamento/desligamento dos comutadores.

10 O aparelho de controle para o compressor linear pode aprimorar a confiabilidade da operação ao evitar o aumento ou redução da produção mediante a variação da energia aplicada.

15 O aparelho de controle para o compressor linear pode impedir que o compressor linear se submeta à sobrecarga ou realize uma operação anormal devido à energia excessivamente aplicada.

20 O aparelho de controle para o compressor linear pode variar a operação do compressor linear (operação de alta força de resfriamento, operação de baixa força de resfriamento, etc.), e impedir a geração da corrente de ligação.

25 O aparelho de controle para o compressor linear pode aumentar a eficiência de resfriamento ao alterar a produção de acordo com a carga, independente da variação da energia externamente aplicada.

O aparelho de controle para o compressor linear pode gerar a pluralidade de produções ao alterar a medida da energia constante aplicada à bobina de acordo com a produção

solicitada.

O aparelho de controle para o compressor linear pode gerar a pluralidade de produções ao alterar a medida da energia constante e o comprimento da bobina que recebe a energia constante.

O aparelho de controle para o compressor linear pode aprimorar a capacidade de resfriamento e eficiência de resfriamento ao alternar o pistão com o TDC na produção máxima, ao utilizar a energia constante e o desenho de ponto ressonante na produção máxima.

O compressor linear que inclui o motor linear tipo ímã móvel, e o pistão conectado ao motor linear e linearmente alternado no cilindro, para sugar, comprimir e descarregar os refrigerantes foi explicado com referência aos desenhos em anexo. Embora as modalidades preferidas da presente invenção tenham sido descritas, deve ser entendido que a presente invenção não se limita a essas modalidades preferidas, porém diversas alterações e modificações podem ser feitas por um versado na técnica dentro do espírito e escopo da presente invenção como reivindicado a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de controle para um compressor linear, compreendendo:

5 um corpo de enrolamento de bobina (L) laminado sobre o compressor linear;

um primeiro capacitor (C1) conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina (L);

10 uma unidade de variação de capacitância (50, 50a) que é formada em uma estrutura paralela ao primeiro capacitor (C1), e possui um comutador de capacitor (SW2);

um comutador liga/desliga (SW1) para fornecer energia ao corpo de enrolamento de bobina (L),

15 uma unidade de controle (60, 70, 80) para induzir uma alteração de produção do compressor linear, ao variar toda a capacitância do aparelho de controle ao controlar o comutador de capacitor (SW2);

CARACTERIZADO pelo fato de que a unidade de controle (60, 70, 80) desliga, de preferência, o comutador liga/desliga (SW1) para controlar a unidade de variação de capacitância (50, 50a) e para prevenir corrente de ligação,

20 em que a unidade de controle (80) liga o comutador liga/desliga (SW1) após controlar a unidade de variação de capacitância (50, 50a).

25 2. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de variação de capacitância (50) compreende ao menos um segundo capacitor (C2), e o comutador de capacitor (SW2) é conectado entre o segundo capacitor (C2) e uma derivação de enrolamen-

to (T) do corpo de enrolamento de bobina (L), para controlar o fluxo da corrente.

3. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de variação de capacitância (50a) compreende ao menos um terceiro capacitor (C3) e um dispositivo de prevenção de corrente de ligação (52), e o comutador de capacitor (SW2) é conectado entre o terceiro capacitor (C3) e o primeiro capacitor (C1), para controlar o fluxo da corrente.

10 4. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de prevenção de corrente de ligação (52) compreende ao menos um entre um resistor, um dispositivo de coeficiente de temperatura negativo e um indutor.

15 5. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende uma unidade de captação de voltagem (61, 63) para captar ambas as voltagens finais de ao menos um entre o primeiro capacitor (C1) e a unidade de variação de capacitância (50, 50a).

20 6. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de controle (60, 70, 80) controla o comutador de capacitor (SW2) de acordo com a voltagem captada pela unidade de captação de voltagem (61, 63).

25 7. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende uma unidade de captação de voltagem (65) e frequência para captar a voltagem e frequência da energia aplicada.

8. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de controle (80) computa a voltagem de modo por meio de uma função da voltagem e da frequência da unidade de voltagem e frequência (65), e controla o comutador de capacitor (SW2) de acordo com a voltagem de modo.

9. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que quando a voltagem captada for maior que a voltagem de sobrecarga, a unidade de controle intercepta o fornecimento de energia desligando o comutador liga/desliga (SW1).

10. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de controle (80) adicionalmente delisca o comutador de capacitor (SW2).

11. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de controle (80) controla a unidade de variação de capacitância (50, 50a) ao comparar a voltagem captada com uma voltagem de referência predeterminada, aumenta toda a capacitância se a voltagem captada for menor que a voltagem de referência, e reduz toda a capacitância se a voltagem captada for igual ou maior que a voltagem de referência.

12. Aparelho de controle para um compressor linear, compreendendo:

um corpo de enrolamento de bobina (L) laminado sobre o compressor linear;

um primeiro capacitor (C1) conectado em série ao

corpo de enrolamento de bobina (L);

uma unidade de variação de capacitância (50, 50a) formada em uma estrutura paralela ao primeiro capacitor (C1);

5 uma unidade de captação de voltagem e frequência (65) para captar a voltagem e a frequência da energia aplicada; e

CARACTERIZADO pelo fato de que compreende uma unidade de controle (80) para induzir uma alteração de produção do compressor linear ao variar toda a capacitância do aparelho de controle, ao computar a voltagem de modo por meio de uma função da voltagem e da frequência da energia aplicada da unidade de captação de voltagem e frequência (65) e ao controlar a unidade de variação de capacitância (50, 50a) de acordo com a voltagem de modo;

em que a voltagem de modo é computada pela seguinte fórmula:

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

em que a e b são constantes, V_i é a voltagem captada pela unidade de captação de voltagem e frequência (65) e F_i é a frequência captada pela unidade de captação de voltagem e frequência (65).

13. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de controle (80) controla a unidade de variação de capacitância (50, 50a) ao comparar a voltagem de modo com um valor de referência predeterminado, aumenta toda a capacitância se a voltagem de modo for menor que o valor de referência, e re-

duz toda a capacitância se a voltagem de modo for igual ou maior que o valor de referência.

14. Aparelho de controle para um compressor linear, compreendendo:

5 um corpo de enrolamento de bobina (L) laminado sobre o compressor linear;

um capacitor (C) conectado em série ao corpo de enrolamento de bobina (L);

10 uma unidade de fornecimento de energia constante (66) para receber energia externa, converter a energia em uma medida específica de energia constante, e aplicar a energia constante ao corpo de enrolamento de bobina (L); e

15 uma unidade de controle (90) para induzir a alteração de produção do compressor linear de acordo com a carga, ao controlar a unidade de fornecimento de energia constante (66) para fornecer a medida específica de energia constante ao corpo de enrolamento de bobina (L),

CARACTERIZADO pelo fato de que a unidade de fornecimento de energia constante (66) gera a energia constante 20 ao converter ao menos uma entre a voltagem e a frequência da energia externa na medida específica, e

25 a frequência de operação através do corpo de enrolamento de bobina (L) e do capacitor (C) é idêntica à frequência natural do compressor na produção máxima do compressor linear.

15. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a frequência natural é estimada considerando-se uma constante de mola mecâ-

nica e uma constante de mola de gás, ou diminuindo a constante de mola mecânica e aumentando a influência da constante da mola de gás.

16. Aparelho de controle, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma pluralidade de derivações de enrolamento é conectada ao corpo de enrolamento de bobina (L), sendo que o aparelho de controle compreende adicionalmente um meio de ramificação (55) controlado pela unidade de controle (90) e seletivamente conectado à pluralidade de derivações de enrolamento de acordo com uma produção solicitada, para aplicar a energia constante a uma parte ou todo o corpo de enrolamento de bobina (L).

Fig. 1

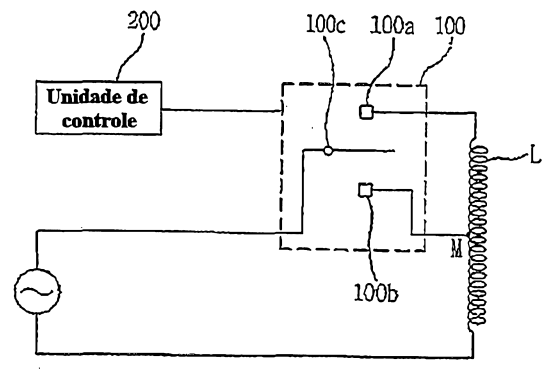


Fig. 2

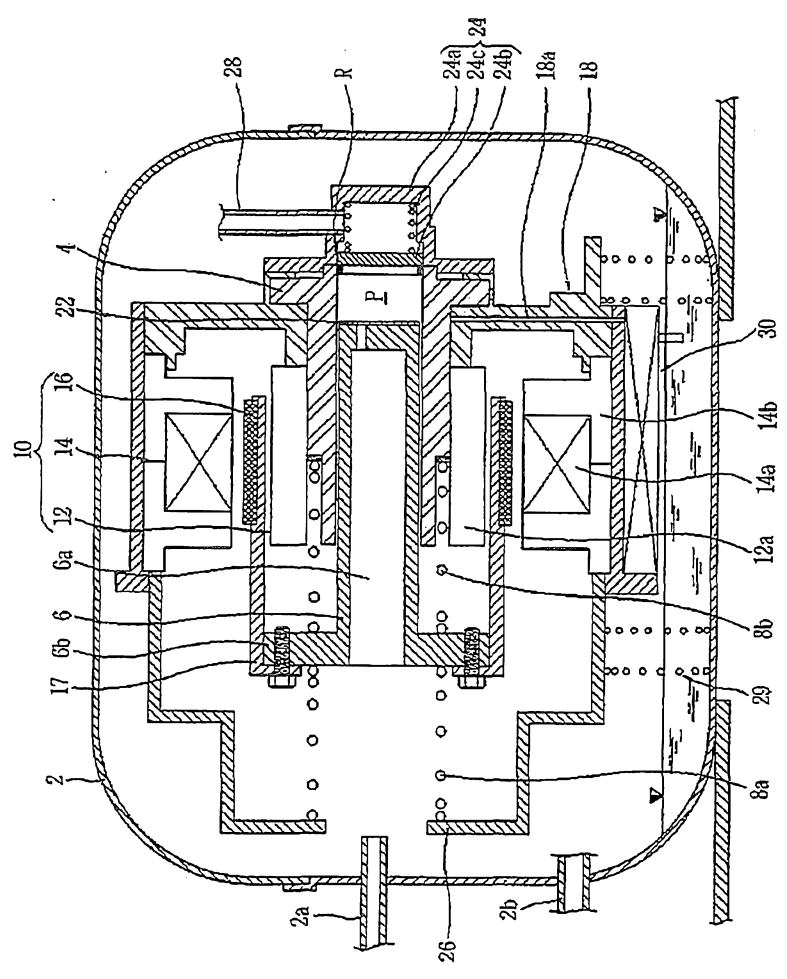


Fig. 3

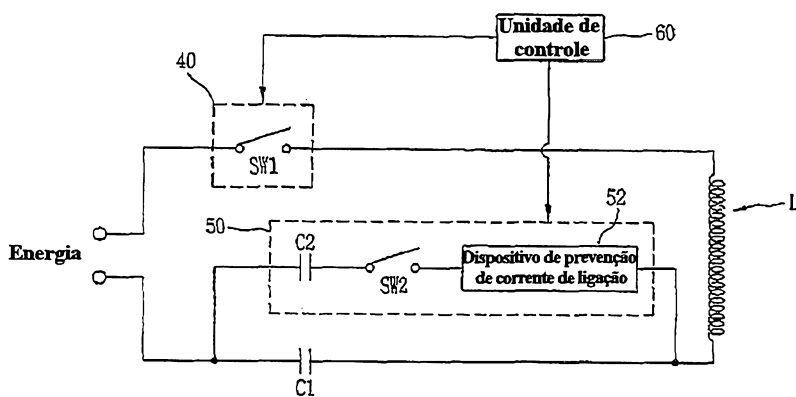


Fig. 4

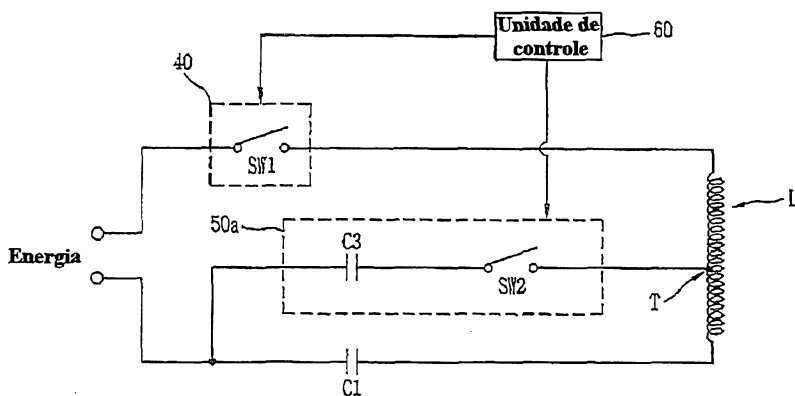


Fig. 5

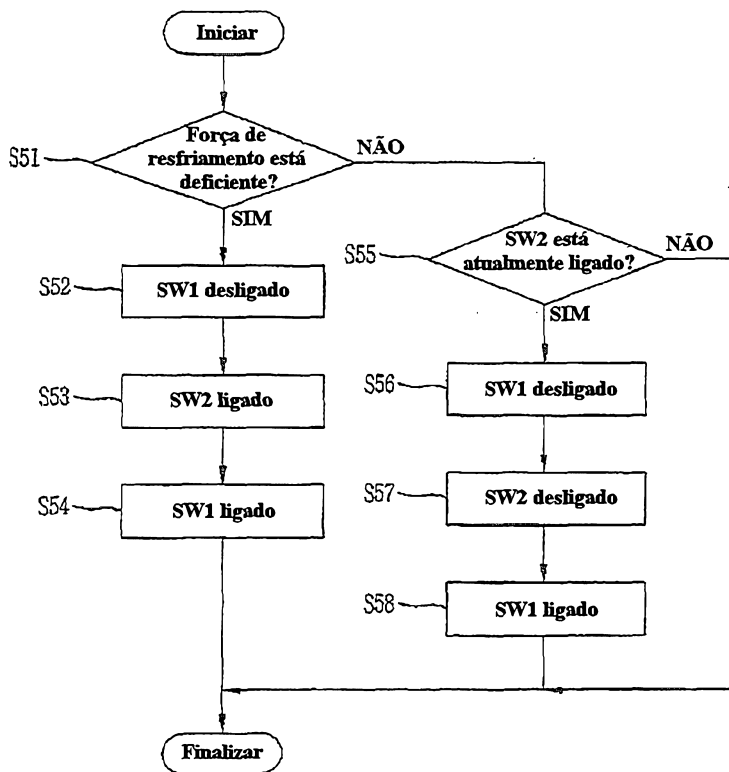


Fig. 6

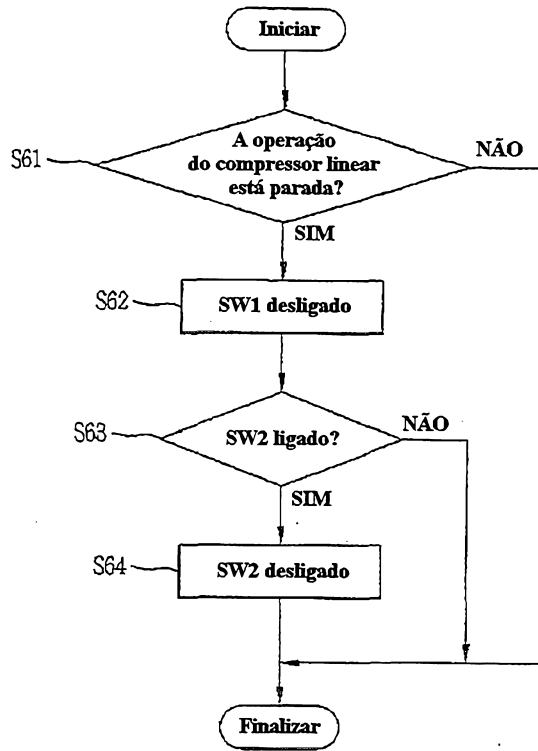


Fig. 7

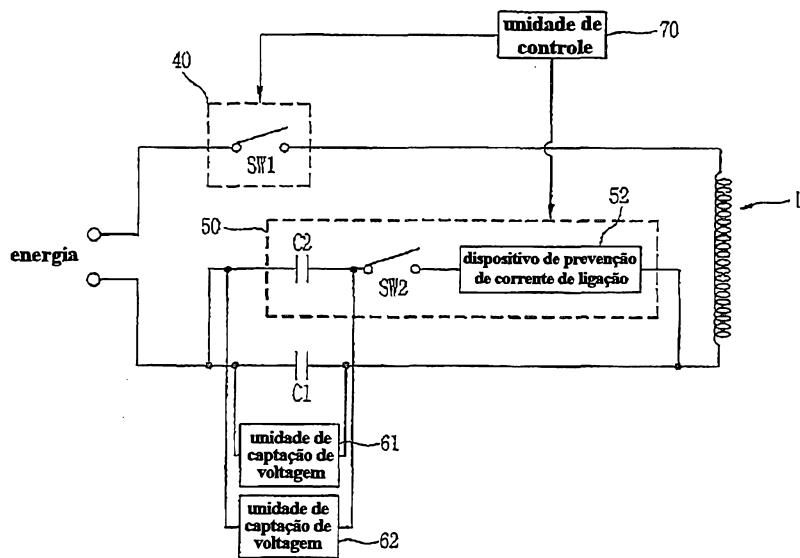


Fig. 10

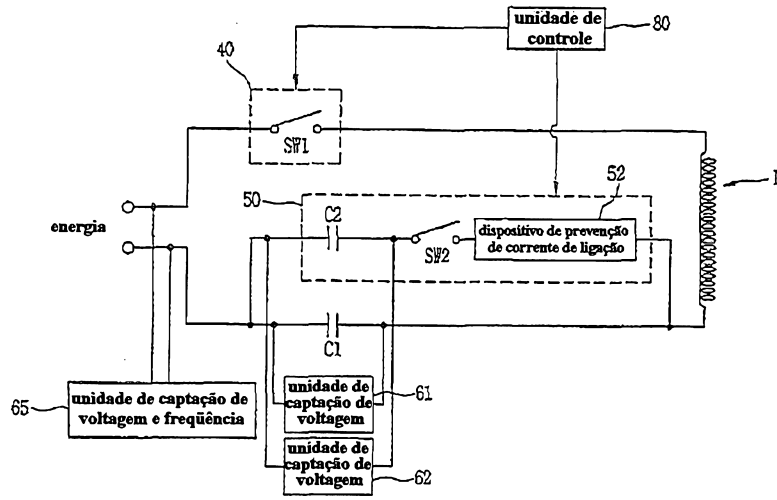


Fig. 11

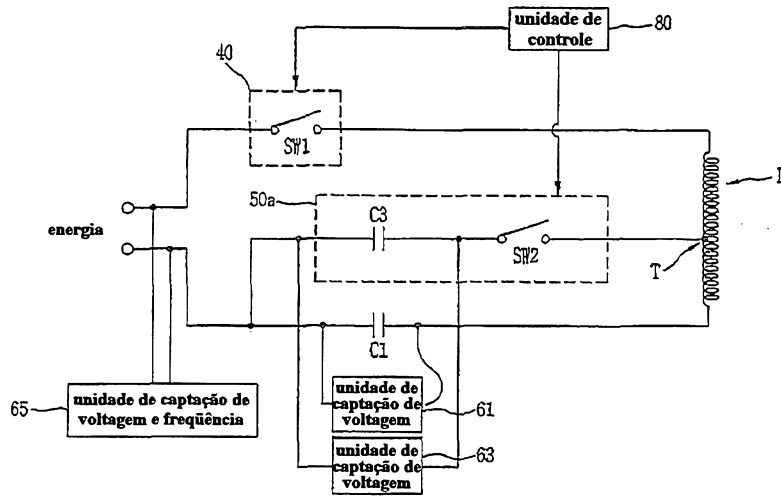


Fig. 12

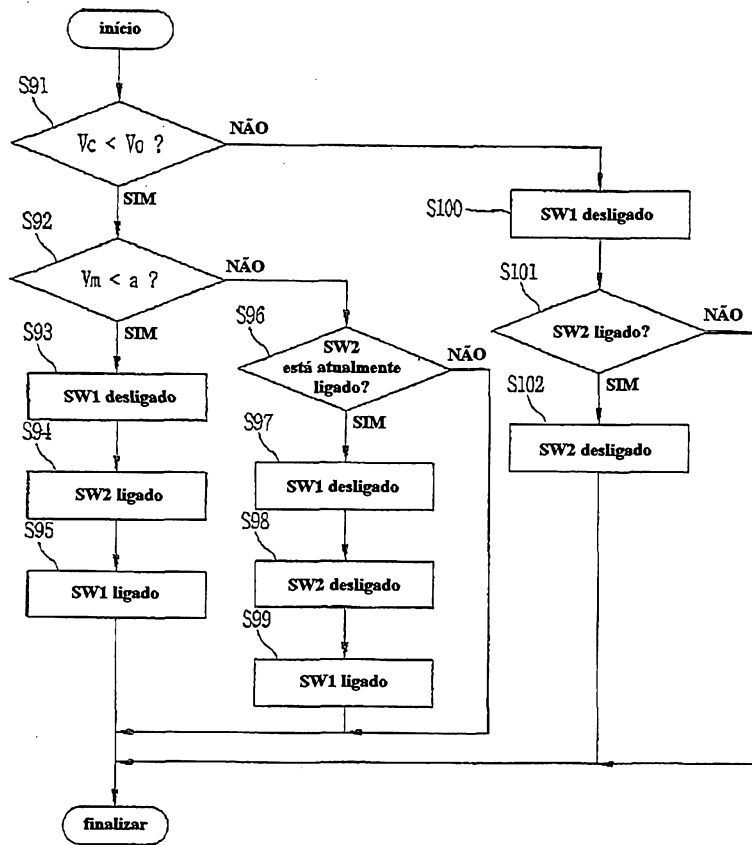


Fig. 13

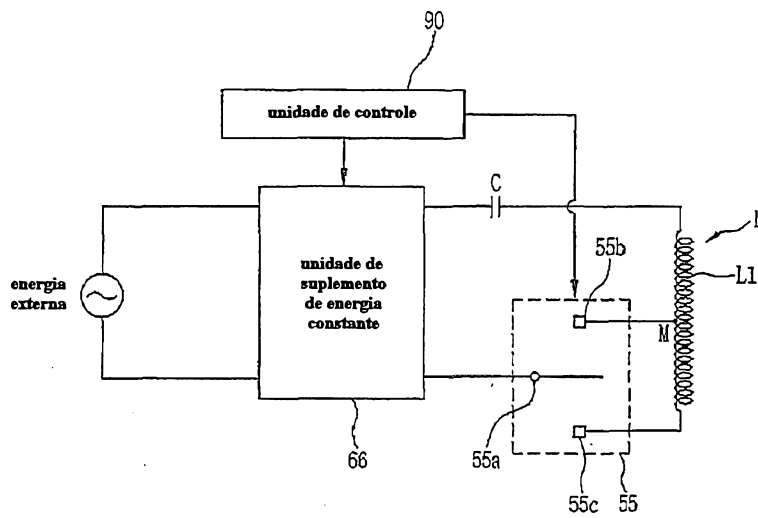


Fig. 14

