PI00160199
PI00160199

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0016019-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0016019-9

(22) Data do Depósito: 13/12/2000

(43) Data da Publicação do Pedido: 21/06/2001

(51) Classificação Internacional: B66B 25/00; B65G 15/00

(30) Prioridade Unionista: 15/12/1999 DE 199 60 491.6

(54) Título: MÉTODO E CONTROLADOR ELÉTRICO PARA O CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO TRANSPORTADORA

(73) Titular: OTIS ELEVATOR COMPANY, Sociedade Norte-Americana. Endereço: Ten Farm Springs Road, Farmington, CT 06032, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: REINHARD HENKEL; STEFAN SPANNHAKE; RALPH STRIPLING; RICHARD MARKUS

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 23 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

"MÉTODO E CONTROLADOR ELÉTRICO PARA O CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO TRANSPORTADORA"

CAMPO TÉCNICO

[0001] A invenção diz respeito a um mecanismo e a um método com a finalidade de controlar o acionamento de uma instalação transportadora na forma de uma escada rolante ou calçada-móvel, que pode ser comutada entre o modo de operação em vazio e modo sob carga. Tal instalação transportadora consiste de uma conexão de tensão de linha que supre uma frequência de linha essencialmente constante, um motor de acionamento elétrico, em particular na forma de um motor de indução ou um motor síncrono e, um gerador de sinal de demanda de condução que sinaliza uma demanda para comutar os modos de operação.

TÉCNICA ANTECEDENTE

[0002] Uma instalação transportadora típica na forma de uma escada rolante ou uma calçada-móvel com a finalidade de transportar passageiros consiste de um número de chapas de esteira adjacentes justamente, na forma de uma faixa sem fim, que são movidas na direção desejada pelo motor de acionamento.

[0003] Para reduzir o desgaste e o consumo de força das mencionadas instalações transportadoras, agora elas movem somente quando a condução é necessária, a não ser que elas sejam trazidas para uma condição parada. Para aquela finalidade, está proporcionado um gerador de sinal de demanda de condução, por exemplo, na forma de uma chapa de esteira, um relé fotossensível ou uma chave ativada manualmente, por meio dos quais pode ser determinada a existência de uma demanda de condução. Caso exista uma demanda de condução, por exemplo, porque um passageiro colocou o pé na chapa da esteira, a instalação transportadora entra no modo de condução por um período predeterminado de tempo e é então desligada se nenhuma demanda de condução eventual tiver sido determinada dentro de um período de tempo

predeterminado.

[0004] Para evitar picos de cargas durante liga e desliga frequentes da instalação transportadora, sabe-se de WO 98/18711 não ligar abruptamente o liga e desliga do motor de acionamento, mas, permitir seu RPM aumentar ou diminuir de maneira linear ao ligar. Predominantemente, aquelas instalações transportadoras usam motores de indução. Considerando-se que o RPM de um motor de indução depende da frequência da tensão alternada fornecida que, no caso do suprimento direto de uma rede de tensão alternada com frequência de linha constante, significa um RPM constante do motor de indução, é utilizado um conversor de frequência controlável por meio de que a frequência de linha fornecida pode ser convertida de uma maneira controlável em uma frequência de saída que difere da frequência de linha.

[0005] É alto o custo de um conversor de frequência que também supre o motor de acionamento de uma escada rolante ou uma calçada-móvel no modo de operação sob carga, considerando-se que ele eleva enormemente com a força de saída que um conversor de frequência tem que ser capaz de produzir.

[0006] Para reduzir os custos de aquisição e operação, WO 98/18711 estabelece que a instalação transportadora somente move-se na velocidade de condução plena no modo de operação sob carga e, que no modo de espera ou modo em vazio quando nenhuma condução é requerida, ela somente opera em uma velocidade de operação em vazio reduzida e, o conversor de frequência supre somente o motor de acionamento durante os processos de comutação e o modo em vazio, enquanto ele é diretamente suprido pela fonte de tensão de linha no modo de operação sob carga. Isto cria a possibilidade do trabalho de planejamento de saída máxima do conversor de frequência ser muito menor, o que conduz a considerável economia de custos conforme comparado a um conversor de frequência cuja saída máxima é adaptada para a operação sob carga da própria instalação transportadora. Caso não seja sinalizada qualquer

eventual demanda de condução depois que uma ordem de condução tiver sido executada, a instalação transportadora em WO 98/18711 primeiramente muda no modo em vazio e, apenas vai para o modo parado caso nenhuma demanda de condução seja sinalizada durante um período de tempo predeterminado, a parir da comutação para o modo em vazio.

[0007] US 4.748.394 revela um aparelho de controle para uma escada rolante, em que uma operação de baixa velocidade é efetuada na ausência de passageiros na escada rolante, e uma operação de alta velocidade é efetuada na presença de passageiros na escada rolante. A corrente alternada de uma fonte de alimentação de corrente alternada trifásica é convertida por intermédio de conversão de frequência numa corrente alternada trifásica de baixa frequência, com a qual um motor de indução é energizado para realizar a dita operação de baixa velocidade, de modo que o motor de indução seja girado perto de uma velocidade síncrona que corresponde à frequência baixa, para proceder com a operação de baixa velocidade de alta eficiência. Ademais, quando passageiros forem detectados, a frequência da corrente alternada proveniente do meio de conversão é gradualmente elevada, e o meio de conversão é subsequentemente comutado para a fonte de alimentação de corrente alternada trifásica, quando da detecção do sincronismo desta corrente alternada com a corrente alternada da fonte de alimentação de corrente alternada trifásica, tal que a comutação suave e lisa, isenta de choques, se torne possível.

[0008] As medidas citadas conseguiram uma redução considerável nos picos de carga e mudanças de velocidade abruptas da instalação transportadora. No entanto, correntes de transição altas podem sempre ocorrer quando mudando entre o suprimento da linha e o suprimento do conversor de frequência do motor de acionamento, a saber, devido a tensão característica própria do próprio motor de acionamento, que pode sobrecarregar o conversor de frequência e causar os movimentos atuando com saltos da instalação transportadora. A invenção atual irá superar tais eventos.

DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

[0009] A presente invenção é obtida com um método de acordo com a reivindicação 1 da invenção, e um controlador de acordo com a reivindicação 5 da invenção, caracterizados inclusive pelo fato de que os aperfeiçoamentos do método ou do controlador estão indicados nas reivindicações subordinadas.

[00010] Com o método preferido da invenção, o motor de acionamento no modo de operação sob carga é suprido com uma tensão de linha e, no modo em vazio, com uma tensão de saída de um conversor de frequência. Para conseguir o objeto da invenção, a tensão da linha e a tensão de saída do próprio conversor de frequência, são comparadas com relação à frequência e à posição da fase e, o conversor de frequência é ajustado para uma frequência de saída, a qual tem um espaçamento predeterminado da frequência de linha. Se um gerador de sinal de condução sinaliza uma demanda para uma comutação da instalação transportadora do modo sob carga para o modo em vazio ou vice-versa, no ponto no momento depois que a demanda para mudar o modo que foi sinalizada, quando a frequência de saída do conversor tem o mesmo espaçamento com relação à frequência de linha e, também, alcançou um espaçamento da fase predeterminado entre a frequência de saída do conversor e a frequência de linha, um sinal é produzido, o qual engatilha a comutação do motor de acionamento entre o suprimento do conversor de frequência e o suprimento da linha.

[00011] Os mecanismos de comutação utilizados para comutar entre o suprimento de linha e o suprimento do conversor de frequência, geralmente contactores, por um lado não são isentos de retardo e, por outro, exigem um tempo de corrente zero entre o desligamento de um contactor e a ativação do outro no sentido de evitar um curto-circuito na linha através do conversor de frequência. Há certo retardo de reação inerente entre a produção de um sinal de comutação e o desligamento do contactor previamente condutor e, por fim, ativação do outro contactor que depende dos componentes especiais da

instalação transportadora.

[00012] Uma transição suave entre o suprimento do conversor de frequência e o suprimento da linha e vice-versa não podem, por esta razão, ser obtida monitorando a tensão de linha e a tensão de saída do próprio conversor de frequência para um "casamento" na frequência e posição da fase e, pela produção de um sinal de comutação no momento quando um "casamento" é determinado. Na ocasião onde o retardo da reação inerente realmente produz uma comutação, um desvio da fase e da frequência já deveria ter ocorrido e, nenhuma transição suave deveria ocorrer entre o suprimento da linha e o suprimento do conversor de frequência.

[00013] Por conseguinte, a invenção produz um processo de comutação "antecipado", isto é, ela planeja o retardo da reação e mudanças de frequência e da fase que ocorrem durante o retardo da reação entre a frequência de linha e a frequência de saída do conversor. Para aquela finalidade, ela determina em uma instalação transportadora especial o retardo de reação inerente, mudança da frequência na tensão do motor que ocorre durante o retardo da reação e, a mudança na diferença da fase entre a frequência de linha e a frequência de saída do conversor, que ocorre durante o retardo da reação, e produz o sinal de controle de comutação na ocasião em antecipação, quando um espaçamento da frequência predeterminado bem como um espaçamento da fase predeterminado existem entre a tensão de linha e a tensão de saída do conversor de frequência. O "casamento" necessário da frequência e da fase para uma comutação suave está, então, disponível no final do retardo da reação.

[00014] O sinal do espaçamento da frequência predeterminado depende da direção da comutação. Devido às perdas de atrito inerentes na instalação transportadora, RPM do motor reduz durante o tempo de corrente zero quando motor de acionamento não é suprido ou pelo conversor de frequência ou pela linha. Considerando-se que iniciamos com uma frequência de linha constante, cujo RPM do motor tem que "casar" no final de um processo de comutação, o

espaçamento da frequência predeterminado da tensão de saída do conversor é acima da frequência de linha quando o suprimento do conversor de frequência é comutado e, ela está abaixo da frequência de linha quando o suprimento da linha é comutado para o suprimento do conversor de frequência.

[00015] O método da invenção pode ser realizado com um controlador elétrico para fins de controlar o acionamento de uma instalação transportadora na forma de uma escada rolante ou uma calçada-móvel, que pode ser comutada entre um modo de operação sob carga e em vazio, que tem uma conexão de tensão de linha com uma frequência de linha essencialmente constante, um motor de acionamento e um gerador de sinal de condução que sinaliza uma demanda de comutação de modo, caracterizado pelo fato de que o controlador tem um conversor de frequência cuja frequência de saída pode ser ajustada e, uma instalação de comutação controlável com um circuito de operação sob carga onde motor de acionamento é diretamente acoplado à conexão de tensão de linha e, um circuito do modo em vazio caracterizado pelo fato de o motor de acionamento ser acoplado à conexão de tensão de linha via o conversor de frequência e, um sincronizador por meio do que a frequência de saída daquele conversor pode ser ajustada, caracterizado pelo fato de as tensões de saída da conexão de tensão de linha e do conversor de frequência serem comparadas com relação à frequência e à posição da fase, tal conversor de frequência pode ser ajustado a uma frequência de saída com um espaçamento predeterminado da frequência de linha e, um sinal pode ser enviado à instalação de comutação depois que a demanda de comutação de modo tiver sido sinalizada, quando a frequência de saída do próprio conversor tiver alcançado tanto um espaçamento predeterminado para a frequência de linha quanto um espaçamento da fase pré-determinado entre as tensões de saída do conversor de frequência e a conexão de tensão de linha.

[00016] Em uma configuração preferida da invenção, cada um daqueles mecanismos de comutação na instalação de comutação é contactor. Contactores

que são projetados para uma capacidade de comutação, conforme necessário em conjunto com escadas rolantes ou calçadas-móveis, e em geral têm um retardo de desligamento inerente entre a recepção de um sinal de desligamento e a transição real no modo não-conduzindo e, um retardo da ativação inerente entre a recepção de um sinal de ligar e a transição real no modo conduzindo. Neste caso, retardo da reação inerente da instalação de comutação é composto do retardo na liberação do até agora contactor conduzindo, o tempo de corrente zero durante o que nenhuma força é suprida ao motor de acionamento e, o retardo da ativação do até agora contactor não-conduzindo.

[00017] O espaçamento da frequência predeterminado e o espaçamento da fase predeterminado da tensão de linha e a tensão de saída do conversor de frequência, que têm que ocorrer no momento quando é produzido o sinal de comutação, são empiricamente determinados sob o fundamento do tempo de corrente zero respectivo e possivelmente o retardo de desligamento respectivo em uma configuração da instalação transportadora. Para aquela finalidade, é determinado para qual modo a frequência e a posição da fase da tensão do terminal do próprio motor de acionamento muda durante o tempo de corrente zero e, quanto tempo é o retardo de desligar. O resultado é o instante quando o sinal de comutação deve ser produzido de forma que no momento quando a instalação de comutação se tornar condutora exista ao menos um "casamento" essencial com relação à frequência e à posição da fase entre a tensão terminal do motor e a fonte de suprimento do motor conectado para esta instalação de ligação.

[00018] Para fins de ocorrer a diminuição do RPM do próprio motor de acionamento durante o respectivo tempo de corrente zero em consideração, a frequência de saída do próprio conversor é ajustada para um espaçamento de frequência predeterminado acima ou abaixo da frequência de linha, dependendo se a instalação transportadora opera no modo sob carga ou no modo em vazio.

Em ambos os casos o espaçamento da frequência é escolhido de forma que ele corresponda à redução na frequência da tensão do terminal do motor durante o tempo de corrente zero do processo de comutação respectivo.

[00019] Em conjunto com os métodos de comutação, uma configuração da invenção proporciona a frequência de saída do conversor ser ajustada com uma inclinação decrescente ou crescente. Fora das mencionadas inclinações, a frequência de saída do conversor é de preferência ajustada para o espaçamento da frequência predeterminado como oposta à frequência de linha. Para aquele fim pode ser utilizado um ajuste de dois pontos. Por um lado, para alcançar de modo rápido RPM de carga plena do motor de acionamento e obter processo de ajuste rápido quando comutando da operação parada à operação sob carga, uma configuração propicia que a frequência de saída do conversor é ajustada com uma inclinação escalonadora sobre uma parte da rampa inicial que se situa num espaçamento predeterminado sob a frequência de linha e, é ajustada com uma inclinação igualadora quando ela alcança este espaçamento.

[00020] Um controlador da invenção tem uma instalação de comutação para comutação entre o modo sob carga e o em vazio, o qual, preferivelmente, contém dois contactores e um sincronizador, por meio dos quais a frequência de saída do conversor pode ser ajustada, caracterizado pelo fato de que aquelas frequências de saída do conversor e tensão de linha são comparadas com relação à frequência e à posição da fase, caracterizado pelo fato de que o conversor de frequência pode ser ajustado para o espaçamento predeterminado da frequência de linha e, um sinal de comutação pode ser enviado no momento depois que uma demanda para comutar modos tenha sido sinalizada, quando a frequência de saída de tal conversor tiver alcançado tanto um espaçamento predeterminado para a frequência de linha quanto um espaçamento da fase predeterminado entre as tensões de saída do conversor de frequência e a conexão de tensão de linha.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[00021] Agora a invenção será explicada em detalhes maiores por meio

das configurações. Os desenhos, exibem:

[00022] Fig. 1 representa vista em perspectiva, em corte parcial de uma escada rolante;

[00023] Fig. 2 representa um diagrama do circuito elétrico na forma de bloco parcial, com um controlador de acordo com a invenção;

[00024] Fig. 3 representa um diagrama de tempo daqueles processos em conexão com uma comutação a partir de um modo parado para um sob carga;

[00025] Fig. 4 representa um diagrama de tempo daqueles processos em conexão com uma comutação a partir do modo sob carga para o modo em vazio;

[00026] Figs. 5a e 5b representam um fluxograma de um processo de controle de acordo com a invenção.

[00027] Uma escada rolante conforme exibida parcialmente em corte, vista em perspectiva na Fig. 1, é o exemplo de uma instalação transportadora de acordo com a invenção.

[00028] A escada rolante 10 na Fig. 1 compreende de uma plataforma inferior 12, uma plataforma superior 14, uma estrutura 16, um número de chapas da esteira alinhadas sucessivamente 18 que formam uma banda sem-fim, uma corrente de arrasto 22 para acionar as chapas da esteira 18, um par de balaustradas 24 que se estendem em ambos os lados das chapas da esteira alinhadas 18, um motor de acionamento 26 o qual é de acionamento-acoplado para a corrente de arrasto 22, um controlador que funciona com o motor de acionamento 26 e, um gerador de sinal de demanda de condução na forma de um sensor de passageiro 32, que pode ser, por exemplo, um relé fotossensível. As chapas da esteira 18 formam as plataformas para fins de um transporte de passageiros entre as duas plataformas 12 e 14.

[00029] Cada uma das duas balaustradas 24, consiste de um corrimão móvel 34, o qual é acionado na mesma velocidade como as chapas da esteira 18. O controlador determina a força elétrica suprida ao motor de acionamento 26 e, desta maneira, controla o RPM do motor de acionamento 26 e, por

conseguinte, a velocidade de movimento das chapas da esteira 18.

[00030] A Fig. 2 é um diagrama de circuito elétrico com a configuração de um controlador de acordo com a invenção. Isto consiste de um conversor de frequência 42, um sincronizador 44, um primeiro contactor Kl, um segundo contactor K2, um controle de comutação 46 e uma esteira de contacto 48 que é usada como o gerador do sinal de demanda de condução. O arranjo inteiro do circuito tem um projeto trifásico e é suprido por uma rede de corrente alternada trifásica com três linhas de fase, L1, L2 e L3.

MELHOR MODO PARA EXECUÇÃO DA INVENÇÃO

[00031] O lado da entrada do conversor de frequência 42 é conectado às três linhas da rede L1-L3. O motor de acionamento 26 é conectado ao lado da saída do conversor de frequência 42 pelo contactor Kl e às linhas L1-L3 pelo contactor K2. As três linhas de controle S1, S2, S3 conduzem a partir do sincronizador 44 até as entradas de controle do conversor de frequência 42. Ainda, uma linha de controle S4 conduz do sincronizador 44 até uma entrada de controle do controle de comutação 46. Uma linha de controle S5 conduz do controle de comutação 46 até outra entrada de controle daquele conversor de frequência 42, uma linha de controle S6 conduz até uma entrada de controle do contactor Kl e, uma linha de controle S7 até uma entrada de controle do contactor K2. Uma linha de controle S8 conduz da esteira de contacto 48 para uma entrada de controle do controle de comutação 46. Uma linha de controle S9 conduz do controle de comutação 46 para uma entrada de controle daquele sincronizador 44.

[00032] As linhas de controle S5, S6 e S7 conduzem sinais de controle LIGA/DESLIGA (ON/OFF) ao conversor de frequência 42 ou ao contactor Kl ou K2. A linha de controle S3 conduz um sinal de controle de rampa a partir do sincronizador 44 para o conversor de frequência 42. A linha de controle S4 conduz um pulso de comutação do sincronizador S4 ao controle de comutação 46. A linha de controle S8 conduz um sinal de demanda de condução a partir

da esteira de contacto 48 para o controle de comutação 46.

[00033] De preferência, aquele controle de comutação 46 contém um microprocessador, por meio do qual o conversor de frequência 42 e os dois contactores Kl e K2 podem ser ligados como uma função de um sinal de demanda de condução recebido da esteira de contacto 48 ou, um sinal de comutação a partir do sincronizador 44.

[00034] O sincronizador 44 controla uma subida ou uma descida da frequência de saída *f* do conversor 42 via as linhas de controle S1 e S2, aqui identificadas como uma função de um sinal de controle enviado para aquele sincronizador 44 via a linha de controle S9. As entradas de medição E1 e E2 do sincronizador 44 são conectadas por um par de linhas 50 ou por um par de linhas 52 a duas linhas de saída do conversor de frequência 42, ou a duas linhas da rede correspondentes. As entradas de medição E1 e E2 são utilizadas para medir a frequência e a posição de fase de uma fase da rede, e a posição de fase e a frequência de uma fase correspondente no lado de saída daquele conversor de frequência. O sincronizador 44 consiste de um comparador que é conectado às entradas de medição E1 e E2 por meio das quais a tensão de linha e a tensão da saída daquele conversor de frequência podem ser comparadas entre si com relação à frequência e à posição de fase.

[00035] O sincronizador 44, numa configuração da invenção, utiliza um relé de sincronização especialmente adaptado, da companhia Dinamarquesa DEIF, com um número de identificação da peça GAS-113DG.

[00036] Têm que ser levados em consideração os seguintes parâmetros quanto ao ponto no momento quando o pulso de comutação é emitido:

[00037] a) O retardo inerente entre o surgimento do pulso de comutação e a emissão do sinal de desligamento para o contactor se tornar não-conduzindo;

[00038] b) O retardo inerente de um contactor entre a recepção do sinal de desligamento e a comutação para o modo não-conduzindo;

[00039] c) O retardo inerente formando o tempo de corrente zero entre

a comutação de um contactor no modo não-conduzindo e a comutação do outro contactor no modo conduzindo;

[00040] d) O retardo inerente de um contactor entre a recepção do sinal ligar e sendo comutado no modo conduzindo;

[00041] e) A diminuição em RPM do motor de acionamento devido ao atrito inerente da instalação transportadora durante o tempo de corrente zero, quando o motor de acionamento não é suprido ou pela rede ou pelo conversor de frequência;

[00042] f) A tensão do terminal do motor de acionamento, cuja posição de fase e amplitude dependem do ininterrupto tempo do motor e tempo exigido para a comutação. Caso seja utilizado um motor de indução como o motor de acionamento, outro parâmetro é:

[00043] g) A patinação do próprio motor de acionamento.

[00044] Todos estes parâmetros podem ser empiricamente determinados para uma instalação transportadora especial. Esses permitem determinar um espaçamento predeterminado com relação à frequência de linha, para a qual a frequência de saída do conversor 42 deve ser ajustada e, no momento quando o pulso de comutação tiver de ser emitido para ter o contactor não-conduzindo previamente iniciar conduzindo e, para determinar o "casamento" da fase e da frequência entre a tensão de linha e a tensão do terminal do motor.

[00045] O sincronizador 44 é usado para ajustar a frequência de saída do conversor 42 para o espaçamento predeterminado com relação à frequência de linha e a ocorrência do espaçamento da fase predeterminado é estabelecido pela determinação da diferença da fase entre a fase de linha medida e a fase correspondente do conversor de frequência 42. Um pulso de comutação como este é proporcionado pelo sincronizador 44 quando as duas condições a seguir forem atendidas:

[00046] 1. A frequência de saída do conversor 42 estiver dentro de um alcance de tolerância definido num espaçamento predeterminado da frequência

de linha; e,

[00047] 2. O ângulo da fase entre a fase da rede monitorada e a fase correspondente do conversor de frequência 42 vai para zero depois de um tempo determinável seguinte a emissão do pulso de comutação.

[00048] Considerando que pode ser determinado quanto tempo é exigido para uma determinada posição mudar numa instalação transportadora especial, pode-se determinar o tempo de adiantamento exigido pelo pulso de comutação para alcançar o "casamento" desejado nas posições da fase.

[00049] Uma operação mais precisa do diagrama do circuito na Fig. 2 é agora descrito em mais detalhes por intermédio das Figs. 3 e 4. Fig. 3 exibe o processo de comutação a partir da operação parada até a operação sob carga, enquanto que a Fig. 4 exibe o processo de comutação do modo sob carga até o modo parado ou modo de espera. Ambas as figuras exibem cursos frequentes, os modos de comutação dos contactores Kl e K2 e a ocorrência de um pulso de comutação *SP* como uma função de tempo. Nas Figs. 3 e 4, f_{Netz} significa a frequência de linha, Δf_{up} um espaçamento de frequência predeterminado acima de f_{Netz} e, Δf_{down} um espaçamento de frequência predeterminado sob f_{Netz}.

[00050] Os processos de comutação de tal instalação transportadora da operação parada até a operação sob carga são primeiro considerados por meio da Fig. 3. Após a instalação transportadora ser ligada por um sinal de demanda de condução a partir da esteira de contacto 48, o motor de acionamento 26 é suprido pelo conversor de frequência via o contactor de condução K1 e, é acelerado pelo campo de rotação do próprio estator em concordância com a inclinação de elevação de dois estágios da frequência de saída do conversor 42 exibido na Fig. 3. Em seguida, ocorre uma aceleração forte de acordo com a parte escalonadora inicial da inclinação de 0 Hz para F_{Netz}-1,5 Hz, seguido por uma aceleração mais lenta de F_{Netz}-1.5 Hz mais adiante F_{Netz} para + Δf_{up}.

[00051] As mudanças de frequência de linha são compensadas, pois o sincronizador 44 mede continuamente a frequência de linha e, por esse meio,

orienta ela própria para ajuste da frequência de saída do conversor 42.

[00052] Uma vez que todas as condições para a sincronização tenham sido atendidas, significando que a frequência de saída daquele conversor 42 é $F_{Netz} + \Delta f_{up}$ e uma variação de fase 0 foi obtida da soma do tempo de retardo de desligamento inerente Δt_d e o tempo de corrente zero Δt_i, o pulso de comutação é produzido na ocasião t_1. Após o retardo desligar inerente Δt_d do contactor Kl no momento t_2, o contactor K1 muda de conduzindo ao modo não-conduzindo e o motor de acionamento 26 entra no modo de corrente zero. A frequência da tensão do motor reduz abruptamente de acordo com a difusão natural de uma máquina de indução. A frequência da tensão do motor, então, reduz devido às perdas de atrito no motor de acionamento 26 e na instalação transportadora. Considerando-se que Δf_{up} foi escolhido enquanto considerando-se a difusão e a frequência diminuída da tensão do terminal do motor, a última termina no momento t_3, quando o contactor K2 liga no modo conduzindo e o motor de acionamento é agora suprido do contactor K2 com a frequência de linha f_{Netz}.

[00053] As correntes dentro do enrolamento do estator daquele motor de acionamento 26 são zero, já que o motor de acionamento 26 é separado do conversor de frequência 42. No entanto, há ainda um campo magnético. Este campo magnético induz uma tensão residual no enrolamento do estator, a qual diminui exponencialmente conforme aumenta o tempo. Devido às constantes de tempo amplas dos motores de acionamento utilizados para ditas instalações transportadoras, a tensão residual é ainda elevada quando a força é novamente suprida ao motor de acionamento 26.

[00054] No momento t_3, o contactor K3 liga no modo conduzindo e o motor de acionamento 26 é conectado à rede de tal forma que ele possa agora operar sob condição de carga plena.

[00055] O espaçamento da frequência Δf_{up} da frequência de saída de tal conversor 42 compensa a redução abrupta na frequência da tensão do terminal do motor, devido à difusão do motor, e à redução na frequência da tensão do

terminal do motor devido às perdas de atrito.

[00056] Um determinado desvio de fase ocorre entre a tensão de linha e a tensão residual nos terminais do motor, devido ao retardo de tempo entre t_1 e t_3. Este desvio de fase é levado em conta para evitar correntes de transição altas depois que o contactor K2 liga para o modo conduzindo. Por esta razão, o pulso de comutação não é produzido no momento quando há um "casamento" exato entre as fases da tensão de linha e a tensão do terminal do motor, porém, mais exatamente, com um tempo de adiantamento predeterminado antes do instante quando o motor de acionamento começa a receber força da linha.

[00057] O processo de comutação, a partir do modo sob carga ao modo em vazio, como exibido na Fig. 4, é similar ao processo de comutação exibido na Fig. 3, caso nenhuma demanda de condução nova tenha sido sinalizada para uma duração de tempo predeterminada. A diferença principal é que antes do processo de comutação, a frequência de saída do conversor 42 é ajustada para um espaçamento da frequência predeterminado Δf_{down} sob frequência de linha f_{Netz}. Comutação da frequência de saída do conversor 42 para esta frequência de saída ocorre, por exemplo, depois de um certo tempo ter passado desde o último sinal da demanda de condução.

[00058] O espaçamento da frequência Δf_{down} corresponde à redução na frequência com relação à linha f_{Netz} que ocorre na tensão do terminal do motor durante o tempo de corrente zero Δt_i. No caso habitual, onde são empregados contactores idênticos a Kl e K2, ambos o retardo de desligamento inerente Δt_d e o tempo de corrente zero Δt_i são os mesmos conforme na Fig. 3. O tempo de adiantamento entre tempo t_4 quando pulso de comutação é produzido e tempo t_6 quando contactor K2 comuta do modo não-condutor ao modo condutor é, por conseguinte, o mesmo conforme na Fig. 3.

[00059] Após o motor de acionamento 26 ser comutado para suprir dito conversor de frequência, a frequência de saída do conversor 42, e, portanto, a frequência do campo de rotação no estator do próprio motor de acionamento

diminui para 25 Hz, conforme exibido no exemplo da Fig. 4. A velocidade da instalação transportadora durante o assim obtido modo em vazio é, então, a metade daquela do modo de operação sob carga.

[00060] O modo em vazio pode ser agora mantido por qualquer duração de tempo até ser sinalizada uma nova demanda de condução. Não obstante, a instalação transportadora pode ser desligada completamente para aquele modo parada, se nenhuma nova demanda de condução for sinalizada numa duração de tempo predeterminada depois que o modo em vazio é alcançado.

[00061] Figs. 5a e 5b ilustram a operação completa de uma instalação transportadora da invenção na forma de um fluxograma. O fluxograma inicia com o fato de que a instalação transportadora não está na operação sob carga, mas, no modo parada (a frequência de saída do conversor é zero) ou no modo em vazio ou de espera (a frequência de saída do conversor é maior que zero). Dependendo se a instalação transportadora está no modo parada ou no modo em vazio, no momento em que a demanda de condução é sinalizada, contactor Kl é ativado ou permanece ativado e inicia um aumento na frequência do conversor a partir de 0 Hz ou de sua frequência instantânea. O sincronizador 44 é utilizado para verificar se a frequência instantânea do conversor está abaixo ou acima de f_{Netz} -1,5 Hz. Como mostrado na Fig. 3, no caso anterior, o sincronizador 44 ajusta um aumento da frequência mais alto e, no caso mais recente, aumento menor. Este aumento da frequência continua o sincronizador 44 determinar que frequência $f_{Netz} + \Delta f_{up}$ foi alcançada. Quando isto ocorre, o sincronizador 44 verifica se a diferença da fase predeterminada entre a tensão de linha e tensão de saída do conversor de frequência 42 foi atingida, quando o pulso de comutação tem que ser emitido. A emissão do pulso de comutação *SP* quando é atingida a diferença da fase predeterminada, envia um sinal OFF (DESLIGAR) ao contactor Kl e um sinal ON (LIGAR) ao contactor K2. Após outro tempo t_i, que corresponde à soma do tempo de retardo 'desligar' inerente Δt_d e o tempo de corrente zero Δt_i, contactor K2 comuta para o modo condutor,

o motor de acionamento 26 recebe força da linha e, o modo sob carga da transportadora é alcançado.

[00062] Uma verificação na parte superior do fluxograma na Fig. 5b, determina se um novo sinal de demanda de condução foi recebido num tempo predeterminado Δt_1 desde a mudança para o modo sob carga. Naquele caso, o sincronizador 44 diminui a frequência do conversor 42 para $f_{Netz} - \Delta f_{down}$. Uma vez que esta redução tenha sido alcançada e o sincronizador 44 agora conclui que uma diferença da fase predeterminada foi alcançada entre a frequência de linha e a tensão do conversor, ele emite um pulso de comutação que conduz para a produção de um sinal OFF para o K2 e um sinal ON para o K1. Em um tempo t_2, após a produção do pulso de comutação, o contactor Kl comuta para o modo condutor e começa a suprir o motor de acionamento 26 através do conversor de frequência 42 (tempo t_6). Em seguida, o sincronizador 44 produz uma redução na frequência do conversor para a frequência de espera (25 Hz na Fig. 4). Se outro sinal de demanda de condução é recebido dentro do tempo Δt_2, a dita frequência do conversor é, mais uma vez, aumentada a partir da sua frequência de modo em vazio (25 Hz). Se não for recebido nenhum sinal novo de demanda de condução dentro do tempo Δt_2, uma verificação determinará se há ou não comando para comutar a instalação transportadora no modo parado. Caso exista este comando, um sinal OFF é enviado para o K1, bem como para o K2, no qual ambos os contactores Kl e K2 desligam, significando que eles comutam no modo não-condutor e motor de acionamento 26 não mais contém qualquer corrente.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para o controle do acionamento de uma instalação transportadora na forma de uma escada rolante (10) ou de uma calçada-móvel entre um modo sob carga e um modo em vazio, que compreende um motor de acionamento (26) e um conversor de frequência (42) cuja saída é controlável, onde:

no modo de operação sob carga, o motor de acionamento (26) é suprido com uma tensão de linha numa frequência de linha essencialmente constante (f_{Netz}) e no modo em vazio com uma tensão de saída proveniente do conversor de frequência (42);

a tensão de linha e a tensão de saída do conversor de frequência são comparadas com relação à frequência e à posição de fase;

onde o motor de acionamento (26) opera sem corrente durante um tempo de corrente zero predeterminado (Δt_i) antes de ocorrer a comutação entre o suprimento de linha e o suprimento de conversor de frequência,

caracterizado pelo fato de que o conversor de frequência (42) é ajustado para uma frequência de saída, a qual tem um espaçamento predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) a partir da frequência de linha (f_{Netz});

uma demanda para comutar o modo é sinalizada por um gerador de sinal de transporte (48);

e, no ponto no tempo (t_1, t_4), depois de uma demanda comutar modos que foram sinalizados, quando a frequência de saída do conversor (42) tiver atingido tanto o espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) a partir da frequência de linha (f_{Netz}) como um espaçamento predeterminado de fase entre a tensão de saída do conversor de frequência e a frequência de linha (f_{Netz}), um sinal de comutação (*SP*) é emitido, o qual comuta o dito motor de acionamento (26) entre o suprimento do conversor de frequência e o suprimento da linha,

onde a frequência de saída do conversor (42) é ajustada para um

espaçamento de frequência (Δf_{up}, Δf_{down}) com relação à frequência de linha (f_{Netz}) que corresponde a diminuição em RPM do motor de acionamento (26) durante o tempo de corrente zero respectivo (Δt_i),

em que comutação ocorre por meio de uma instalação (K1, K2) de comutação, com um retardo de desligamento inerente (Δt_d) com relação ao tempo (t_1, t_4), quando o sinal de comutação (*SP*) é recebido, em que comutação é ordenada entre o suprimento do conversor de frequência e o suprimento da linha, com um tempo de adiantamento que corresponde à soma do retardo de desligamento (Δt_d) e o tempo de corrente zero (Δt_i), com relação ao tempo (t_3, t_6), quando ocorrerá a comutação entre o suprimento do conversor de frequência e o suprimento da linha,

em que se usa um valor que corresponde à mudança de fase na tensão terminal do motor durante o tempo de adiantamento como o espaçamento de fase predeterminado, de maneira que no final do tempo de adiantamento um casamento essencial seja obtido entre as posições de fase da tensão do terminal do motor e a tensão de saída do conversor de frequência.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que durante uma comutação do modo sob carga para o modo em vazio a frequência de saída do conversor (42) é ajustada numa inclinação de frequência decrescente predeterminada, de um espaçamento da frequência predeterminado (Δf_{down}) sob a frequência de linha (f_{Netz}) para uma frequência do modo em vazio (25 Hz).

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por ser para uma instalação transportadora, que pode ser comutada entre modos parado, sob carga, e em vazio, onde o conversor de frequência (42) é ajustado a uma frequência de saída zero, enquanto a instalação transportadora estiver num modo parado, e, durante a comutação da transportadora do modo parado para o modo de operação sob carga, o conversor de frequência (42) é configurado para elevar em um ângulo de inclinação predeterminado, da frequência de

saída zero para um espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}) acima da frequência de linha (f_{Netz}).

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que durante comutação da instalação transportadora, do modo parado ao modo de operação sob carga, a frequência de saída do conversor (42) é primeiro ajustada para elevar para um espaçamento de frequência predeterminado sob a frequência de linha (f_{Netz}) em um ângulo escalonador e então em escala menor de um ângulo para o espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}) acima da frequência de linha (f_{Netz}).

5. Controlador elétrico para o controle do acionamento de uma instalação transportadora comutável na forma de uma escada rolante (10) ou de uma calçada-móvel, uma conexão de tensão de linha (Netz) com uma frequência de linha essencialmente constante (f_{Netz}), um motor de acionamento (26) e um gerador de sinal de demanda de transporte (48), o qual sinaliza a demanda para comutar modo de operação entre o modo sob carga e o modo em vazio de dita instalação transportadora comutável, e compreendendo:

um conversor de frequência (42) cuja frequência de saída pode ser ajustada;

uma instalação de comutação controlável (Kl, K2) com um modo de operação sob carga, no qual aquele motor de acionamento (26) é diretamente acoplado a uma conexão de tensão de linha (Netz) e, com um modo em vazio, no qual aquele motor de acionamento (26) é acoplado à conexão de tensão de linha (Netz) via o conversor de frequência (42);

em que a instalação de comutação controlável é operável de tal modo que o motor de acionamento (26) opere sem corrente durante um tempo de corrente zero predeterminado (Δt_i) antes de ocorrer aquela comutação entre o suprimento de linha e o suprimento de conversor de frequência;

um sincronizador (44) por meio do que a frequência de saída do conversor (42) pode ser ajustada, e as tensões de saída da conexão de linha (Netz)

e do conversor de frequência (42) são comparadas com relação à frequência e à posição de fase;

caracterizado pelo sincronizador (44) ser projetado de tal modo que ele realize o controle da frequência de saída do conversor de frequência (42) que tem um espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) da frequência de linha (f_{Netz});

e, no tempo (t_1, t_4), após uma demanda de comutação tiver sido sinalizada, quando a frequência de saída do conversor (42) tiver atingido tanto o espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) da frequência de linha (f_{Netz}) como um espaçamento predeterminado de fase entre as tensões de saída do conversor de frequência (42) e a conexão de tensão de linha (Netz), um sinal de comutação (*SP*) pode ser enviado para a instalação de comutação (Kl, K2),

em que o sincronizador (44) é projetado para ajustar a frequência de saída do conversor (42) para um espaçamento de frequência (Δf_{up}, Δf_{down}) a partir da frequência de linha (f_{Netz}), que corresponde à diminuição no RPM do motor de acionamento (26) durante o tempo de corrente zero respectivo (Δt_i),

em que a instalação de comutação (K1, K2) possui um primeiro mecanismo de comutação controlável (K1) que conecta o motor de acionamento (26) ao conversor de frequência (42), e um segundo mecanismo de comutação (K2) que conecta o motor de acionamento (26) à conexão de tensão de linha (Netz);

somente uma dentre as duas instalações de comutação (K1, K2) em um momento pode ser ajustada para conduzir; e o respectivo mecanismo de comutação não-condutor (K1, K2) pode apenas ser ligado (ON) depois de um tempo de corrente zero predeterminado (Δt_i) e depois que a instalação de comutação, até então condutora (K1, K2), tiver sido desligada (OFF),

em que cada um dos dois mecanismos de comutação (K1, K2) tem um retardo de desligamento inerente (Δt_d) com relação ao tempo (t_1, t_4),

após receber um sinal de desligamento, e o sincronizador (44) é projetado para emitir o sinal de comutação (*SP*) para mudar o mecanismo de comutação (K1, K2) no respectivo outro modo, com um tempo de adiantamento que corresponde à soma do tempo de retardo de desligamento (Δt_d) e do tempo de corrente zero (Δt_i) com relação ao tempo (t_3, t_6), quando o dito mecanismo de comutação não-condutor (K1, K2) tiver que se tornar condutor,

e o sincronizador (44) é projetado para ajustar o espaçamento de fase predeterminado para um valor que corresponda a mudança de fase da tensão do terminal do motor durante o tempo de adiantamento, de modo que no final do tempo de adiantamento exista um casamento essencial entre as posições de fase da tensão do terminal do motor e a tensão de saída do dito conversor de frequência.

6. Controlador de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que ambos os mecanismos de comutação (K1, K2) são bloqueados entre si, de tal forma que o respectivo mecanismo de comutação não-condutor (K1, K2) possa apenas ser mudado para o modo condutor depois do tempo de corrente zero (Δt_i), uma vez que o modo não-condutor daquele mecanismo de comutação previamente condutor (K1, K2) tenha sido alcançado.

7. Controlador de acordo com qualquer uma da reivindicação 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que o sincronizador (44) é projetado de forma que, quando a instalação transportadora é comutada do modo de operação sob carga para o modo de operação em vazio, ele ajusta o conversor de frequência (42) numa frequência do modo em vazio num ângulo de frequência decrescente predeterminado de um espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{down}) sob a frequência de linha (f_{Netz}).

8. Controlador de acordo com qualquer uma das reivindicações 5, 6 ou 7, caracterizado por ser para uma instalação transportadora, a qual pode ser comutada entre o modo parado, o modo de operação sob carga e o modo em vazio.

9. Controlador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que é projetado para ajustar o conversor de frequência (42) a partir do modo parado da instalação transportadora para uma frequência de saída zero e, o seu sincronizador (44) é projetado de tal maneira que, quando a instalação transportadora é comutada do modo parado ao modo de operação sob carga, ele ajusta o conversor de frequência (42) para elevar em um ângulo predeterminado da frequência de saída zero para um espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}) acima da frequência de linha (f_{Netz}).

10. Controlador de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o sincronizador (44) é projetado de tal maneira que, quando a instalação transportadora é comutada do modo parado ao modo de operação sob carga, ele primeiro ajusta um ângulo de elevação escalonador até uma distância de frequência predeterminada (f_{Netz} - 1,5 Hz) sob a frequência de linha (f_{Netz}), e, em seguida, ajusta a elevação adicionalmente para o espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}) acima da frequência de linha (f_{Netz}) em um ângulo escalonador de menor escala.

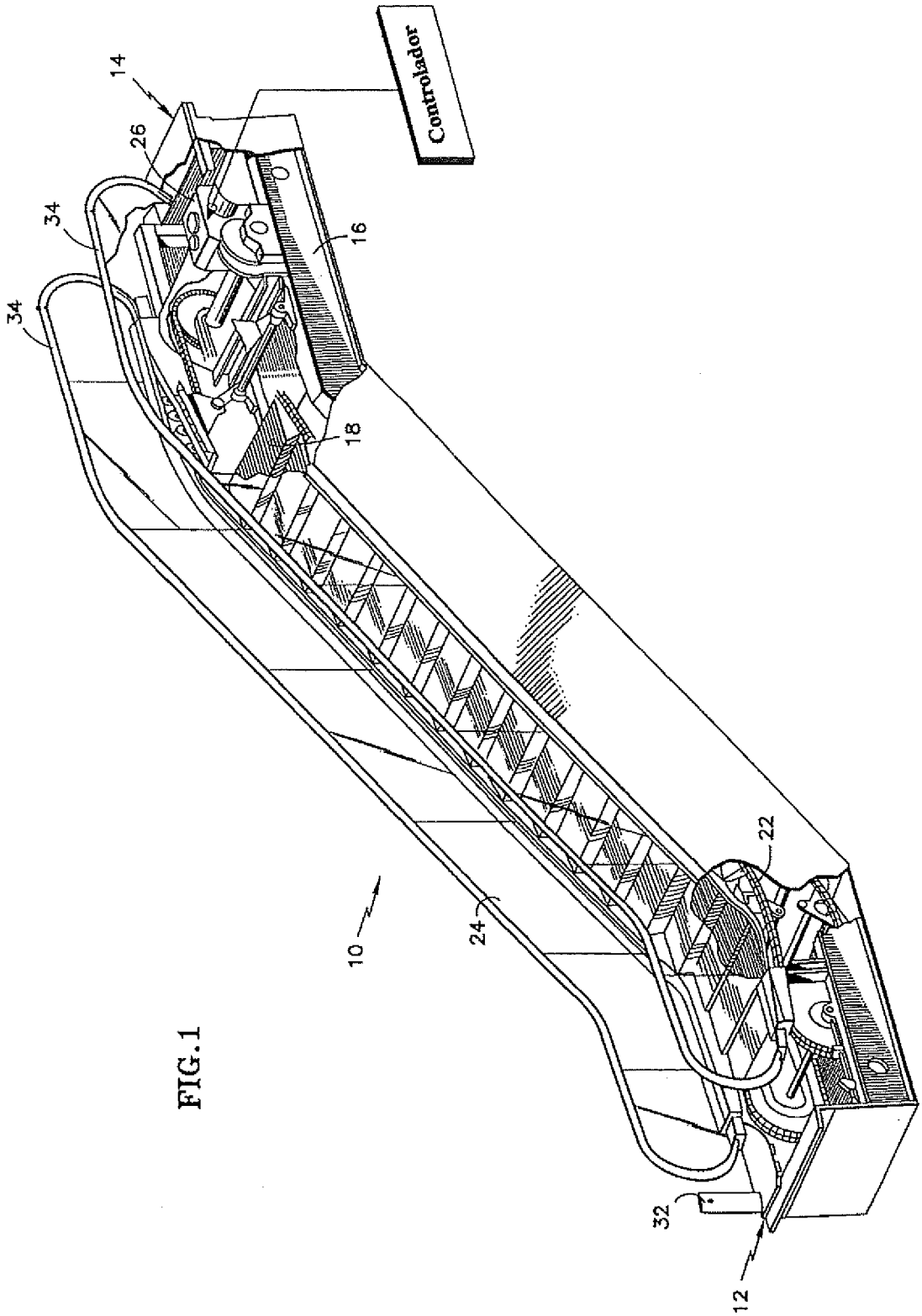


FIG.1

FIG.2

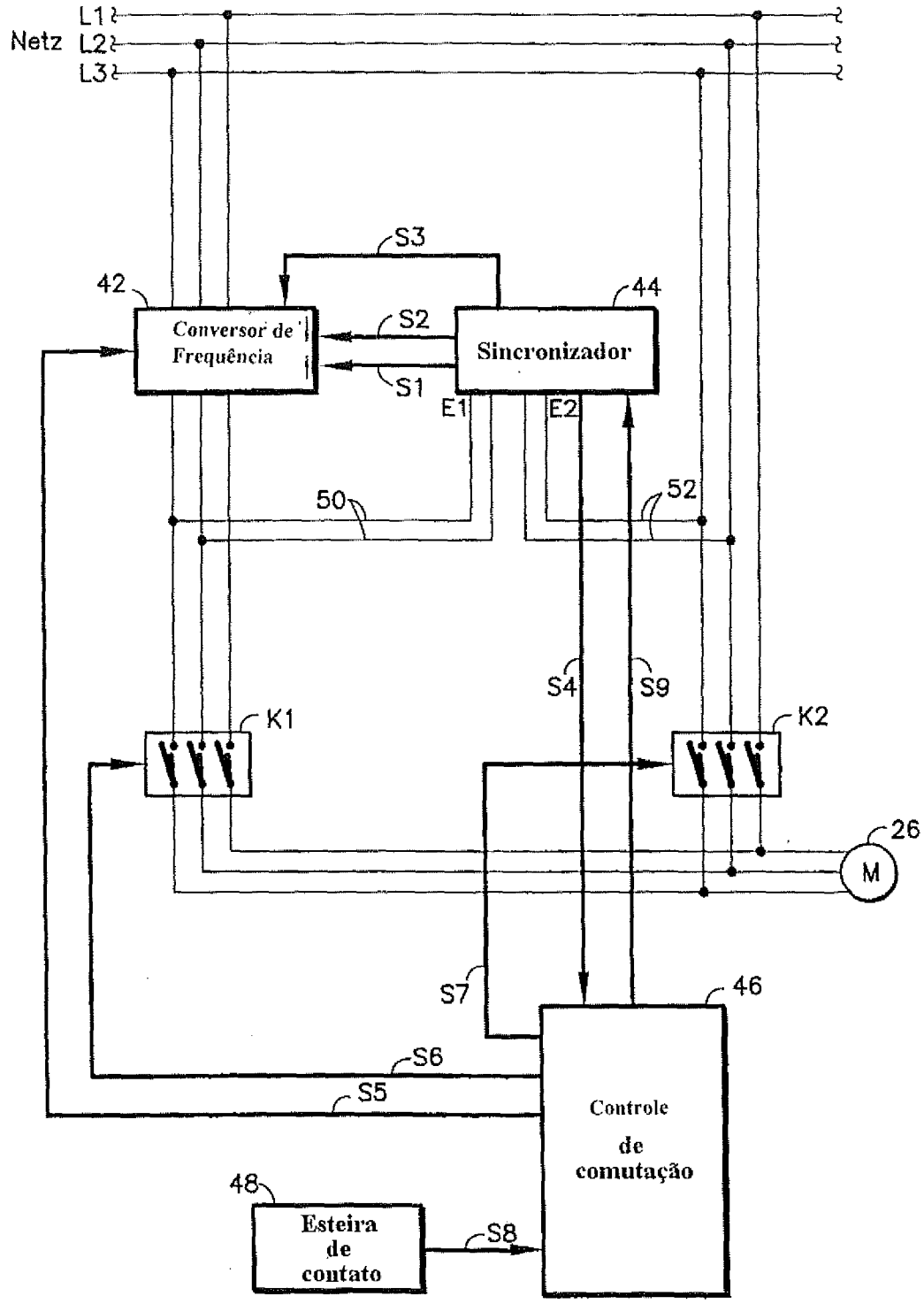

Netz
L1
L2
L3
S3
42
44
Conversor de Frequência
S2
S1
Sincronizador
E1
E2
50
52
S4
S9
K1
K2
26
M
S7
46
S6
S5
Controle de comutação
48
Esteira de contato
S8

FIG.3

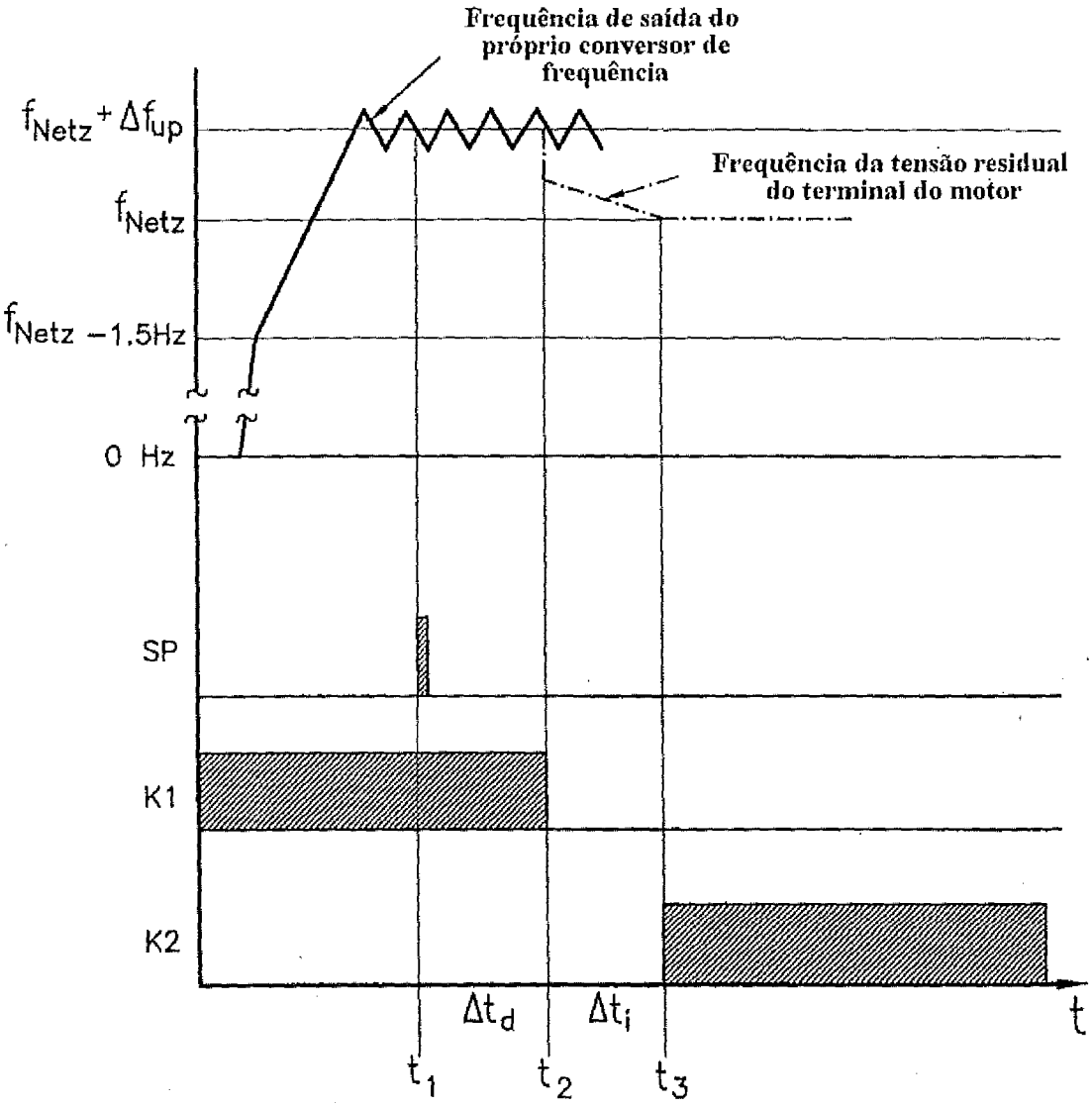

Frequência de saída do próprio conversor de frequência
Frequência da tensão residual do terminal do motor
$f_{Netz} + \Delta f_{up}$
f_{Netz}
$f_{Netz} - 1.5Hz$
0 Hz
SP
K1
K2
Δt_d
Δt_i
t
t_1
t_2
t_3

FIG.4

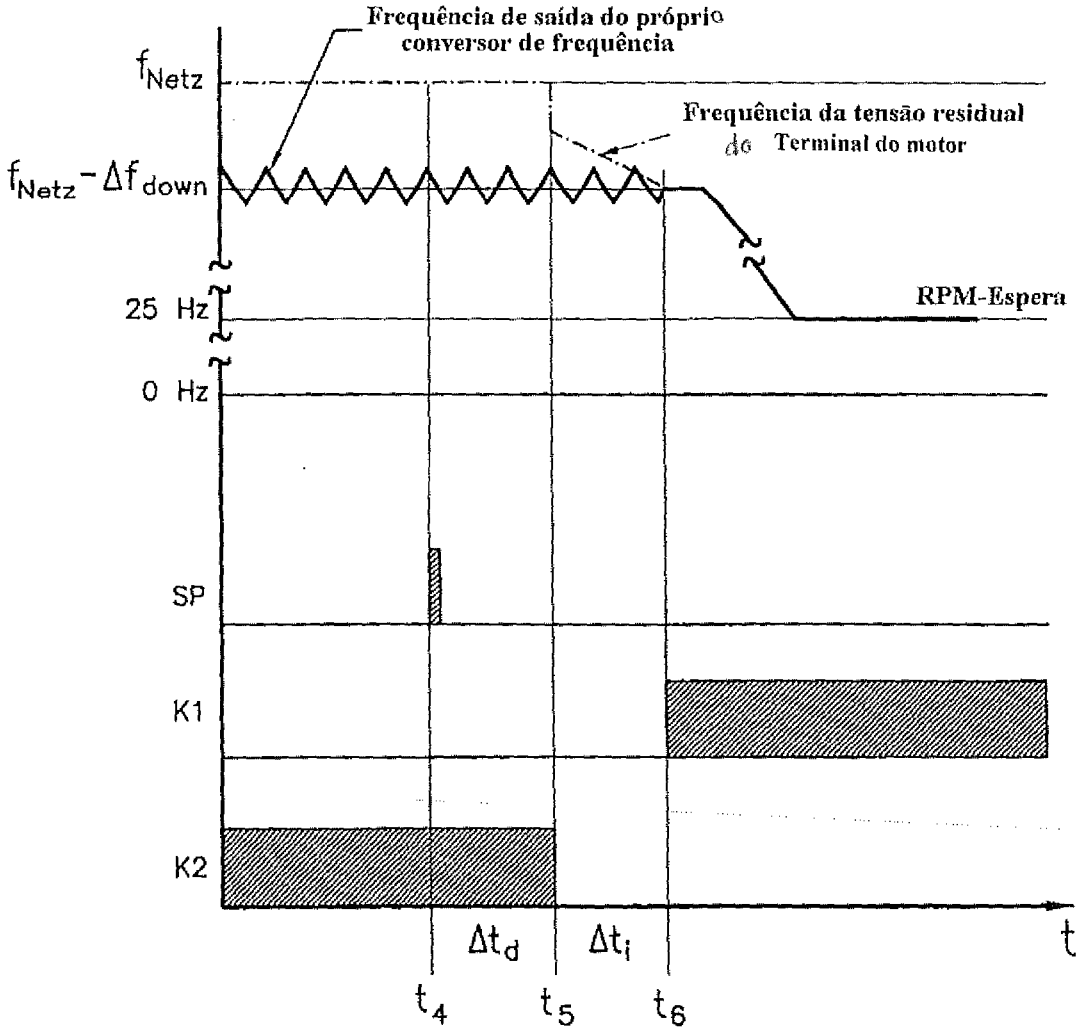

Frequência de saída do próprio conversor de frequência
Frequência da tensão residual do Terminal do motor
f_{Netz}
$f_{Netz} - \Delta f_{down}$
25 Hz
0 Hz
RPM-Espera
SP
K1
K2
Δt_d
Δt_i
t
t_4
t_5
t_6

FIG.5a

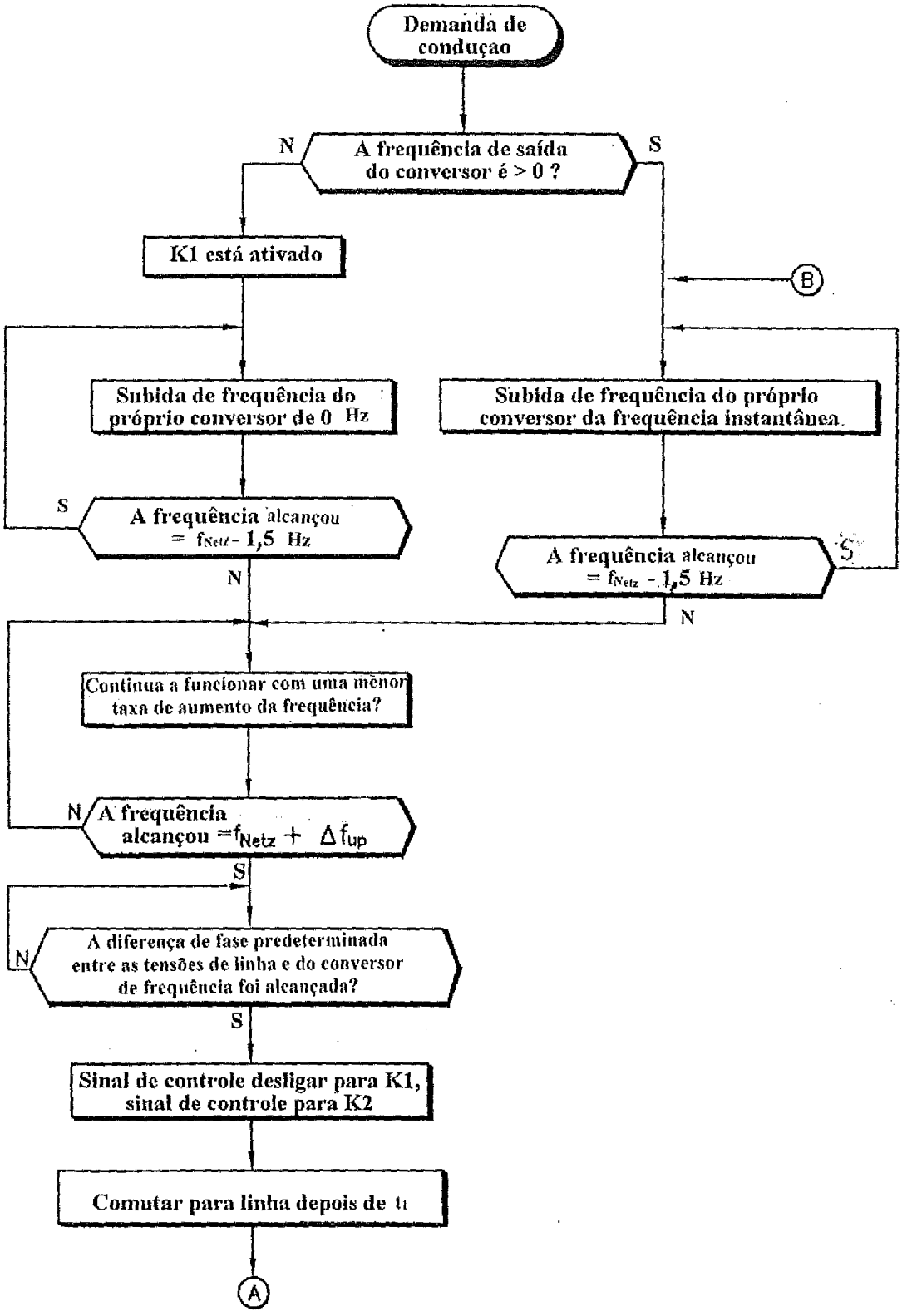
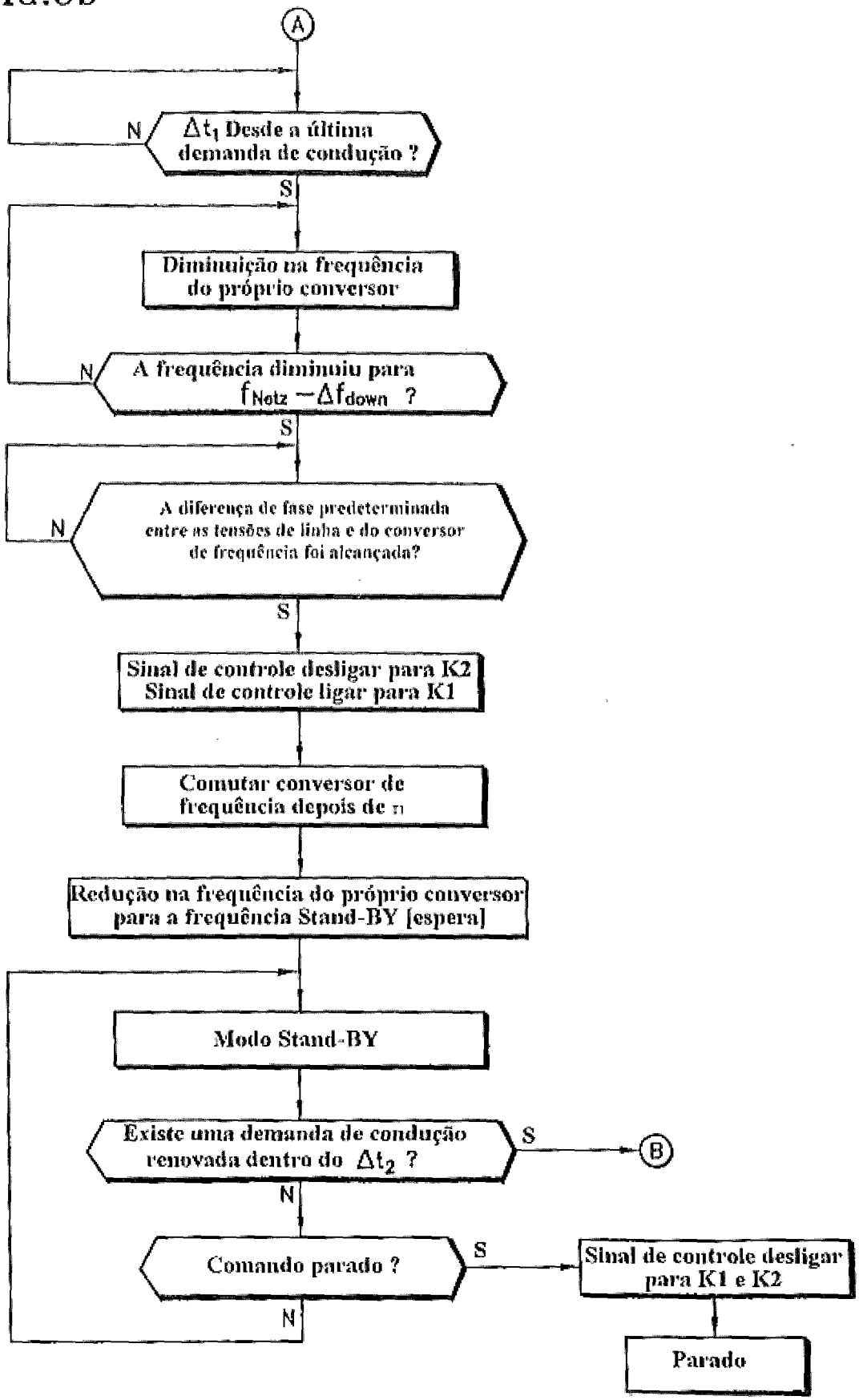

Demanda de conduçao
N
A frequência de saída do conversor é > 0 ?
S
K1 está ativado
B
Subida de frequência do próprio conversor de 0 Hz
Subida de frequência do próprio conversor da frequência instantânea
S
A frequência alcançou = fNetz - 1,5 Hz
A frequência alcançou = fNetz - 1,5 Hz
S
N
N
Continua a funcionar com uma menor taxa de aumento da frequência?
N
A frequência alcançou =fNetz + Δfup
S
N
A diferença de fase predeterminada entre as tensões de linha e do conversor de frequência foi alcançada?
S
Sinal de controle desligar para K1, sinal de controle para K2
Comutar para linha depois de t1
A

FIG.5b


A
N
Δt_1 Desde a última demanda de condução ?
S
Diminuição na frequência do próprio conversor
N
A frequência diminuiu para $f_{Netz} - \Delta f_{down}$?
S
N
A diferença de fase predeterminada entre as tensões de linha e do conversor de frequência foi alcançada?
S
Sinal de controle desligar para K2
Sinal de controle ligar para K1
Comutar conversor de frequência depois de n
Redução na frequência do próprio conversor para a frequência Stand-BY [espera]
Modo Stand-BY
Existe uma demanda de condução renovada dentro do Δt_2 ?
S
B
N
Comando parado ?
S
Sinal de controle desligar para K1 e K2
N
Parado

RESUMO

"MÉTODO E CONTROLADOR ELÉTRICO PARA O CONTROLE DO ACIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO TRANSPORTADORA"

Método de controlar o acionamento da instalação transportadora que compreende um motor de acionamento (26) e um conversor de frequência (42), cuja saída é ajustável, entre um modo de operação sob carga e um modo em vazio, na forma de uma escada rolante (10) ou uma calçada-móvel, onde: no modo de operação sob carga, o motor de acionamento (26) é suprido com uma tensão de linha numa frequência de linha essencialmente constante (f_{Netz}), e no modo em vazio, com uma tensão de saída do conversor de frequência (42); a tensão de linha e a tensão de saída do conversor de frequência são comparadas com relação à frequência e à posição de fase; tal conversor de frequência (42) é ajustado para uma frequência de saída que tem um espaçamento predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) a partir da frequência de linha (f_{Netz}); uma demanda para comutar modos é sinalizada por um gerador de sinal de condução (48); e no instante (t_1, t_4), depois de uma demanda para comutar modos ter sido sinalizada, quando a frequência de saída do conversor (42) tiver atingido o espaçamento de frequência predeterminado (Δf_{up}, Δf_{down}) da frequência de linha (f_{Netz}), e um espaçamento de fase predeterminado tiver sido atingido entre a tensão de saída do conversor de frequência e a frequência de linha (f_{Netz}), um sinal de comutação (*SP*) é emitido para comutar o motor de acionamento (26) entre o suprimento de conversor de frequência e o suprimento de linha.