



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

(11) PI 1006834-1 B1



(22) Data do Depósito: 13/01/2010

(45) Data de Concessão: 24/03/2020

(54) Título: DISPOSITIVO ACIONADOR DE MOTOR E EQUIPAMENTO ELÉTRICO QUE UTILIZA O MESMO

(51) Int.Cl.: H02P 6/18; F25B 1/00; H02P 6/08.

(30) Prioridade Unionista: 14/01/2009 JP 2009-005492.

(73) Titular(es): PANASONIC CORPORATION.

(72) Inventor(es): YOSHINORI TAKEOKA; HIDEHISA TANAKA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010000122 de 13/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/082472 de 22/07/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/07/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO ACIONADOR DE MOTOR E EQUIPAMENTO ELÉTRICO QUE UTILIZA O MESMO O motor DC sem escova (4) é acionado com base em um primeiro ou segundo sinal de forma de onda emitido da unidade de determinação de comutação (11) que comuta a emissão de modo que um primeiro sinal de forma de onda pela primeira unidade de geração de forma de onda (6) é emitido quando a velocidade do rotor (4a) for determinada como sendo inferior a uma velocidade predeterminada, e um segundo sinal de forma de onda pela segunda unidade de geração de forma de onda (10) ser emitido quando a velocidade do rotor (4a) é determinada como sendo mais alta do que a velocidade predeterminada. Assim, o acionador é estável mesmo em alta velocidade / sob carga alta, e uma faixa de acionamento é ampliada.

**DISPOSITIVO ACIONADOR DE MOTOR E EQUIPAMENTO ELÉTRICO QUE
UTILIZA O MESMO**

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção relaciona-se a um dispositivo
5 acionador de motor para acionar um motor DC sem escova.

HISTÓRICO DA TECNOLOGIA

O dispositivo acionador de motor convencional aciona o
motor ao comutar entre o acionamento de retroalimentação de
velocidade e acionamento de laço aberto de velocidade de
10 acordo com o valor da corrente ou da velocidade do
acionador conforme revelado, por exemplo, na Literatura de
Patente 1. A Figura 12 mostra um dispositivo acionador de
motor convencional descrito na Literatura de Patente 1.

Na Figura 12, a fonte de alimentação DC 201 entra com
15 a energia DC dentro do inversor 202. O inversor 202 é
configurado por uma ponte trifásica que conecta seis
elementos comutadores. O inversor 202 converte a energia DC
de entrada em energia AC tendo uma frequência
predeterminada e entra com ela para dentro do motor DC sem
20 escova 203.

A unidade de detecção de posição 204 obtém informação
sobre uma tensão induzida gerada pela rotação do motor DC
sem escova 203 com base em uma tensão de um terminal de
saída do inversor 202. Com base na informação, a unidade de
25 detecção de posição 204 detecta uma posição relativa do
motor 203a do motor DC sem escova 203. O circuito de
controle 205 recebe uma entrada de um sinal emitido da
unidade de detecção de posição 204 e gera um sinal de
controle para o elemento comutador do inversor 202.

30 A unidade de operação de posição 206 opera informação

em uma posição de pólo magnético do rotor 203a do motor DC sem escova 203 com base no sinal da unidade de detecção de posição 204. A unidade de acionamento de controle auto-
atuada 207 e a unidade de acionamento de controle atuada
5 por energia 210 emitem sinais cada qual indicando um tempo para comutar a corrente a ter permissão para fluir através dos enrolamentos trifásicos do motor DC sem escova 203. Esses sinais de tempo são sinais para acionar o motor DC sem escova 203. Esses sinais de tempo emitidos pela unidade
10 de acionamento de controle auto-atuada 207 acionam o motor DC sem escova 203 por controle de retroalimentação e são obtidos com base na posição do pólo magnético do rotor 203a obtida da unidade de operação de posição 206 e com base na unidade de comando de velocidade 213. Por outro lado, esses
15 sinais de tempo emitidos pela unidade de acionamento de controle atuada por energia 210 acionam o motor DC sem escova 203 por controle de laço aberto e são obtidas com base na unidade de comando de velocidade 213. A unidade de seleção 211 seleciona qualquer um dos sinais entrados da
20 unidade de acionamento de controle auto-atuada 207 e o sinal de tempo entrado da unidade de acionamento de controle atuado por energia 210, e emite o sinal selecionado. Em outras palavras, a unidade de eleição 211 seleciona entre o acionamento do motor DC sem escova 203
25 pela unidade de acionamento de controle auto-atuada 207 e o acionamento do motor DC sem escova 203 pela unidade de acionamento de controle atuada por energia 210. A unidade de controle de acionamento 212 emite um sinal de controle para um elemento de comutação do inversor 202 com base no
30 sinal emitido da unidade de seleção 211.

O dispositivo de acionamento de motor convencional mencionado acima comuta do acionamento de controle auto-
atuado pelo controle de retroalimentação para o
acionamento de controle atuado por energia pelo controle
5 de laço aberto quando o motor DC sem escova 203 for
acionado em alta velocidade ou sob uma carga elevada.
Assim, uma faixa de acionamento do motor DC sem escova 203
é estendida do acionamento em baixa velocidade para um
acionamento em alta velocidade ou do acionamento sob carga
10 baixa para o acionamento sob carga elevada.

Entretanto, na configuração convencional mencionada
acima, no acionamento em alta velocidade ou sob carga
elevada (referida doravante como 'em alta velocidade / sob
carga elevada'), o motor DC sem escova 203 é acionado por
15 controle de laço aberto. Portanto, um desempenho de
acionamento estável pode ser obtido quando a carga for
pequena, mas o estado do acionamento torna-se instável
quando a carga for elevada.

[Lista de Citações]

20 [Literatura de Patente]

[Literatura de Patente 1] Patente Japonesa Não Examinada
número de publicação 2003-219681

SINOPSE DA INVENÇÃO

A presente invenção resolve o problema convencional
25 mencionado acima e obtém desempenho de acionamento estável
mesmo quando um motor DC sem escova for acionado em alta
velocidade / sob carga elevada, assim ampliando a faixa de
acionamento. Destarte, a presente invenção fornece um
dispositivo de acionamento de motor em que um estado
30 instável devido a fatores externos é suprimido e que possui

alta confiabilidade.

O dispositivo de acionamento de motor da presente invenção aciona um motor DC sem escova incluindo um rotor e um estator tendo enrolamentos trifásicos. Ademais, a presente invenção inclui um inversor para fornecer energia elétrica para os enrolamentos trifásicos, e uma unidade de obtenção de tensão terminal para obter uma tensão terminal do motor DC sem escova. Ademais, a presente invenção inclui uma primeira unidade de geração de forma de onda para emitir um primeiro sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e de 150° ou menos.

Ademais, a presente invenção inclui uma unidade de estabelecimento de frequência para estabelecer uma frequência ao mudar apenas a frequência enquanto mantém o "duty" constante. Ademais, a presente invenção inclui uma segunda unidade de geração de forma de onda para emitir um segundo sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo uma relação predeterminada com relação à tensão terminal obtida pela unidade de obtenção de tensão terminal, a frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência e um ângulo de condução de 120° ou mais e inferior a 180° . Ademais, a presente invenção inclui uma unidade de determinação de comutação para comutar a saída de modo que o primeiro sinal de forma de onda é emitido quando a velocidade do rotor for determinada como sendo mais baixa do que uma velocidade predeterminada, e o segundo sinal de forma de onda é emitido quando a velocidade do rotor for determinada como sendo mais alta do que a velocidade predeterminada.

Ademais, a presente invenção inclui a unidade de acionamento para emitir um sinal de acionamento para o inversor, indicando um tempo de suprimento da energia elétrica a ser fornecida aos enrolamentos trifásicos pelo
5 inversor, para o inversor com base no primeiro ou no segundo sinal de forma de onda emitido da unidade de determinação de comutação.

Com essa configuração, o motor DC sem escova é acionado com base no primeiro sinal de forma de onda que é
10 uma forma de onda tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e de 150° ou menos quando a velocidade for baixa. Por outro lado, o motor DC sem escova é acionado com base no segundo sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e inferior a
15 180° de acordo com a posição do rotor e da frequência estabelecida quando a velocidade for elevada.

Portanto, no dispositivo de acionamento de motor da presente invenção, mesmo no acionamento a alta velocidade / sob carga elevada, o acionamento é estável e a faixa de
20 acionamento é estendida. Assim, é possível fornecer um dispositivo de acionamento de motor em que um estado instável devido a fatores externos é suprimido e que possui alta confiabilidade.

DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESENHOS

25 A Figura 1 é um diagrama de bloco que mostra um dispositivo de acionamento de motor de acordo com uma primeira versão exemplar da presente invenção.

A Figura 2 é um gráfico de tempo do dispositivo de acionamento de motor na versão exemplar.

30 A Figura 3 é um gráfico que ilustra um ângulo de

condução ótimo do dispositivo de acionamento do motor na versão exemplar.

A Figura 4 é outro gráfico de tempo do dispositivo de acionamento do motor na versão exemplar.

5 A Figura 5 é um gráfico que mostra a relação entre o torque e uma fase quando o motor DC sem escova é acionado sincronamente na versão exemplar.

10 A Figura 6 é um gráfico que ilustra uma relação de fase entre uma corrente de fase e uma tensão terminal do motor DC sem escova na versão exemplar.

A Figura 7A é um gráfico que ilustra uma relação de fase do motor DC sem escova na versão exemplar.

A Figura 7B é um gráfico que ilustra outra relação de fase do motor DC sem escova na versão exemplar.

15 A Figura 8 é um fluxograma que mostra a operação de uma segunda unidade de geração de forma de onda do dispositivo de acionamento do motor.

20 A Figura 9 é um gráfico que mostra a relação entre uma velocidade de rotação e o "duty" do motor DC sem escova na versão exemplar.

A Figura 10 é um quadro de tempo de uma velocidade de rotação e um "duty" do dispositivo de acionamento do motor na versão exemplar.

25 A Figura 11 é uma visão em seção que mostra a parte principal do motor DC sem escova na versão exemplar.

A Figura 12 é um diagrama de blocos que mostra um dispositivo de acionamento de motor convencional.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE VERSÕES PREFERIDAS

30 Doravante, uma versão exemplar da presente invenção será descrita com referência aos desenhos.

PRIMEIRA VERSÃO EXEMPLAR

A Figura 1 é um diagrama de blocos que mostra um dispositivo de acionamento de motor de acordo com uma primeira versão exemplar da presente invenção. Na Figura 1, a fonte de energia AC 1 é uma fonte de energia comercial genérica. No Japão, ela é uma fonte de energia de 50 Hz ou de 60 Hz tendo um valor efetivo de 100 V. O dispositivo de acionamento do motor 22 é conectado à fonte de energia AC 1 e aciona o motor DC sem escova 4. Doravante, será descrito o dispositivo de acionamento do motor 22.

O circuito de retificação e de suavização 2 recebe uma entrada da fonte de energia AC 1 e retifica e suaviza a energia elétrica AC para energia elétrica DC. O circuito de retificação e de suavização 2 inclui quatro diodos retificadores conectados por ponte 2a a 2d, e capacitores de suavização 2e e 2f. Nesta versão exemplar, o circuito de retificação e de suavização 2 é composto de um circuito retificador dobrador de tensão, mas o circuito retificador e suavizador 2 poderá ser composto de um circuito retificador de onda integral. Ademais, nesta versão exemplar, a fonte de energia AC 1 é uma fonte de energia AC unifásica. No entanto, quando a fonte de energia AC 1 for uma fonte de energia AC trifásica, o circuito retificador e suavizador 2 é composto de circuito retificador e suavizador trifásico.

O inversor 3 converte a energia DC do circuito retificador e suavizador 2 em energia AC. O inversor 3 inclui seis elementos comutadores 3a a 3f que são conectados através de uma ponte trifásica. Ademais, seis diodos de corrente de retorno 3g a 3l são conectados na

direção oposta aos elementos de comutação 3a a 3f, respectivamente.

O motor DC sem escova 4 inclui o rotor 4a tendo um ímã permanente, e o estator 4b tendo três enrolamentos trifásicos. No motor DC sem escova 4, uma corrente AC trifásica gerada pelo inversor 3 flui através dos enrolamentos trifásicos do estator 4b de modo a girar o rotor 4a.

Nesta versão exemplar, a unidade de detecção de posição 5 obtém uma tensão terminal do motor DC sem escova 4. Querendo dizer, a unidade de detecção 5 detecta uma posição de pólo magnético relativa do rotor 4a do motor DC sem escova 4. Especificamente, a unidade de detecção de posição 5 detecta a posição de rotação relativa do rotor 4a com base em uma tensão induzida gerada nos enrolamentos trifásicos do estator 4b. Outro método para detectar a posição inclui o método para efetuar uma operação vetora dos resultados de detecção de uma corrente do motor (corrente de fase ou corrente de linha de ônibus) de modo a estimar a posição do pólo magnético.

Ademais, a unidade de detecção de posição 5 detecta uma cruz de zero corrente de uma corrente de fase do motor DC sem escova 4 ao obter, por exemplo, uma tensão terminal do inversor 3. Especificamente, a unidade de detecção de posição 5 detecta a presença ou a ausência de uma corrente que flui através de um diodo de corrente de retorno (por exemplo, o diodo 3h) do inversor 3, isto é, o ponto em que o fluir da corrente é modificado de positivo para negativo, ou de negativo para positivo, isto é, o ponto de cruzamento zero. A unidade de detecção de posição 5 detecta este ponto

de cruzamento zero como o ponto de cruzamento zero da corrente de fase do motor DC sem escova 4. Assim, a unidade de detecção de posição 5 detecta a posição de pólo magnético e o ponto de cruzamento zero da corrente de fase do motor DC sem escova 4.

A primeira unidade de geração de forma de onda 6 gera um primeiro sinal de forma de onda para acionar os elementos de comutação 3a a 3f do inversor 3. O primeiro sinal de forma de onda é um sinal de onda retangular tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e de 150° ou menos. Para acionar suavemente o motor DC sem escova 4 tendo enrolamentos trifásicos, o ângulo de condução precisa ser de 120° ou mais. Por outro lado, para a unidade de detecção de posição 5 detectar uma posição com base na tensão induzida, um intervalo liga/desliga do elemento de comutação precisa ser um intervalo de 30° ou mais. Portanto, o limite superior do ângulo de condução é de 150° , o valor obtido ao subtrair 30° de 180° . Observe aqui que o primeiro sinal de forma de onda poderá ser outro que não a onda retangular e poderá incluir uma forma de onda similar à forma de onda retangular. Exemplos incluem uma onda trapezóide provida de uma inclinação no subir/descer da forma de onda.

A primeira unidade de geração de forma de onda 6 gera o primeiro sinal de forma de onda com base na informação de posição no rotor 4a detectado pela unidade de detecção de posição 5. A primeira unidade de geração de forma de onda 6 realiza o controle de "duty" da modulação da largura do pulso (PWM) para manter a velocidade de rotação constante. Assim, o motor DC sem escova 4 é acionado eficientemente em

um "duty" ótimo com base na posição de rotação.

A unidade de estabelecimento de frequência 8 estabelece uma frequência ao mudar apenas a frequência enquanto mantém o "duty" constante. Quando a entrada de
5 frequência da unidade de estabelecimento de frequência 8 não estiver além do limite superior da frequência, a unidade de limitação de frequência 9 emite a frequência de entrada para a segunda unidade de geração de forma de onda 10. Ao contrário, quando a entrada de frequência da unidade
10 de estabelecimento de frequência 8 estiver além do limite superior da frequência, a unidade de limitação de frequência 9 emite a frequência de limite superior para a segunda unidade de geração de forma de onda 10.

A segunda unidade de geração de forma de onda 10 gera
15 um segundo sinal de forma de onda para acionar os elementos de comutação de acionamento 3a a 3f do inversor 3 com base na frequência da unidade de limitação de frequência 9 e da informação de posição da unidade de detecção de posição 5. O segundo sinal de forma de onda é um sinal de onda
20 retangular tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e inferior a 180° . Similar à primeira geração de forma de onda 6, como o motor DC sem escova 4 possui enrolamentos trifásicos, o ângulo de condução precisa ser de 120° ou mais. Por outro lado, na segunda unidade de geração de
25 forma de onda 10, o intervalo liga/desliga do elemento de comutação não é necessário e, portanto, o limite superior é feito para ser inferior a 180° . Ao considerar o fato de que a unidade de detecção de posição 5 detecta um cruzamento zero, o período desligado é fornecido de maneira
30 apropriada. Por exemplo, o período desligado de 5° de um

ângulo de condução poderá ser fornecido após o cruzamento zero ser detectado. Observe aqui que o segundo sinal de forma de onda poderá ser qualquer forma de onda desde que ela seja similar a uma onda retangular. Por exemplo, ela
5 poderá ser uma onda seno ou uma onda de distorção. Ademais, nesta versão exemplar, o "duty" é o máximo ou o estado próximo do máximo ("duty" é constante e é de 90 a 100%).

A unidade de detecção de velocidade 7 detecta a velocidade do motor DC sem escova 4 (isto é, a velocidade
10 de rotação) com base na informação de posição detectada pela unidade de detecção de posição 5. Por exemplo, a velocidade pode ser facilmente detectada ao medir o sinal da unidade de detecção de posição 5 gerado em um ciclo constante.

15 A unidade de determinação de comutação 11 determina se a velocidade de rotação do rotor 4a é baixa ou alta, e comuta um sinal de forma de onda para ser entrado na unidade de acionamento 12 entre o primeiro sinal de forma de onda ou o segundo sinal de forma de onda.
20 Especificamente, quando a velocidade for baixa, a unidade de determinação de comutação 11 seleciona o primeiro sinal de forma de onda, e quando a velocidade for alta, a unidade de determinação de comutação 11 seleciona o segundo sinal de forma de onda. Aqui, a determinação de se a velocidade
25 de rotação é baixa ou alta pode ser realizada com base na velocidade efetiva detectada pela unidade de detecção de velocidade 7. Além disso, a determinação de se a velocidade de rotação é baixa ou alta pode ser realizada com base na velocidade ou "duty" de rotação estabelecido. Por exemplo,
30 quando o "duty" for o máximo (geralmente, 100%), como a

velocidade é a máxima, a unidade de determinação de comutação 11 comuta o sinal de forma de onda para o segundo sinal de forma de onda.

A unidade de acionamento 12 emite um sinal de
5 acionamento que indica o tempo de fornecimento de energia elétrica a ser fornecida pelo inversor 3 aos enrolamentos trifásicos do motor DC sem escova 4 com base no sinal de forma de onda emitido da unidade de determinação de comutação 11. Especificamente, o sinal de acionamento liga
10 ou desliga os elementos de comutação 3a a 3f do inversor 3 (doravante, será referido como "liga/desliga"). Assim uma energia AC ótima é aplicada ao estator 4b, o rotor 4a é girado, e o motor DC sem escova 4 é acionado.

A unidade de estabelecimento do limite superior da
15 frequência 13 estabelece a frequência do limite superior correspondente à velocidade de rotação máxima (isto é, a velocidade de rotação quando o "duty" for de 100%) quando o motor DC sem escova 4 estiver acionado com base no primeiro sinal de forma de onda. Querendo dizer, a velocidade de
20 rotação de limite superior é fixada com base na velocidade de rotação máxima, e a frequência de limite superior correspondente a esta velocidade de rotação de limite superior é fixada. Nesta versão exemplar, a frequência de limite superior (isto é, a velocidade de rotação de limite
25 superior do motor DC sem escova 4) é estabelecida correspondente a 1,5 vezes a velocidade de rotação máxima mencionada acima. Por exemplo, quando a velocidade de rotação máxima for de 50 r/s, a velocidade de rotação limite superior é estabelecida para 75 r/s. A unidade de
30 estabelecimento da frequência de limite superior 13

estabelece uma frequência correspondente a esta velocidade de rotação de limite superior, de 75 r/s, como a frequência de limite superior. Observe aqui que esta frequência de limite superior é utilizada para limitar a frequência da unidade limitadora da frequência 9.

Esta frequência de limite superior é estabelecida conforme segue. Quando o motor DC sem escova 4 for acionado pela unidade de estabelecimento da frequência 8 e a segunda unidade de geração de forma de onda 10, o motor DC sem escova 4 é acionado como um motor síncrono em que o rotor 4a segue a comutação do inversor 3. Portanto, o rotor 4a é atrasado com relação à comutação, resultando em um estado em que a fase da tensão induzida é atrasada com relação à fase da corrente de fase. Quer isso dizer, com referência à fase da tensão induzida, o motor DC sem escova 4 é acionado em um estado em que a fase da corrente de fase do motor lidera com relação à fase da tensão induzida (isto é, um estado de enfraquecimento do fluxo magnético). Portanto, uma rotação mais alta é possível quando comparada com o acionamento pela primeira unidade de geração de forma de onda 6 em que o "duty" é de 100%. No entanto, quando o ângulo de liderança for maior (isto é, o rotor 4a está grandemente atrasado com relação à comutação), o motor fica fora de sincronização, o rotor 4a perde a sincronização. Portanto, o estabelecimento é realizado de modo que a frequência de limite superior seja mais baixa do que aquela da velocidade de rotação que causa a perda da sincronização, assim melhorando a confiabilidade do dispositivo de acionamento do motor 22.

A unidade de mudança da frequência de limite superior

14 primeiramente detecta que o acionamento pela segunda
unidade de geração de forma de onda 10 foi realizado para
um tempo predeterminado (por exemplo, 30 minutos). A
seguir, a unidade de mudança de frequência de limite
5 superior 14 indica à unidade de determinação de comutação
11 pra comutar compulsoriamente o acionamento do motor DC
sem escova 4 do acionamento pela segunda unidade de geração
de forma de onda 10 para o acionamento pela primeira
unidade de geração de forma de onda 6. Ademais, a unidade
10 de mudança de frequência de limite superior 14 restabelece
a frequência de limite superior da unidade de
estabelecimento da frequência de limite superior 13.

Observe aqui que a unidade de detecção de posição 5
detecta a posição do rotor 4a, por exemplo, ao obter uma
15 tensão terminal do inversor 3. Especificamente, a unidade
de detecção de posição 5 detecta a presença ou a ausência
de uma corrente que flui através do diodo de corrente de
retorno (por exemplo, o diodo 3h) do inversor 3, isto é, o
ponto em que o fluir de uma corrente é comutado do positivo
20 para o negativo ou do negativo para o positivo (isto é, o
ponto de cruzamento zero) como a posição do rotor 4a.
Ademais, a saída da unidade de detecção de posição 5
corresponde à saída de um sinal indicativo de se a tensão
terminal do inversor 3 é mais alta ou mais baixa com
25 relação ao limite. Portanto, a saída da unidade de detecção
de posição 5 pode ser utilizada como o ponto de cruzamento
zero da tensão induzida do motor DC sem escova 4 em que se
baseia a primeira unidade de geração de forma de onda 6.

A seguir, é descrito o dispositivo de acionamento do
30 motor 22 que utiliza equipamento elétrico, desta versão

exemplar. Como exemplo desse equipamento elétrico, o refrigerador 21 é descrito.

No refrigerador 21, o compressor 17 é instalado. O movimento rotativo do rotor 4a do motor DC sem escova 4 é
5 convertido em movimento recíproco por um eixo de manivela (virabrequim) (não mostrado). Um pistão (não mostrado) conectado ao eixo de manivela realiza um movimento de reciprocidade em um cilindro (não mostrado) de modo a comprimir um refrigerante no cilindro. Quer dizer, o motor
10 DC sem escova 4, o eixo de manivela, o pistão, e o cilindro constituem o compressor 17.

Para o método de compressão (método de mecanismo) do compressor 17, qualquer método como o do tipo rotativo e do tipo em espiral poderá ser utilizado. Nesta versão
15 exemplar, será descrito o caso do tipo reciprocidade. O compressor 17 do tipo reciprocidade possui grande inércia. Portanto, quando o motor DC sem escova 4 do compressor 17 for acionado de maneira síncrona, o acionador do compressor 17 está estável.

20 O refrigerante usado para o compressor 17 é geralmente o R134a, e assemelhados. No entanto, nesta versão exemplar, R600a é usado como um refrigerante. R600a tem potencial de aquecimento global menor, mas uma capacidade de refrigeração inferior quando comparado com R134a. Nesta
25 versão exemplar, o compressor 17 é configurado por um compressor do tipo reciprocidade e possui um grande volume de cilindro para assegurar a capacidade de refrigeração. Como o compressor 17 possuidor de cilindro de grande volume tem grande inércia, mesmo se a tensão de suprimento de
30 energia for reduzida, o motor DC sem escova 4 é girado pela

inércia. Assim, a mudança da velocidade de rotação é reduzida, de modo que o acionamento síncrono mais estável pode ser alcançado. No entanto, como o compressor 17 possuidor de cilindro de grande volume tem uma carga grande, ele não pode ser acionado por um dispositivo de acionamento de motor convencional. O dispositivo de acionamento de motor 22 desta versão exemplar é adequado para acionar o compressor 17 utilizando R600a, pois sua faixa de acionamento, particularmente sob carga elevada, é ampliada.

O refrigerante comprimido pelo compressor 17 constitui um ciclo de refrigeração que passa através do dispositivo de condensação 18, do descompressor 19, e do evaporador 20, sequencialmente, e então retorna ao compressor 17. Nesta oportunidade, como calor é liberado no dispositivo de condensação 18, e calor é absorvido no evaporador 20, o resfriamento e o aquecimento podem ser realizados. O refrigerador 21 é configurado pela instalação deste ciclo de refrigeração. Aqui, como outro exemplo de equipamento elétrico, equipamento em que o dispositivo de condensação 18 ou o evaporador 20 é fornecido com um soprador de ar, é o ar condicionado.

É descrita a operação do dispositivo de acionamento de motor 22 configurado conforme citado acima. Primeiramente, será descrita uma operação quando a velocidade do motor DC sem escova 4 for baixa (a baixa velocidade). A Figura 2 é um quadro de tempo do dispositivo de acionamento do motor 22 na versão exemplar. Em particular, a Figura 2 é um quadro de tempo de um sinal para acionar o inversor 3 a baixa velocidade. O sinal para acionar o inversor 3 é um

5 sinal de acionamento emitido da unidade de acionamento 12 para ligar/desligar os elementos de comutação 3a a 3f do inversor 3. Neste caso, este sinal de acionamento é obtido com base no primeiro sinal de forma de onda. O primeiro 5 sinal de forma de onda é emitido da primeira unidade de geração de forma de onda 6 com base na saída da unidade de detecção de posição 5.

10 Na Figura 2, os sinais U, V, W, X, Y e Z são sinais de acionamento para ligar/desligar os elementos de comutação 3a, 3c, 3e, 3b, 3d e 3f, respectivamente. As formas de onda Iu, Iv e Iw são formas de onda das correntes de fase U, de fase V e de fase W dos enrolamentos do estator 4b, respectivamente. Aqui, no acionamento a baixa velocidade, com base em um sinal da unidade de detecção de posição 5, a 15 comutação é realizada sequencialmente no intervalo de cada 120°. Os sinais U, V e W são controlados pelo controle de "duty" pelo controle PWM. Ademais, as formas de onda Iu, Iv, e Iw que são as formas de onda das correntes da fase U, da fase V e da fase W são formas de onda de dente de 20 serrote como está mostrado na Figura 2. Neste caso, com base na saída da unidade de detecção de posição 5, a comunicação é realizada a um tempo ótimo. Portanto, o motor DC sem escova 4 é acionado de forma a mais eficiente.

25 A seguir, um ângulo de condução ótimo é descrito com referência à Figura 3. A Figura 3 é um gráfico que ilustra um ângulo de condução ótimo do dispositivo de acionamento do motor 22 nesta versão exemplar. Em particular, a Figura 3 mostra a relação entre o ângulo de condução e a eficiência em baixa velocidade. Na Figura 3, a linha A 30 denota a eficiência do circuito, a linha B denota a

eficiência do motor, e a linha C denota a eficiência geral (o produto da eficiência do circuito A e da eficiência do motor B). Como é mostrado na Figura 3, quando o ângulo de condução é feito para ser maior do que 120° , a eficiência do motor B é melhorada. Isto ocorre quando o ângulo de condução é alargado, o valor efetivo da corrente de fase do motor é reduzida (isto é, o fator de energia é aumentado), a perda de cobre do motor é reduzida e, assim, a eficiência do motor B é aumentada. No entanto, quando o ângulo de condução é feito para ser maior do que 120° , o número de comutações é aumentado, de modo que a perda de comutação poderá ser aumentada. Em tal caso, a eficiência do circuito é reduzida. Da relação entre a eficiência de circuito A e a eficiência do motor B, um ângulo de condução capaz de obter a melhor eficiência geral C está presente. Nesta versão exemplar, o ângulo de condução em que a eficiência geral C é feita para ser a melhor é de 130° .

É descrita a seguir uma operação em que a velocidade do motor DC sem escova 4 é alta (em alta velocidade). A Figura 4 é um quadro de tempo do dispositivo de acionamento do motor 22 na versão exemplar. Em particular, a Figura 4 é um quadro de tempo de um sinal de acionamento para acionar o inversor 3 em alta velocidade. Neste caso, este sinal de acionamento é obtido com base no segundo sinal de forma de onda. O segundo sinal de forma de onda é emitido da segunda unidade de geração de forma de onda 10 com base na emissão da unidade de estabelecimento da frequência 8.

Os sinais U, V, W, X, Y e Z, bem como as formas de onda I_u , I_v , e I_w da Figura 4 são as mesmas que aquelas da Figura 2. Os sinais U, V, W, X, Y e Z emitem uma frequência

predeterminada com base na emissão da unidade de estabelecimento de frequência 8 e realiza a comutação. O ângulo de condução deste caso é de 120° ou mais e inferior a 180° . A Figura 4 mostra um caso em que o ângulo de condução é de 150° . Ao aumentar o ângulo de condução, I_u , I_v e I_w das correntes elétricas das fases se aproximam a uma onda quase-senóide.

Ao aumentar a frequência com uma constante de "duty", a velocidade de rotação é admiravelmente aumentada quando comparada com a convencional. Neste estado em que a velocidade de rotação é aumentada, o motor é acionado como um motor síncrono, e a corrente elétrica é aumentada de acordo com o aumento na frequência de acionamento. Neste caso, ao alargar o ângulo de condução para menos de 180° que é o ângulo máximo, uma corrente de pico é suprimida. Portanto, mesmo se o motor DC sem escova 4 for acionado com uma corrente elétrica mais alta, ele é operado sem ser dotado com proteção de sobrecorrente.

Aqui, é descrito o segundo sinal de forma de onda gerado pela segunda unidade de geração de forma de onda 10. A Figura 5 é um gráfico que mostra a relação entre torque e fase quando o motor DC sem escova 4 for acionado de maneira síncrona. Na Figura 5, a abscissa mostra o torque do motor, e a ordenada mostra uma diferença de fase com relação a uma fase de uma tensão induzida, mostrado que quando a fase é positiva, a fase da corrente de fase lidera com relação à fase da tensão induzida. Ademais, na Figura 5 que mostra um estado estável do acionamento síncrono, a linha D1 mostra a fase da corrente de fase do motor DC sem escova 4, e a linha E1 mostra a fase da tensão terminal do motor DC sem

escova 4. Aqui, como a fase da corrente de fase lidera com relação à fase da tensão terminal, é revelado que o motor DC sem escova 4 é acionado de maneira síncrona em alta velocidade. Como é aparente da relação entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal mostrada na Figura 5, a mudança da fase da corrente de fase com relação ao torque de carga é pequena. Por outro lado, como a fase da tensão terminal muda linearmente, a diferença de fase entre a corrente de fase e a tensão terminal muda substancialmente linearmente de acordo com o torque de carga.

Desta forma, no acionador síncrono, o acionamento do moto DC sem escova 4 é estável em uma relação apropriada com relação à fase da corrente de fase, e a fase da tensão terminal de acordo com a velocidade de acionamento e carga. Neste estado, a relação entre a fase da tensão terminal e a fase da corrente de fase é mostrada na Figura 6. Em particular, a Figura 6 é um diagrama vetor que mostra a relação entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal de acordo com a carga no plano d-q.

No acionamento síncrono, quando a carga é aumentada, o vetor da tensão terminal V_t mantém o tamanho substancialmente constante enquanto a fase se desloca na direção dianteira. Com referência à Figura 6, o vetor de tensão terminal V_t gira na direção da seta F. Por outro lado, quando a carga é aumentada, o vetor de corrente I mantém substancialmente a fase constante enquanto o tamanho do mesmo muda de acordo com os aumentos da carga (por exemplo, a corrente aumenta de acordo com o aumento na carga). Com referência à Figura 6, o vetor de corrente I

aumenta na direção da seta G. Desta forma, a relação de fase do vetor de tensão e o vetor de corrente é determinada em estados apropriados de acordo com a tensão de entrada do ambiente acionador, o torque de carga, a velocidade do acionador, e assemelhados).

Aqui, a mudança com o tempo da fase sob certa carga ou em certa velocidade quando o motor DC sem escova 4 é acionado de maneira síncrona em um laço aberto é descrita com referência aos desenhos. As Figuras 7A e 7B são gráficos que ilustram a relação de fase do motor DC sem escova 4. Em particular, as Figuras 7A e 7B mostram a relação entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal do motor DC sem escova 4. Nas Figuras 7A e 7B, a abscissa mostra o tempo e a ordenada mostra a fase com relação a uma fase de uma tensão induzida (isto é, a diferença de fase com relação à tensão induzida). Em ambos os desenhos, a linha D2 mostra a fase da corrente de fase, a linha E2 mostra a fase da tensão terminal, e a linha H2 mostra a diferença de fase entre a corrente de fase e a tensão terminal. A Figura 7A mostra o estado de acionamento sob carga baixa, e a Figura 7B mostra o estado de acionamento sob carga alta. Ademais, da diferença com relação à fase da tensão induzida, tanto a Figura 7A como a Figura 7B mostram que a fase da liderança de corrente com relação à fase da tensão terminal, de modo que o motor DC sem escova 4 é acionado em velocidade extremamente alta pelo acionamento síncrono.

Como é mostrado na Figura 7A, no acionamento síncrono em que a carga é pequena com relação à velocidade do acionamento, o rotor 4a é retardado com relação à comutação

por um ângulo correspondente à carga. Querendo dizer, observado do rotor 4a, a comutação é uma fase dianteira, e a relação predeterminada é mantida. Em outras palavras, observado da tensão induzida, as fases de tensão terminal e de corrente de fase são fases dianteiras, e uma relação predeterminada é mantida. Este estado é o mesmo que o fluxo magnético enfraquecendo o controle, e assim o acionamento em alta velocidade é possível.

Por outro lado, como é observado na Figura 7B, quando a carga é grande com relação à velocidade de acionamento, o rotor 4a é atrasado com relação à comutação, e com isso ocorre um estado de enfraquecimento do fluxo magnético e o rotor 4a é acelerado de modo a estar síncrono com o ciclo de comutação. Daí em diante, com a aceleração do rotor 4a, a corrente de fase é reduzida pela diminuição do ângulo dianteiro da tensão terminal, e então o rotor 4a é desacelerado. Este estado é repetido, e o rotor 4a repete a aceleração e a desaceleração. Isto resulta em um estado de acionamento instável (velocidade de acionamento). Querendo dizer, como é observado na Figura 7B, a rotação do motor DC sem escova 4 muda com relação à comutação realizada em um ciclo constante. Portanto, com referência à fase da tensão induzida, a fase da tensão terminal muda. Em tal estado de acionamento, a rotação do motor DC sem escova 4 muda, e assim um som de batida poderá ocorrer. Ademais, a corrente pulsa, resultando na possibilidade de que uma sobrecorrente poderá ser determinada como ocorrendo e o motor DC sem escova 4 poderá ser parado.

Portanto, quando o motor DC sem escova 4 é acionado de maneira síncrona em um laço aberto, o motor DC sem escova 4

é acionado de modo estável sob carga baixa, mas as desvantagens citadas acima ocorrem quando a carga for alta. Em outras palavras, quando o motor DC sem escova 4 é acionado de maneira síncrona em laço aberto, o acionamento
5 não pode ser realizado em alta velocidade / sob carga alta, de modo que uma faixa de acionamento não pode ser ampliada.

No dispositivo de acionamento de motor 22 desta versão exemplar, o motor DC sem escova 4 é acionado em um estado em que a fase da corrente de fase e a fase da tensão
10 terminal são mantidas em uma relação de fase correspondente à carga mostrada na Figura 5. Um método para manter a relação de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é descrita conforme segue.

O dispositivo de acionamento do motor 22 detecta uma
15 fase de referência da tensão terminal (isto é, uma posição de comutação de referência do sinal de acionamento) e um ponto de referência da fase da corrente de fase corrige um tempo de comutação (certo ciclo da comutação) no acionamento síncrono em um laço aberto com base na fase de
20 referência detectada e no ponto de referência e decide um tempo de comutação em que a relação de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é mantida. Especificamente, a segunda unidade de geração de forma de onda
25 10 decide o tempo de comutação em que a relação de fase citada acima é mantida. A fase de referência da tensão terminal corresponde à posição do rotor 4a detectado pela unidade de detecção de posição 5. Portanto, a forma de onda gerada com base no tempo de comutação, isto é, um segundo sinal de forma de onda é uma forma de onda com
30 relação predeterminada em relação à posição do rotor

detectada pela unidade de detecção de posição. A segunda unidade de geração de forma de onda 10 emite o segundo sinal de forma de onda gerado para a unidade de acionamento 12. Uma operação da segunda unidade de geração de forma de onda 10 é descrita com referência ao fluxograma mostrado na Figura 8.

Primeiramente, a Etapa 101 espera por um tempo em que um elemento de comutação é ligado, isto é, um tempo ON (ligado) de um elemento de comutação. Nesta versão exemplar, a Etapa 101 espera para o tempo ON de um elemento de comutação no lado superior da fase U, isto é, o elemento de comutação 3a do inversor 3. Quando o elemento de comutação 3a for ligado (Sim na Etapa 101), o procedimento prossegue para a Etapa 102. Na Etapa 102, um cronômetro para medir o tempo é disparado, e o procedimento prossegue para a Etapa 103.

Na Etapa 103, a unidade de detecção de posição determina se um pico de uma fase específica está ou não desligado. Em outras palavras, a unidade de detecção de posição 5 determina se a tensão de pico de uma fase específica diminui ou não da tensão terminal por uma quantidade de redução de tensão do elemento de comutação, ou da tensão terminal para ao redor de 0 V. Nesta versão exemplar, como a fase específica é a fase U, a unidade de detecção de posição 5 determina se a tensão terminal da fase U diminui ou não para ao redor de 0 V. Em outras palavras, o tempo em que a fase específica cria um pico é o tempo em que uma corrente que flui através do diodo de corrente de retorno 3g não flui após a comutação do elemento no lado inferior da fase U, isto é, o elemento de

comutação 3b do inversor 3 é desligado. A determinação deste tempo é a determinação de um tempo em que a direção de uma corrente muda do negativo para o positivo, isto é, o tempo de cruzamento zero da corrente. Quando a tensão de pico diminui para ao redor de 0 V, isto é, a fase específica tem seu pico cortado (Sim na Etapa 103), o procedimento prossegue para a Etapa 104.

Na Etapa 104, o cronômetro disparado na Etapa 102 é parado, o valor de contagem do cronômetro é armazenado, e o procedimento prossegue para a Etapa 105. Querendo dizer, o período de um tempo em que o elemento de comutação 3a é ligado até o tempo em que a tensão de pico gerada durante o período em que a corrente flui através do diodo de corrente de retorno 3g é desligado é medido, e então o procedimento prossegue para a Etapa 105.

A Etapa 105 calcula uma diferença finita entre o tempo medido na Etapa 104 e uma média dos tempos anteriores, e o procedimento prossegue para a Etapa 106. Na Etapa 106, com base na diferença finita calculada na Etapa 105, uma quantidade de correção do tempo de comutação é operada, e o procedimento prossegue para a Etapa 107.

Aqui, a correção do tempo de comutação significa que o tempo de comutação é corrigido com relação à frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência 8, isto é, com relação ao ciclo de comutação básico com base em uma velocidade de comando. Portanto, quando um valor de correção grande for acrescentado, ocorre uma sobrecorrente ou perda de sincronização. Portanto, quando a operação aritmética da quantidade de correção é realizada, ela é realizada com um filtro de passagem baixa e

assemelhado acrescentado de modo a suprimir uma mudança rápida no tempo da comutação. Assim, mesmo quando um cruzamento zero de corrente é detectado erroneamente devido, por exemplo, a ruído, o efeito sobre a quantidade de correção torna-se pequeno, e a estabilidade do acionamento é ainda melhorada. Ademais, como uma mudança rápida é suprimida pela operação aritmética da quantidade de correção, a mudança do tempo de comutação para acelerar e desacelerar o motor DC sem escova 4 torna-se suave.

10 Portanto, mesmo quando a velocidade de comando é mudada em grande parte e a frequência (ciclo de comutação) pela unidade de estabelecimento de frequência 8 é grandemente modificada, a mudança no tempo de comutação torna-se suave, e a aceleração e a desaceleração tornam-se suaves.

15 A correção do tempo de comutação significa especificamente que a diferença de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é sempre permitida a se aproximar do tempo médio. Por exemplo, quando a carga é aumentada, e com isso a velocidade de rotação do rotor 4a é reduzida, a fase da corrente de fase desloca-se na direção retardada com referência a fase da tensão terminal. Portanto, o tempo mensurado na Etapa 104 é mais longo que o tempo médio da fase de referência da tensão terminal para a fase de referência da corrente de fase.

25 Neste caso, a segunda unidade de geração de forma de onda 10 corrige o tempo de comutação de modo a retardar o tempo de comutação com relação ao tempo do ciclo de comutação com base na velocidade de rotação (taxa de rotação). Quer dizer, como a fase da corrente de fase é retardada e, portanto, o tempo de medição é aumentado, a

30

segunda unidade de geração de forma de onda 10 retarda o tempo de comutação para retardar a fase da tensão terminal. Assim, a diferença de fase entre a fase da tensão terminal e a fase da corrente de fase tem permissão de se aproximar
5 do tempo médio.

Pelo contrário, quando a carga é reduzida, e assim a velocidade de rotação do rotor 4a é aumentada, a fase da corrente de fase desloca-se na direção dianteira com referência à fase da tensão terminal. Portanto, o tempo
10 medido é mais curto do que o tempo médio da fase de referência da tensão terminal para a fase de referência da corrente de fase. Neste caso, a segunda unidade de geração de forma de onda 10 corrige uma vez o tempo de comutação de modo a avançar o tempo de comutação com relação ao tempo do
15 ciclo de comutação com base na velocidade de rotação. Querendo dizer, como a fase da corrente de fase avança e, portanto, o tempo de medição é encurtado, a segunda unidade de geração de forma de onda 10 avança o tempo de comutação e permite que a fase da tensão terminal seja adiantada.
20 Assim, a diferença de fase entre a fase da tensão terminal e a fase da corrente de fase tenha permissão de se aproximar do tempo médio.

Ademais, a segunda unidade de geração de forma de onda
10 corrige o tempo de comutação de uma maneira em que o
25 tempo de comutação de uma fase específica (por exemplo, apenas um elemento de comutação no lado superior da fase U) é corrigido em um tempo arbitrário (por exemplo, uma vez por rotação do rotor 4a), e o tempo de comutação das demais fases são corrigidas em termos do tempo do ciclo de
30 comutação com base na velocidade de rotação alvo. Assim, a

relação de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é mantida ótima de acordo com a carga, e a velocidade de acionamento do motor DC sem escova 4 é mantida.

5 A seguir, na Etapa 107, o tempo médio é atualizado ao considerar o tempo medido na Etapa 104, e o procedimento prossegue para a Etapa 108. Na Etapa 108, ao somar o valor da correção ao ciclo de comutação do elemento de comutação com base na frequência (velocidade de acionamento)
10 estabelecida na unidade de estabelecimento de frequência 8, o tempo de comutação é decidido.

Quer dizer, o tempo de comutação é decidido com base na fase de corrente de modo que uma diferença de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é
15 sempre uma diferença de fase média ao somar um valor de correção à frequência estabelecida na unidade de estabelecimento de frequência 8. Portanto, quando a carga é mensurada, a diferença de fase que é a diferença entre a fase da corrente de fase e o tempo de comutação é
20 estreitada. Assim, o tempo médio como uma referência para a correção é reduzido, o motor DC sem escova 4 é acionado com referência ao estado em que a diferença de fase é estreitada quando comparado com o estado antes da carga ser aumentada. Assim, o motor DC sem escova 4 é acionado a um
25 ângulo de dianteira maior, o torque de saída é aumentado pelo melhoramento pelo efeito do enfraquecimento do fluxo magnético e o torque de saída necessário é assegurado.

Pelo contrário, quando a carga é reduzida, a diferença de fase que é a diferença entre a fase da corrente de fase
30 e o tempo de comutação é ampliada. Assim, o tempo médio

como uma referência para a correção é aumentado, e o motor DC sem escova 4 é acionado com base no estado em que a diferença de fase é ampliada quando comparado com o estado antes da carga ser reduzida. Destarte, o motor DC sem escova 4 é acionado a um ângulo dianteiro menor, o torque de saída é reduzido pela redução do efeito de enfraquecimento do fluxo magnético, e torque mais do que o necessário não é emitido. Como foi citado acima, o acionamento que assegura a saída necessária e que não emite mais do que a saída necessária é realizado.

Por outro lado, quando uma fase específica não tem seu pico retirado na Etapa 103 (Não na Etapa 103), o procedimento prossegue para a Etapa 109. A Etapa 109 determina se certo elemento de comutação está ou não ligado, isto é, se a comutação é realizada. Aqui, o certo elemento de comutação é um elemento de comutação em que o liga/desliga é modificado no tempo em que um intervalo capaz de ocorrer um pico é terminado. Nesta versão exemplar, o certo elemento de comutação é o elemento de comutação 3a no lado superior da fase U. Aqui, quando o elemento de comutação 3a não é ligado (Não na Etapa 109), o procedimento retorna novamente para a Etapa 103. Como o caso em que o elemento de comutação 3a está ligado (Sim na Etapa 109) significa que um pico não ocorreu, o procedimento prossegue para a Etapa 110. Na Etapa 110, uma quantidade de correção do tempo de comunicação é definido como 0, e o procedimento prossegue para a Etapa 108. Neste caso, como a quantidade de correção é zero, na Etapa 108, o tempo do ciclo de comutação com base na velocidade de rotação é decidido como o tempo de comutação seguinte.

Observe aqui que o estado em que um pico não ocorre significa um estado em que a fase da corrente de fase está suficientemente dianteira com relação a fase da tensão terminal. Querendo dizer, é um estado em que o motor DC sem
5 escova 4 é acionado estavelmente, pois a carga é pequena, o torque necessário está suficientemente assegurado, e a correção não é realizada.

Por outro lado, na Etapa 101, quando certo elemento de comutação (o elemento de comutação 3a nesta versão
10 exemplar) não é ligado (Não na Etapa 101), o procedimento prossegue para a Etapa 111. Na Etapa 111, a quantidade de correção do tempo de comutação é definida como 0, e o procedimento retorna à Etapa 108. Neste caso, como a quantidade de correção é zero, na Etapa 108, o tempo do
15 ciclo de comutação com base na velocidade de rotação é decidido como o tempo de comutação de tempo seguinte.

Observe aqui que nesta versão exemplar, como a correção do ciclo de comutação é realizada apenas no tempo ON do elemento de comutação 3a no lado superior da fase U,
20 o caso em que a correção é realizada uma vez por ciclo do ângulo elétrico 1 é descrita. No entanto, o tempo de correção poderá ser estabelecido ao considerar a utilização do dispositivo de acionamento do motor 22, inércia do motor DC sem escova 4, e assemelhados. Por exemplo, a correção
25 poderá ser realizada uma vez por rotação do rotor 4a, duas vezes por ciclo do ângulo elétrico 1, e a cada tempo em que cada elemento de comutação for ligado.

A seguir, é descrita uma operação de comutação pela unidade de determinação de comutação 11. A Figura 9 é um
30 gráfico que mostra a relação entre uma velocidade de

rotação e o "duty" do motor DC sem escova 4 nesta versão exemplar.

Na Figura 9, quando a velocidade de rotação do motor DC sem escova 4, isto é, a velocidade de rotação do rotor 4a for de 50 r/s ou menos, o motor DC sem escova 4 é acionado com base no primeiro sinal de forma de onda pela primeira unidade de geração de forma de onda 6. O "duty" é ajustado a um valor que mostra a eficiência mais elevada de acordo com a velocidade de rotação no controle de retroalimentação.

Quando a velocidade de rotação for de 50 r/s, o "duty" é de 100%. No acionador com base na primeira unidade de geração de forma de onda 6, a rotação não pode mais ser efetuada. Querendo dizer, a rotação atinge um limite. Neste estado, a unidade de estabelecimento de frequência de limite superior 13 estabelece o limite superior da frequência (velocidade de rotação de limite superior) em 75 r/s, que é 1,5 vezes 50 r/s. Quando o estabelecido na unidade de estabelecimento de frequência 8 for mais de 75 r/s, a unidade de limitação de frequência 9 segue esta frequência de limite superior de 75 r/s e não emite a frequência ou outra mais alta. Quando a velocidade de rotação for de 50 r/s a 75 r/s, o motor DC sem escova 4 é acionado em um estado em que o "duty" é constante e apenas a frequência (isto é, o ciclo de comutação) é aumentado.

É descrito a seguir a operação da unidade de mudança de frequência de limite superior 14. O dispositivo de acionamento do motor 22 desta versão exemplar é adequado para acionar o motor DC sem escova 4 instalado no compressor 17 do refrigerador 21, um ar condicionado, e

assemelhados. Isto se deve ao dispositivo de acionamento do motor 22 poder acionar o motor DC sem escova 4 com pequeno torque, mas alta eficiência em uma ampla faixa de acionamento. Por exemplo, quando a temperatura interna do refrigerador 21 estiver estável e o motor DC sem escova 4 poderá ser girado em baixa velocidade, o motor DC sem escova 4 pode ser acionado com alta eficiência. Por outro lado, o motor DC sem escova 4 pode corresponder mesmo a um caso em que a temperatura interna for mais alta e for necessário um acionamento em alta velocidade. O mesmo é verdade no caso de um ar condicionado.

Aqui, no compressor 17 do refrigerador 21, a carga do ar condicionado e de assemelhados não é rapidamente modificada, mas a carga poderá mudar sobre um longo período de tempo. Neste caso, é necessário mudar a frequência de limite superior. Uma operação deste caso é descrita abaixo.

A Figura 10 é um quadro de tempo de uma velocidade de rotação e um "duty" do dispositivo de acionamento do motor 22 na versão exemplar. Na Figura 10, no tempo t_0 , o motor DC sem escova 4 é iniciado. Aqui, a velocidade de rotação alvo do motor DC sem escova 4 é de 80 r/s. O motor DC sem escova 4 é acionado com base no controle de retroalimentação pela unidade de detecção de posição 5 e a primeira unidade de geração de forma de onda 6 em que o "duty" é aumentado, e assim a velocidade de rotação também é aumentada.

No tempo t_1 , o "duty" atinge o máximo, isto é, 100%, e a velocidade de rotação não pode ser mais aumentada pelo acionador com base no controle de retroalimentação pela unidade de detecção de posição 5 e a primeira unidade de

geração de forma de onda 6. A velocidade de rotação do motor DC sem escova 4 neste caso é de 50 r/s. Com base nesta velocidade de rotação, isto é, 50 r/s, a unidade de estabelecimento de frequência de limite superior 13
5 estabelece a frequência de limite superior correspondente a 75 r/s, isto é, 1,5 vezes 50 r/s.

No tempo t1, a unidade de determinação da comutação 11 comuta o acionador do motor DC sem escova 4 do acionador pela unidade de detecção de posição 5 e a primeira unidade
10 de geração de forma de onda 6 para o acionador pela unidade de estabelecimento de frequência 8 e a segunda unidade de geração de forma de onda 10. Daí em diante, ao aumentar a frequência da unidade de estabelecimento de frequência 8 com a constante de "duty" (100%), a velocidade de rotação
15 do motor DC sem escova 4 é aumentada. Assim, a velocidade de rotação é aumentada do tempo t1 para o tempo t2. Outrossim, no tempo t2, a velocidade de rotação alvo é de 80 r/s como aquela original, a frequência de limite superior estabelecida na unidade de estabelecimento de
20 frequência de limite superior 13 é a frequência que corresponde à velocidade de rotação de 75 r/s. Portanto, a velocidade de rotação é limitada a 75 r/s pela unidade de limitação de frequência 9.

A seguir, no tempo t3 quando um tempo predeterminado
25 (por exemplo, 30 minutos) já passou do tempo t2, há a possibilidade de a carga ser modificada, por exemplo, no refrigerador 21. Portanto, a velocidade de rotação máxima é confirmada e a frequência de limite superior é restabelecida conforme descrito abaixo.

30 Primeiramente, a unidade de mudança de frequência de

limite superior 14 detecta que um tempo predeterminado (na versão exemplar, 30 minutos) já passou do tempo t2. A seguir, a unidade de mudança de frequência de limite superior 14 indica para a unidade de determinação de comutação 11 para mudar o acionador do motor DC sem escova 4 do acionador pela segunda unidade de geração de forma de onda 10 para o acionador pela primeira unidade de geração de forma de onda 6. Neste caso, como o motor DC sem escova 4 é acionado pela primeira unidade de geração de forma de onda 6, a velocidade de rotação é reduzida. A unidade de detecção de velocidade 7 detecta a velocidade de rotação nesta ocasião, e ela é a velocidade de rotação máxima que pode ser acionada pela primeira unidade de geração de forma de onda 6.

Quando a carga no tempo t3 é reduzida quando comparada com a carga no tempo t2, a velocidade de rotação (velocidade de rotação máxima) do motor DC sem escova 4 por ocasião em que o acionador é comutado para o acionador pela primeira unidade de geração de forma de onda 6 pela unidade de mudança de frequência de limite superior 14 é aumentada quando comparada com a velocidade de rotação no tempo t1. Nesta versão exemplar, esta velocidade de rotação máxima é confirmada como sendo de 55 r/s, e ela é aumentada de 50 r/s, isto é, a velocidade de rotação no tempo t1. Com base nesta velocidade de rotação máxima, a unidade de estabelecimento de frequência de limite superior 13 restabelece a frequência de limite superior. Querendo dizer, é estabelecida uma frequência de limite superior correspondente a 82,5 r/s que é 1,5 vezes a 55 r/s.

Daí em diante, similar ao acionador do tempo t1 para o

tempo t2, a unidade de determinação de comutação 11 comuta o acionador para o acionador pela unidade de estabelecimento de frequência 8 e a segunda unidade de geração de forma de onda 10, e aumenta novamente a frequência da unidade de estabelecimento de frequência 8 e com isso aumenta a velocidade de rotação. Nesta ocasião, como a velocidade de rotação correspondente à frequência de limite superior é de 82,5 r/s, o motor DC sem escova continua a ser acionado à velocidade de rotação alvo original, 80 r/s. Assim, a carga é re-detectada a cada tempo predeterminado com relação à mudança da carga, a frequência de limite superior é restabelecida, e assim um acionamento ótimo correspondente à carga é realizado.

A seguir, é descrita a estrutura do motor DC sem escova 4 desta versão exemplar. A Figura 11 é uma visão seccional que mostra uma seção perpendicular ao eixo de rotação do motor DC sem escova 4 nesta versão exemplar.

O rotor 4a inclui um cerne de ferro 4g e quatro imãs 4c a 4f. O cerne de ferro 4g é formado ao laminar placas de ferro de silicone perfuradas tendo uma espessura fina de cerca de 0,35 a 0,5 mm. Para os imãs 4c a 4f, imãs permanentes de ferrita em forma de arco circular são muitas vezes utilizadas. Como é mostrado na Figura 11, os imãs 4c a 4f estão dispostos simetricamente com relação ao centro de modo que as parcelas côncavas em forma de arco circular defrontam para fora. Por outro lado, quando um imã permanente feito de terras raras como o neodímio é utilizado para os imãs 4c a 4f, os imãs 4c a 4f poderão ter um formato de placa chata.

No rotor 4a tendo tal estrutura, um eixo se estende do

centro do rotor 4a até o centro de um ímã (por exemplo, 4f) é definido como o eixo-d, e o eixo que se estende do centro do rotor 4a para um local entre um ímã (por exemplo, 4f) e o ímã adjacente (por exemplo, 4c) é definido como o eixo-q.

5 A indutância L_d na direção do eixo-d e a indutância L_q na direção do eixo-q possuem saliência inversa, e elas são diferentes uma da outra. Isso significa que, como o motor, além do torque por um fluxo de ímã (torque de ímã), torque utilizando a saliência inversa (torque de relutância) podem

10 ser efetivamente utilizados. Portanto, como o motor, o torque pode ser utilizado mais efetivamente. Como resultado, nesta versão exemplar, um motor altamente eficiente pode ser obtido.

Ademais, no controle desta versão exemplar, quando o

15 acionador pela unidade de estabelecimento de frequência 8 e a segunda unidade de geração de forma de onda 10 for realizado, a corrente de fase torna-se uma fase dianteira. Portanto, como o torque de relutância é largamente utilizado, o motor pode ser acionado a uma velocidade de

20 rotação mais alta quando comparado com o motor sem possuir a saliência inversa.

Ademais, o motor DC sem escova 4 desta versão exemplar inclui o rotor 4a formado pelo embutir de ímãs permanentes 4c a 4f no cerne de ferro 4g, e possui saliência. Ademais,

25 além do torque de ímã do ímã permanente, é utilizado o torque de relutância da saliência. Assim, não apenas a eficiência em baixa velocidade é melhorada mais, mas também o desempenho de acionamento em alta velocidade. Ademais, quando um ímã de terras raras como o neodímio for empregado

30 para o ímã permanente de modo a aumentar a velocidade do

torque de imã, ou quando a diferença entre as indutâncias L_d e L_q é aumentada de modo a aumentar a velocidade do torque de relutância, a eficiência pode ser aumentada ao mudar o ângulo de condução ótimo.

5 A seguir, é descrito um caso em que o compressor 17 é acionado pelo uso do dispositivo de acionamento do motor 22 desta versão exemplar no refrigerador 21 e em um ar condicionado. Nos dispositivos de acionamento de motor convencionais, Nos dispositivos de acionamento de motor
10 convencionais, para corresponder ao acionamento em alta velocidade / sob carga alta, foi necessário utilizar um motor DC sem escova em que o torque necessário é assegurado pela redução do número de enrolamentos no enrolamento. Nesse motor DC sem escova, o ruído e assemelhados do motor
15 era grande. Quando o dispositivo de acionamento do motor 22 desta versão exemplar é utilizado, mesmo quando o motor DC sem escova 4 em que o torque é reduzido ao aumentar o número de enrolamentos do enrolamento for utilizado, o acionamento em alta velocidade / sob carga alta pode ser
20 realizado. Assim, o "duty" quando a velocidade de rotação for baixa pode ser aumentado quando comparado com o caso em que um dispositivo de acionamento de motor convencional for utilizado. Portanto, o ruído do motor, em particular, ruído de portadora (correspondente a uma frequência no controle
25 PWM, por exemplo, 3 kHz) pode ser reduzido.

Ademais, quando o compressor 17 for um compressor de reciprocidade, como a inércia é ainda aumentada e a pulsação do torque em alta velocidade é pequena, o compressor 17 pode ser operado de maneira estável em uma
30 faixa em alta velocidade. Ademais, quando o compressor 17

for instalado no refrigerador 21, como a mudança na carga no refrigerador 21 não é tão rápida, a mudança de diferença de fase entre a fase da corrente de fase e a fase da tensão terminal é pequena. Conseqüentemente, pode-se atingir um
5 acionamento mais estável.

Ademais, com a unidade de limitação de frequência 9, como o acionador não pode ser realizado em ou além do limite de acionamento, a confiabilidade no acionamento sob alta velocidade é assegurada. Assim, o motor DC sem escova
10 4 não pára pela perda da sincronização e de assemelhados. Em particular, como o refrigerador 21 armazena alimentos, o interior do mesmo precisa sempre estar resfriado. A parada do resfriamento do interior devido a uma parada inesperada do compressor 17 pode ser impedida.

Ademais, como a frequência de limite superior pode ser restabelecida pela unidade de mudança de frequência de limite superior 14, mesmo se a carga for modificada com o tempo, a frequência de limite superior pode ser restabelecida a uma velocidade de rotação máxima
20 apropriada. No acionador do compressor 17 em um sistema de resfriamento como um refrigerador 21, um ar condicionado, e assemelhados, a carga é modificada muito suavemente. Portanto, não é necessário corrigir frequentemente a velocidade de rotação máxima, e ela é eficaz para corrigir
25 a velocidade de rotação máxima após a passagem de um tempo predeterminado.

Observe aqui que quando o compressor 17 de um ar condicionado é acionado pela utilização do dispositivo de acionamento do motor 22 desta versão exemplar, ainda, ele
30 pode corresponder a uma ampla faixa de acionamento da carga

mínima por ocasião do resfriamento até a carga máxima por ocasião do aquecimento. Em particular, o consumo de energia sob carga baixa, que é de classificação ou inferior, pode ser reduzida.

5 Como foi descrito acima, a presente invenção fornece um dispositivo de acionamento de motor para acionar um motor DC sem escova incluindo um rotor e um estator tendo enrolamentos trifásicos. Ainda, a presente invenção inclui um inversor para fornecer energia elétrica aos enrolamentos
10 trifásicos, e uma unidade de obtenção de tensão terminal para obter uma tensão terminal do motor DC sem escova. Ainda, a presente invenção inclui uma primeira unidade de geração de forma de onda para emitir um primeiro sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo um ângulo de
15 condução de 120° ou mais e 150° ou menos. Ainda, a presente invenção inclui uma unidade de estabelecimento de frequência para estabelecer uma frequência ao modificar apenas a frequência enquanto mantém constante o "duty". Ainda, a presente invenção inclui uma segunda unidade de
20 geração de forma de onda para emitir um segundo sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo uma relação predeterminada com relação à tensão terminal obtida pela unidade de obtenção de tensão terminal, a frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência,
25 e um ângulo de condução de 120° ou mais e inferior a 180° . Ainda, a presente invenção inclui uma unidade de determinação de comutação para comutar a saída de modo que o primeiro sinal de forma de onda é emitido quando a velocidade do rotor for determinada como sendo mais baixa
30 do que uma velocidade predeterminada, e o segundo sinal de

forma de onda é emitido quando a velocidade do rotor é determinada como sendo mais alta do que a velocidade predeterminada. Ainda, a presente invenção inclui uma unidade de acionamento para emitir um sinal de acionamento
5 no inversor, indicando um tempo de fornecimento de energia elétrica fornecida aos enrolamentos trifásicos com base em um do primeiro e segundo sinais de forma de onda emitidos da unidade de determinação de comutação.

Assim, é possível assegurar o torque necessário para
10 acionar um motor DC sem escova a uma velocidade predeterminada, e melhorar a estabilidade do acionador pelo acionamento síncrono em alta velocidade.

Ademais, a presente invenção ainda inclui uma unidade de detecção de posição para detectar uma posição do
15 rotor, e a primeira unidade de geração de forma de onda emite o primeiro sinal de forma de onda na posição do rotor emitido da unidade de detecção de posição. Assim, como o controle de retroalimentação de velocidade é realizado enquanto uma posição relativa do rotor do motor DC sem
20 escova é detectado pela unidade de detecção de posição o dispositivo de acionamento do motor pode ser acionado com alta eficiência.

Ademais, de acordo com a presente invenção, a unidade de detecção de posição detecta a posição do rotor ao
25 detectar um ponto de cruzamento zero da tensão terminal obtido pela unidade de obtenção de tensão terminal. Assim, a detecção da posição do rotor pode ser realizada a um custo baixo, por exemplo, pela detecção do ponto de cruzamento zero da tensão terminal.

30 Ainda, a presente invenção ainda inclui uma unidade de

limitação da frequência que recebe uma entrada da frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência, e para emitir a frequência de entrada quando a frequência for igual ou abaixo de uma frequência de limite superior e emitir a frequência de limite superior quando a frequência estiver acima da frequência de limite superior. Assim, como o acionamento em ou além do limite de acionamento pode ser evitado, a confiabilidade no acionamento em alta velocidade pode ser assegurado. Assim, é possível impedir, por exemplo, que um refrigerador pare inesperadamente o resfriamento devido a perda da sincronização e assemelhados.

Ademais, a presente invenção ainda inclui uma unidade de estabelecimento de frequência de limite superior para estabelecer a frequência de limite superior com base em uma frequência máxima do primeiro sinal de forma de onda e emití-la na unidade de limitação de frequência. Assim, mesmo se a carga for modificada com o tempo, uma frequência de acionamento máxima apropriada de acordo com o estado de acionamento pode ser estabelecida, e o desempenho de acionamento em alta velocidade de acordo com a carga pode ser utilizado ao seu máximo.

Ademais, a presente invenção ainda inclui uma unidade de mudança de frequência de limite superior para restabelecer a frequência de limite superior ao temporariamente comutar do acionamento pelo segundo sinal de forma de onda para acionamento pelo primeiro sinal de forma de onda quando um tempo predeterminado já passou após o início do acionamento pelo segundo sinal de forma de onda. Assim, mesmo se a carga é modificada com o tempo, uma

velocidade de rotação máxima apropriada pode ser restabelecida.

Ademais, de acordo com a presente invenção, o rotor do motor DC sem escova compreende um ímã permanente em um cerne de ferro, e possui saliência. Assim, além do torque de ímã do ímã permanente, o torque de relutância da saliência pode ser utilizado. A eficiência por ocasião da baixa velocidade pode ser melhorada e o desempenho de acionamento em alta velocidade pode ser mais aprimorado.

Ademais, de acordo com a presente invenção, o motor DC sem escova aciona um compressor. Assim, ao utilizar o motor DC sem escova em que o torque é reduzido pelo aumento do número de enrolamentos do enrolamento, o ruído do motor, em particular, ruído de portadora, pode ser reduzido.

Ademais, de acordo com a presente invenção, o compressor é um compressor de reciprocidade. Assim, como a inércia é aumentada e a pulsação de torque em alta velocidade é pequena, a operação estável sob alta velocidade pode ser efetuada.

Ademais, de acordo com a presente invenção, o refrigerante utilizado no compressor é o R600a. Isso torna possível aumentar o volume do cilindro para obter capacidade de refrigeração, aumentar a inércia, e atingir um acionador estável que não é facilmente modificado devido à velocidade e à carga.

Ademais, a presente invenção relaciona-se a equipamento elétrico que utiliza um dispositivo de acionamento do motor tendo a configuração acima mencionada. Assim, quando o dispositivo de acionamento do motor for utilizado em um refrigerador como equipamento elétrico,

como a mudança de carga não é tão rápida, acionamento mais estável é possível. Ademais, quando o motor for utilizado em um ar condicionado como equipamento elétrico, ele pode corresponder a uma ampla faixa de acionamento da carga
5 mínima por ocasião do resfriamento na carga máxima por ocasião do aquecimento. Em particular, o consumo de energia sob carga baixa que está nominal ou inferior pode ser reduzido.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

10 O dispositivo de acionamento de motor da presente invenção melhora a estabilidade do acionamento de um motor DC sem escova em alta velocidade / sob carga alta, e amplia uma faixa de acionamento. Assim, ele pode ser aplicado para fazer compressores não apenas de refrigeradores e de ar
15 condicionados, mas também de máquinas de vendagem, vitrines, aquecedores de água de bomba de calor eficientes. Além disso, ele pode ser aplicado pela economia de energia do equipamento elétrico utilizando o motor DC sem escova, por exemplo, máquinas de lavar, aspiradores de pó, e
20 bombas.

MARCAS DE REFERÊNCIA NOS DESENHOS

- 3. inversor
- 4. motor DC sem escova
 - 4a. rotor
 - 25 4b. estator
 - 4c, 4d, 4e, 4f. imã (imã permanente)
 - 4g. cerne de ferro
- 5. unidade de detecção de posição (unidade de obtenção de tensão terminal)
- 30 6. primeira unidade de geração de forma de onda

- 8. unidade de estabelecimento de frequência
- 9. unidade de limitação de frequência
- 10. segunda unidade de geração de forma de onda
- 11. unidade de determinação de comutação
- 5 12. unidade de acionamento
- 13. unidade de estabelecimento de frequência de limite superior
- 14. unidade de mudança de frequência de limite superior
- 17. compressor
- 10 21. refrigerador (equipamento elétrico)
- 22. dispositivo de acionamento de motor

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de acionamento de motor (22) para acionar um motor DC sem escova (4) que compreende um rotor (4a) e um estator (4b) tendo enrolamentos trifásicos, o
- 5 dispositivo de acionamento do motor (22) compreendendo:
- um inversor (3) tendo elementos de comutação e diodos de corrente de retorno os quais cada um é conectado a uma ponte trifásica e configurada para fornecer energia elétrica para os enrolamentos trifásicos;
 - 10 uma unidade de obtenção de tensão terminal (5) para obter uma tensão terminal do motor DC sem escova (4);
 - uma primeira unidade de geração de forma de onda (6) para emitir um primeiro sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo um ângulo de condução de 120° ou mais e
 - 15 150° ou menos;
 - uma unidade de estabelecimento de frequência (8) para estabelecer uma frequência ao mudar apenas a frequência enquanto mantém um "duty" constante;
 - uma segunda unidade de geração de forma de onda (10)
 - 20 para emitir um segundo sinal de forma de onda que é uma forma de onda tendo uma relação de fase predeterminada com relação à tensão terminal obtida pela unidade de obtenção de tensão terminal, a frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência, e um ângulo de condução
 - 25 de 120° ou mais e inferior a 180°;
 - uma unidade de determinação de comutação (11) para comutar saída de modo que o primeiro sinal de forma de onda é emitido quando uma velocidade do rotor (4a) for determinada como sendo mais baixa do que uma velocidade
 - 30 predeterminada, e o segundo sinal de forma de onda é

emitido quando a velocidade do rotor (4a) é determinada como sendo mais alta do que a velocidade predeterminada, e uma unidade de acionamento (12) para emitir um sinal de acionamento para o inversor indicando um tempo de fornecimento da energia elétrica fornecida para os enrolamentos trifásicos com base em um do primeiro e do segundo sinais de forma de onda emitidos da unidade de determinação de comutação (11),

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

caracterizado pelo fato de que, após um dos elementos de comutação constituindo o inversor (3) ser desligado, a frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência (8) é corrigida com base em uma diferença entre um período de pico e um valor médio do período de pico da tensão terminal obtida pela unidade de obtenção de tensão terminal (5) no terminal no qual uma corrente flui através do diodo de corrente de retorno conectado a um dos elementos de comutação do diodo de corrente de retorno.

2. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de detecção de posição para detectar a posição do rotor (4a),

em que a primeira unidade de geração de forma de onda (6) emite o primeiro sinal de forma de onda com base na posição do rotor emitida da unidade de detecção de posição (5).

3. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a unidade de detecção de posição detecta a posição do rotor (4a) ao detectar um ponto de cruzamento zero da tensão terminal obtido pela unidade de obtenção de tensão terminal

(5).

4. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de limitação de frequência (9) que
5 recebe uma entrada da frequência estabelecida pela unidade de estabelecimento de frequência (8), e para emitir a frequência de entrada quando a frequência for igual ou abaixo de uma frequência de limite superior e emitir a frequência de limite superior quando a frequência estiver
10 acima da frequência de limite superior.

5. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de estabelecimento de frequência de limite superior (13) para estabelecer a frequência de
15 limite superior com base em uma frequência máxima do primeiro sinal de forma de onda, e emití-lo para a unidade de limitação de frequência (9).

6. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de ainda
20 compreender uma unidade de modificação da frequência de limite superior para restabelecer a frequência de limite superior ao comutar temporalmente do acionador quando um tempo predeterminado tiver passado após o início do acionamento pelo segundo sinal de forma de onda.

7. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o rotor (4a) do motor DC sem escova (4) compreender um ímã permanente (4c, 4d, 4e, 4f) embutido em um cerne de ferro (4g), e tiver saliência.

8. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo

com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o motor DC sem escova (4) acionar um compressor.

9. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de o compressor (17) ser um compressor de reciprocidade.

10. Dispositivo de acionamento de motor (22), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de o refrigerante utilizado no compressor (17) ser R600a.

11. Equipamento elétrico caracterizado pelo fato de compreender um motor DC sem escova (4) acionado por um dispositivo de acionamento de motor (22), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 6.

FIG. 2

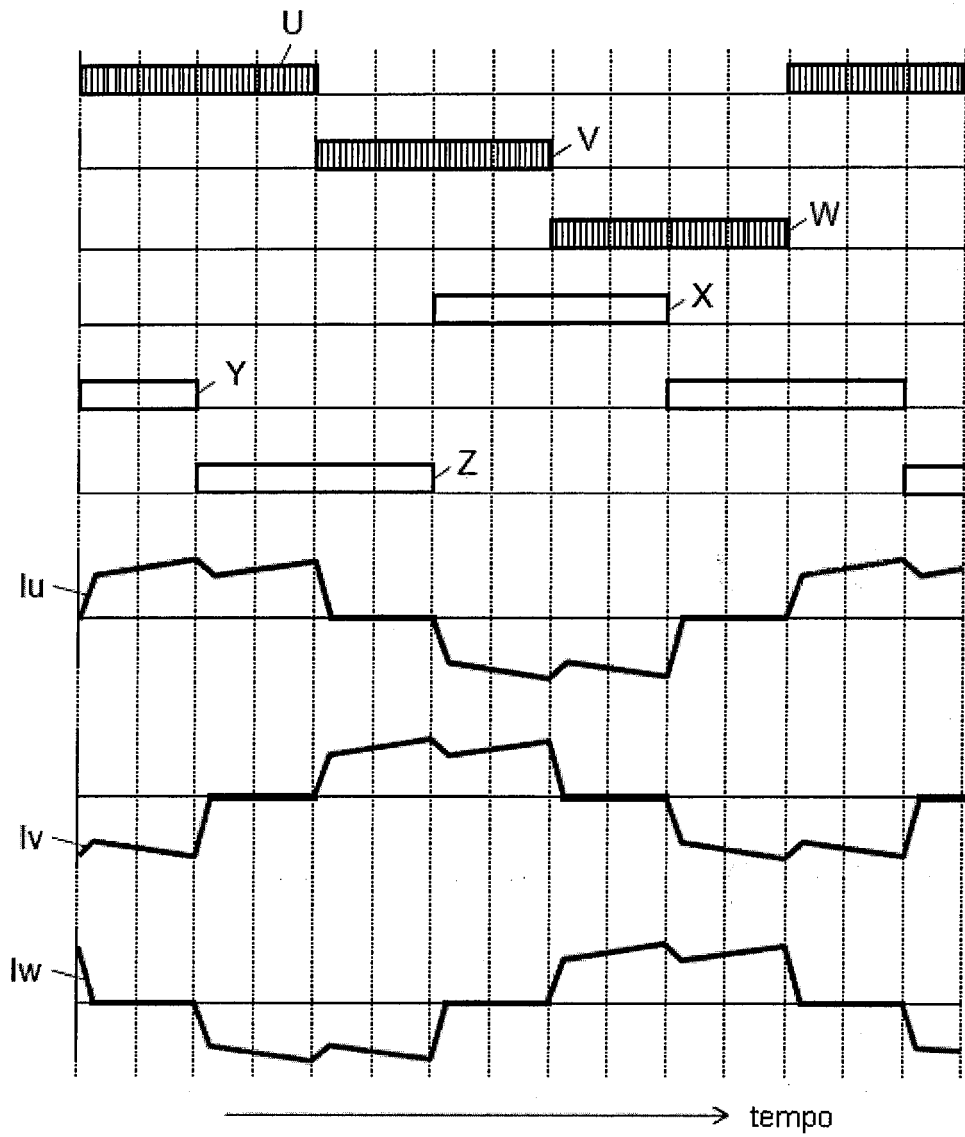


FIG. 3

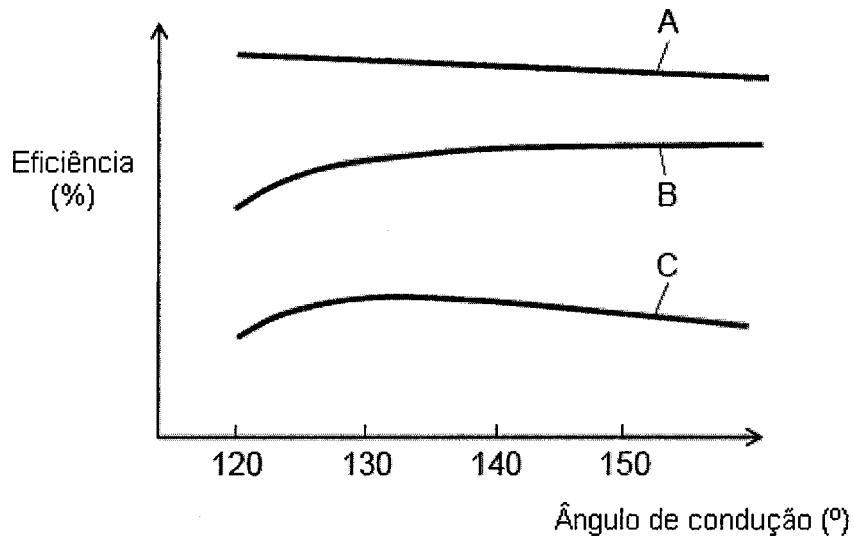


FIG. 4

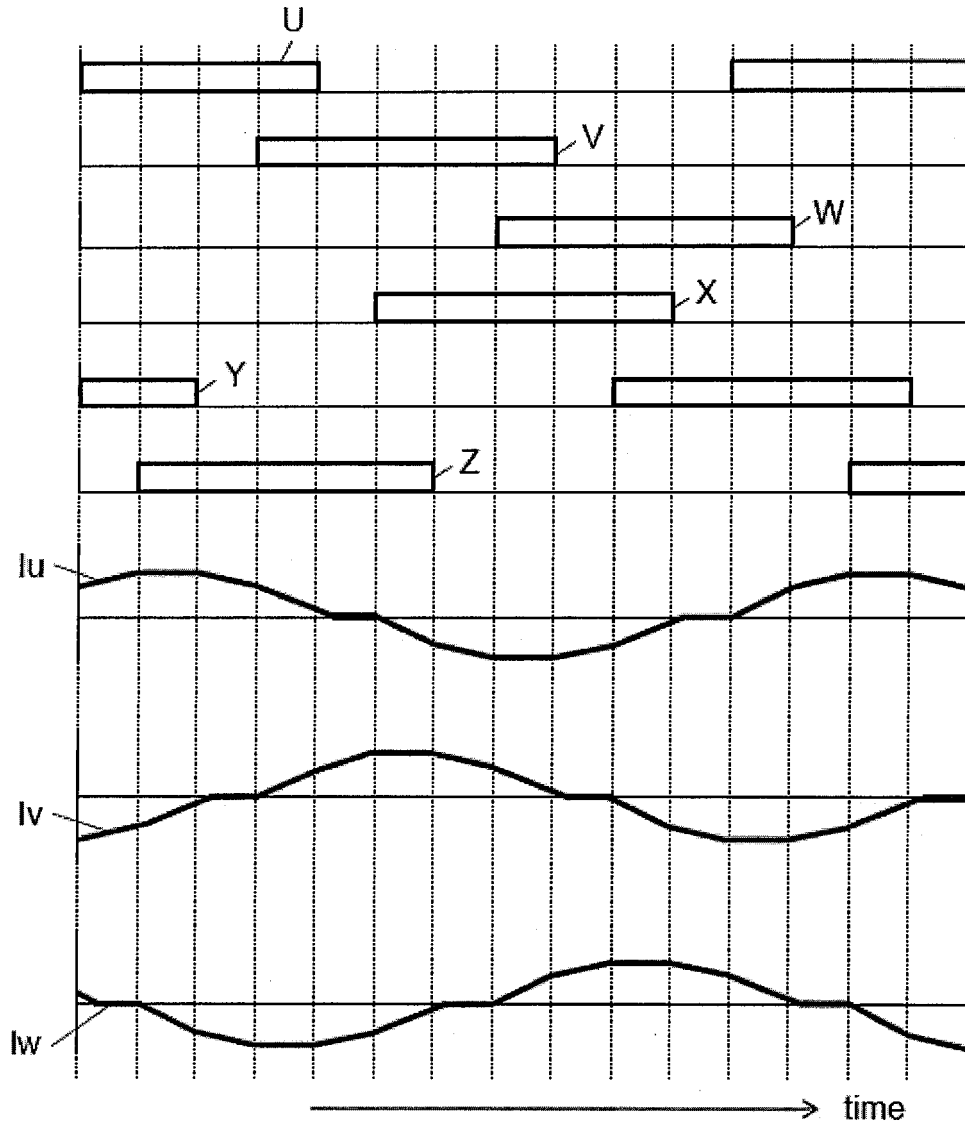


FIG. 5

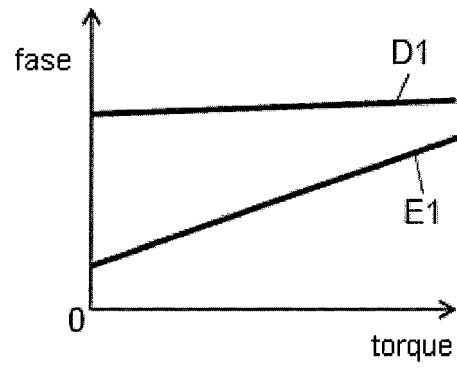


FIG. 6

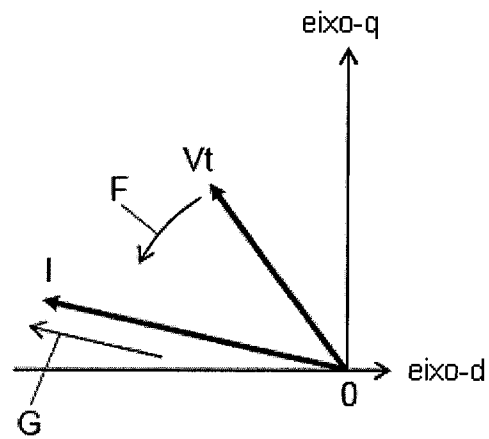


FIG. 7A

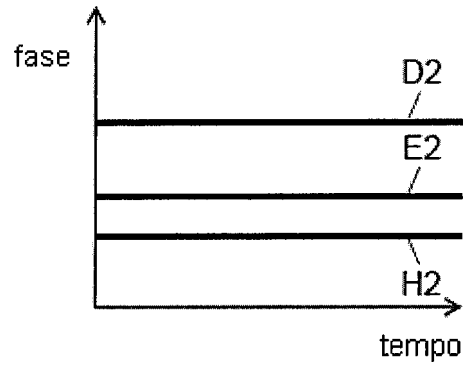


FIG. 7B

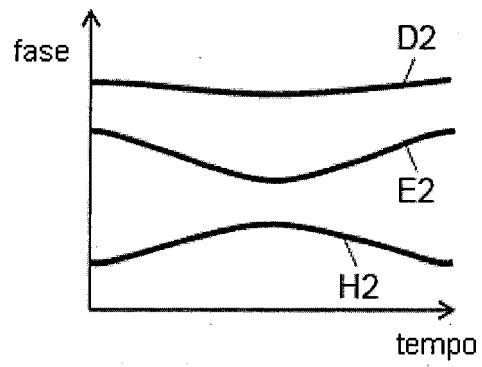


FIG. 8

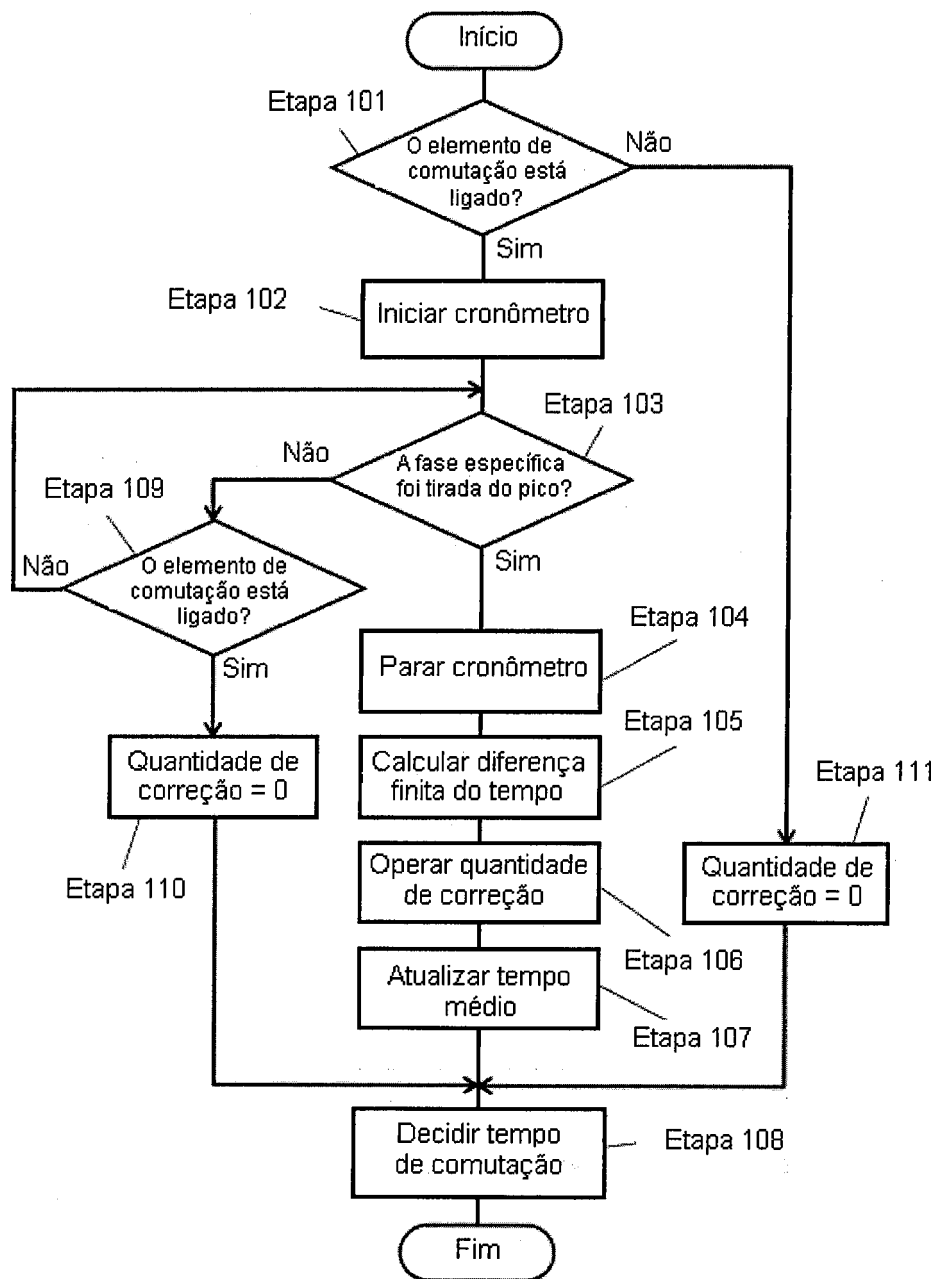


FIG. 9

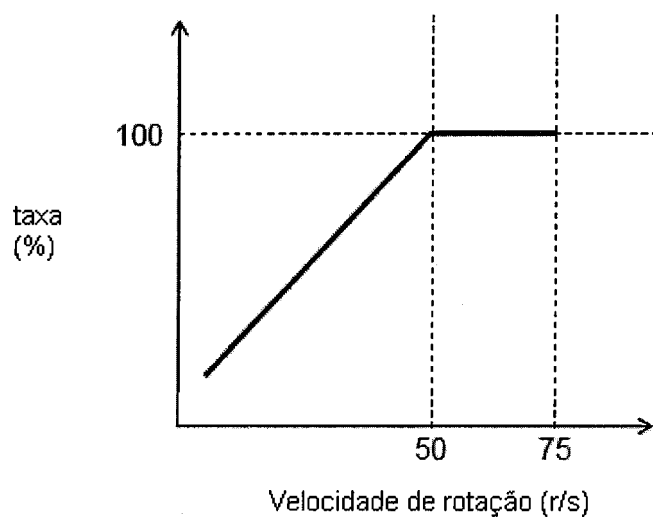


FIG. 10

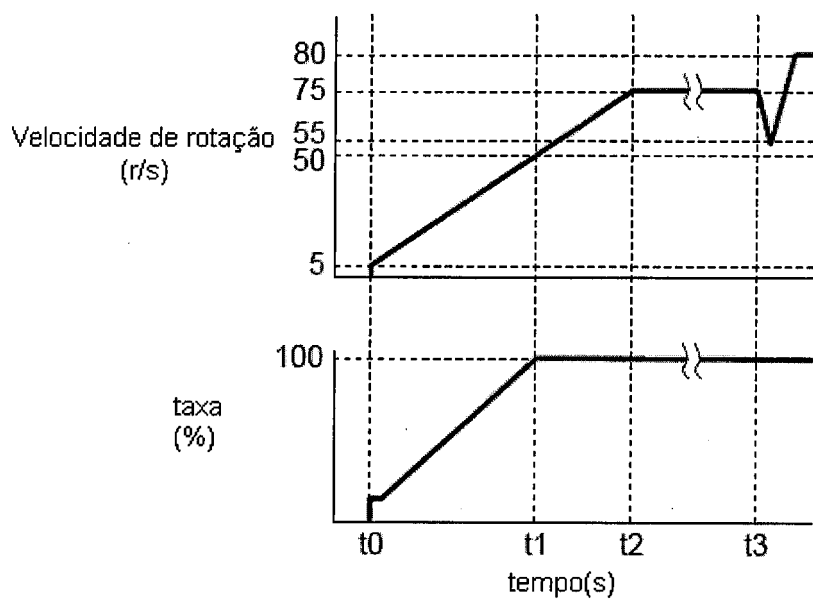


FIG. 11

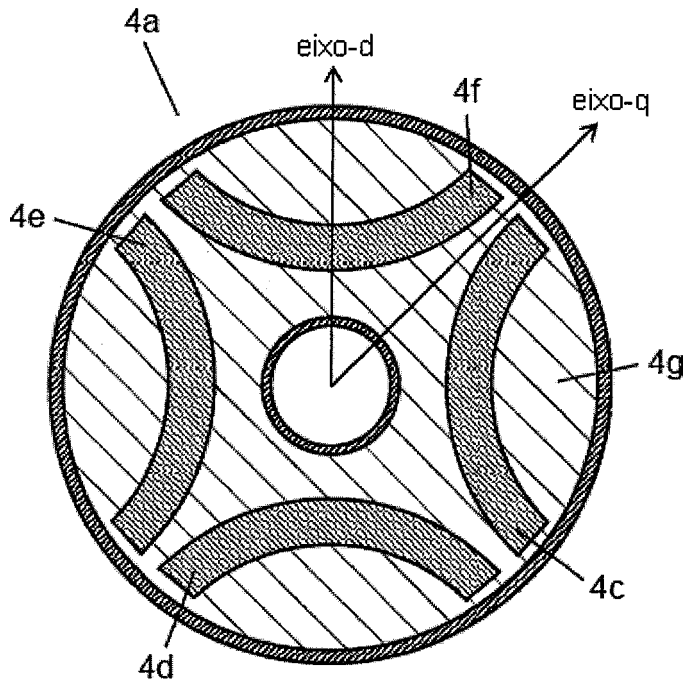


FIG. 12

