



PI04053281
PI04053281

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

CARTA PATENTE Nº PI 0405328-1

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 0405328-1

(22) Data do Depósito: 25/11/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 19/07/2005

(51) Classificação Internacional: H01H 9/56; H01H 50/54

(30) Prioridade Unionista: 25/11/2003 US 10/707,187

(54) Título: SISTEMA CONTADOR MODULAR

(73) Titular: EATON CORPORATION, Sociedade Norte-Americana. Endereço: Eaton Center, Cleveland, Ohio 44114-2584, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: JAMES J. KINSELLA; XIN ZHOU; CHRISTOPHER J. WIELOCH; MICHAEL T. LITTLE

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 09/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 9 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



"SISTEMA CONTATOR MODULAR"

Antecedentes da invenção

[001] A presente invenção relaciona-se geralmente com um dispositivo de comutação elétrica, e mais particularmente, com um método e aparelho para fechar independentemente contadores de um conjunto contator modular.

[002] Tipicamente, contadores são usados em aplicações de dispositivo de partida para ligar/desligar uma carga bem como para proteger uma carga, tal como um motor, ou outros dispositivos elétricos de sobrecarga de corrente. Como tal, um contator típico terá três conjuntos de contatos; um conjunto de contatos para cada fase ou pólo de um dispositivo elétrico trifásico. Cada conjunto de contatos tipicamente inclui um par de contatos estacionários e um contato móvel. Um contato estacionário será um contato do lado de linha e o outro contato estacionário será um contato do lado da carga. O contato móvel é controlado por um conjunto atuador compreendendo um conjunto de armadura e imã que é energizado por uma bobina para mover o contato móvel para formar uma ponte entre os contatos estacionários. Quando o contato móvel é contactado com ambos contatos estacionários, corrente é permitida a viajar da fonte de energia ou linha até a carga ou dispositivo elétrico. Quando o contato móvel é separado dos contatos estacionários, um circuito aberto é criado e a linha e carga são eletricamente isoladas entre si.

[003] Geralmente, uma única bobina é usada para operar um portador comum para todos três conjuntos de contatos. Como um resultado, o contator é construído tal que sempre quando uma condição de falha ou comando para abrir interruptor for recebido em um pólo ou fase da entrada trifásica, todos os

conjuntos de contatos do contator são abertos em uníssono. Similarmente, quando um circuito fechado ou uma condição de condução for desejada, todos os conjuntos de contatos são controlados para fechar em uníssono. Simplesmente, os conjuntos de contatos são controlados como um grupo em oposição a serem controlados independentemente.

[004] Esta construção de contator tem algumas desvantagens, particularmente em aplicações de alta potência. Desde que haja um conjunto de contato para cada fase da entrada trifásica, os elementos de contato do conjunto de contato devem ser capazes de suportar condições de alta corrente ou se arriscam a se soldarem juntos sob condições de falha (alta corrente) ou de comutação anormal. Os contatos devem portanto ser fabricados de materiais compostos que resistam à soldagem. Estes materiais compostos podem ser caros e contribuem para custos de fabricação aumentados do contator. Outros contadores foram projetados com mecanismos de pressionamento complexos para regular o "explodir abertos" dos contatos sob condições de falha variáveis, mas os mecanismos de pressionamento também aumentam a complexidade e custo do contator. Alternativamente, melhorar a resistência do elemento de contato à soldagem sem implementação de compostos mais custosos pode requerer elementos de contato maiores. Contatos maiores provêm maior dissipação térmica e capacidade de carregar correntes. Aumentar o tamanho dos elementos de contato, entretanto, requer maiores mecanismos de atuação, bobinas, molas de pressionamento, e o similar, todos os quais levam a tamanho aumentado do produto e custos aumentados de fabricação.

[005] Adicionalmente, um contator onde todos os conjuntos

de contatos abrem em uníssono podem resultar em erosão de contato como um resultado de formação de arcos entre os contatos durante interrupção. Quando todos os conjuntos de contatos ou arranjos de contatos são controlados em uníssono, uma condição anormal, tal como uma condição de falha, em qualquer fase da entrada trifásica faz todos os conjuntos de contatos se interromperem abertos porque os conjuntos de contatos compartilham uma ponte ou travessa. Portanto, a interrupção aberta dos contatos de um conjunto de contatos faz os contatos dos outros conjuntos de contatos também se abrir. Como um resultado, os contatos podem abrir em condições de corrente não ideais. Por exemplo, o contator pode ser controlado tal que uma condição de falha seja detectada na primeira fase da entrada trifásica e os contatos do conjunto correspondente sejam controlados para abrir quando a corrente na primeira fase estiver em um cruzamento de zero. Uma vez que a segunda e terceira fases de uma entrada trifásica se atrasam da primeira fase por 120 e 240 graus, respectivamente, a interrupção aberta dos contatos para os conjuntos de contatos para a segunda e terceira fase na abertura dos contatos do conjunto de contatos da primeira fase faz o segundo e terceiro conjuntos de contatos abrir quando a corrente através dos contatos não for zero. Esta abertura não zero pode provocar formação de arco entre os elementos de contato do segundo e terceiro conjuntos de contatos provocando erosão de contato que pode levar a falha prematura do contator. Isto se mantém verdadeiro tanto para comutação anormal como registrado acima bem como para serviço normal.

[006] Esta construção controlada em uníssono também tem

desvantagens associadas com o fechamento de contatos para provocar condução de alta corrente de transiente entre uma fonte de energia e uma carga. O fechamento em uníssono de todos os contatos pode provocar oscilações de torque mecânico que são frequentemente negativas. Como um resultado, os enrolamentos de um motor bem como os componentes mecânicos do sistema são submetidos a tensões danificantes. Adicionalmente, o desconector de proteção do circuito do motor (disjuntor ou fusível) pode ter que ser superdimensionado para evitar desarme indesejado, ou "incômodo" por esta alta corrente transiente.

[007] Seria portanto desejável projetar um conjunto contator eletromagnético modular tendo múltiplos contatores que possam ser controlados independentemente tal que oscilações de torque negativo possam ser minimizadas. Seria adicionalmente desejável projetar tal conjunto contator modular onde cada contator seja construído de maneira tal a suportar altas correntes sob condições de falha sem complexidade e tamanho do contator aumentados.

Descrição resumida da invenção

[008] A presente invenção provê um método e aparelho para controlar independentemente contatores de um conjunto contator modular superando as desvantagens mencionadas anteriormente e provê um esquema de controle que é aplicável com os mesmos. O conjunto contator inclui um contator para cada fase ou pólo de um dispositivo elétrico. O conjunto contator é aplicável tanto a um dispositivo de comutação quanto a um dispositivo de isolação ou de proteção de carga. Como tal, cada contator é construído tal que cada um inclua múltiplos conjuntos de contatos. Além disso, os contatores

dentro de um único conjunto contator ou alojamento pode ser controlado independentemente tal que os contatos de um contator possam ser fechados sem fechar os contatos dos outros contatores no conjunto contator.

[009] Consequentemente, em um aspecto, a presente invenção inclui um método para controlar comutação de contator que inclui a etapa de monitorar tensão em um sistema elétrico tendo uma fonte de energia e uma carga. Pelo menos um primeiro contator de um conjunto multicontator é fechado em um primeiro ângulo de fase seguindo a um cruzamento de zero de tensão no sistema. Depois disto, um outro contator é fechado em um momento prescrito seguindo o fechamento do primeiro contator. Em um aspecto particular, todos os outros contatores são fechados no momento prescrito seguindo o fechamento do primeiro contator.

[0010] De acordo com um outro aspecto da presente invenção, um sistema contator modular inclui uma pluralidade de contatos estacionários e uma pluralidade de contatos móveis alojados dentro de um único conjunto contator. Uma pluralidade de conjuntos de atuação são providos e cada um dos quais está em associação operável com pelo menos um contato móvel. Um controlador está em associação operável com a pluralidade de conjuntos de atuação e está configurado para fazer menos que toda a pluralidade de contatos móveis contatar menos que todos os contatos estacionários quando uma sinal de comando de trajetória de circuito fechado for recebido.

[0011] De acordo com um outro aspecto da invenção, um controlador é provido para regular independentemente o fechamento de contatores de um conjunto contator modular. O

controlador é programado para transmitir um primeiro sinal para fechar contator para pelo menos um conjunto atuador para um par de contatores em um primeiro momento após um cruzamento de tensão zero precedente em um sistema elétrico de modo a fechar o par de contatores. O controlador é adicionalmente programado para transmitir um segundo sinal de fechar contator para um conjunto atuador para um terceiro contator em um segundo momento após o primeiro momento de modo a fechar o terceiro contator tal que oscilações de torque negativo no sistema elétrico sejam minimizadas.

[0012] Várias outras características, objetivos e vantagens da presente invenção serão tornadas aparentes a partir da descrição detalhada e dos desenhos seguintes.

Descrição resumida dos desenhos

[0013] Os desenhos ilustram uma configuração preferida presentemente contemplada para executar a invenção.

[0014] Nos desenhos:

[0015] A fig. 1 é uma vista em perspectiva de um conjunto contator modular de acordo com a presente invenção.

[0016] A fig. 2 é uma vista de corte transversal de um contator do conjunto contator modular tomado ao longo da linha 2-2 da fig. 1.

[0017] A fig. 3 é uma vista de corte transversal de um contator do conjunto contator modular tomado ao longo da linha 3-3 da fig. 1.

[0018] A fig. 4 é uma representação esquemática de um par de conjuntos contatores modulares de acordo com a presente invenção conectados a um dispositivo de partida suave.

[0019] A fig. 5 é uma representação esquemática de um

conjunto contator modular de acordo com um outro aspecto da presente invenção.

[0020] A fig. 6 é uma representação esquemática de um conjunto contator modular de acordo com a presente invenção como um controlador de motor.

[0021] A fig. 7 é um diagrama de fluxo estabelecendo as etapas de uma técnica para controlar independentemente contadores de um conjunto contator modular de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0022] A fig. 8 é um diagrama de fluxo estabelecendo as etapas de uma técnica para controlar independentemente contadores de um conjunto contator modular de acordo com um outro aspecto da presente invenção.

[0023] A fig. 9 é um diagrama de fluxo estabelecendo as etapas de uma técnica para controlar independentemente contadores de um conjunto contator modular de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0024] A fig. 10 é uma forma de onda para uma única fase de corrente durante a abertura de um contator de acordo com a presente invenção.

[0025] A fig. 11 é uma forma de onda para uma fase única de corrente durante fechamento de um contator de acordo com a presente invenção.

[0026] A fig. 12 é um diagrama de fluxo estabelecendo as etapas de uma técnica para controlar independentemente o fechamento de contadores de um conjunto contator modular de acordo com uma configuração adicional da invenção.

[0027] A fig. 13 é um diagrama de fluxo estabelecendo as etapas de uma outra técnica para controlar independentemente o fechamento de contadores de um conjunto contator modular de

acordo com uma configuração adicional da invenção.

Descrição detalhada das configurações preferidas

[0028] A presente invenção será descrita com relação a um conjunto contator eletromagnético para uso em aplicações de dispositivo de partida tais como, ligar e desligar uma carga bem como proteger uma carga, tal como um motor, de sobrecarga de corrente. O conjunto contator eletromagnético e controles da presente invenção são equivalentemente aplicáveis a conjuntos contatores de carga de aquecimento, conjuntos contatores modulares sob demanda, conjuntos contatores de estrutura grande modulares, e o similar. A presente invenção também é aplicável com outros tipos de conjuntos contatores onde é desejável reduzir erosão de contato resultante de arcos durante a interrupção e arcos saltitantes durante a produção dos contatos. Adicionalmente, a presente invenção será descrita com relação à implementação com um dispositivo elétrico trifásico; entretanto, a presente invenção é equivalentemente aplicável com outros dispositivos elétricos.

[0029] Referindo-se agora à fig. 1, um conjunto contator modular 10 é mostrado em vista em perspectiva. O conjunto contator modular 10 inclui os contatores eletromagnéticos 12A-C para um sistema elétrico trifásico. Cada contator 12A-C é projetado para comutar corrente para um motor ou outro dispositivo elétrico. Na configuração mostrada, os contatores 12A-C são montados na placa 11 configurada para suportar cada um dos contatores bem como uma tampa opcional (não mostrada). Na configuração ilustrada, cada um dos contatores 12A-C do conjunto contator 10 é conectado a um relé de sobrecarga 13A-C para uso em um dispositivo de partida que opera em aplicações de controle industrial, tais como controle de

motor. O conjunto 10 poderia equivalentemente ser implementado sem os relés 13A-C para outras aplicações. As aberturas 14A-C localizadas em cada relé 13A-C, respectivamente, facilitam a conexão elétrica de fios terminais ao conjunto contator. Uma vez que cada contator/relé de sobrecarga inclui três aberturas; uma placa coletora pode incluir terminais em linguetas ou anéis para o usuário final conectar fios ao conjunto. Como será descrito em maiores detalhes abaixo, esta conexão em três vias para cada fase é benéfica sob condições de falha uma vez que a corrente para cada fase A-C pode ser distribuída uniformemente dentro de cada conector para auxiliar a minimizar a formação de arco de contato e erosão de contato, especialmente na produção. Cada contator 12A-C inclui uma tampa superior 16A-C que é presa à estrutura do contator via parafusos 18A-C. Cada relé 13A-C também inclui uma tampa 20A-C que é encaixada à estrutura do relé e é articulada para permitir acesso a um potenciômetro de ajuste de FLA (não mostrado). Cada relé 13A-C inclui um botão de rearme 22A-C.

[0030] Referindo-se à fig. 2, uma vista de seção transversal longitudinal de um dos contatores 12A-C do conjunto contator modular 10 tomada ao longo da linha 2-2 da fig. 1 é mostrada (sem o relé de sobrecarga 13A-C da figura 1). Especificamente, o contator 12A é mostrado em corte transversal mas uma vista da seção transversal dos contatores 12B ou 12C seria similar. O contator 12A é mostrado em posição normalmente aberta antes da energização de uma bobina eletromagnética 24 com os contatos 26, 28 separados e abertos. A bobina 24 é presa pelo alojamento de contator 30 e é projetada para receber uma fonte de energia ou um pulso de

partida em ou acima de um limite de energia de ativação que extrai a armadura 32 para dentro do conjunto de imã 35. Os contatos 28, que são forçados por mola 34 contra os contatos estacionários 26, estão agora posicionados para fechar sobre os contatos estacionários 26 e provêem uma trajetória de corrente. Após energização da bobina 24, uma segunda fonte de energia em ou acima de um limite de energia de retenção reduzido da bobina 24 é provida para a bobina e mantém a posição da armadura 32 em relação ao conjunto de imã 35 até que removida ou que uma corrente de falha alta ocorra superando assim o limite de energia reduzido para desengatar a armadura do conjunto de imã fazendo a separação dos contatos, como será descrito em maiores detalhes aqui a seguir.

[0031] O conjunto de imã 35 consiste de uma coluna de imã 36 firmemente presa à estrutura de imã 86. A coluna de imã 36, estrutura de imã 86 e armadura 32 são tipicamente membros de ferro sólidos. A bobina 24 inclui um carretel de plástico moldado enrolado com fio magnético de cobre e é posicionada centralmente sobre a coluna de imã 36 e dentro da estrutura de imã 86. Preferivelmente, a bobina 24 é acionada por corrente contínua e é controlada por modulação de largura de pulso para limitar corrente e reduzir geração de calor na bobina. Quando energizado, o conjunto de imã 35 atrai a armadura 32 que está conectada a um portador de contato móvel 39. O portador de contato móvel 39 junto com a armadura 32 é guiado contra o conjunto de imã 35 com o pino guia 40 e paredes 46, 48 do alojamento moldado 30.

[0032] O pino guia 40 é encaixado por pressão ou ligado firmemente dentro da armadura 32 a qual é ligada ao portador

de contato móvel 39. O pino guia 40 é deslizável ao longo da superfície guia 42 dentro do conjunto de imã 35. O único pino guia 40 é disposto centralmente e é utilizado para prover uma trajetória suave e uniforme para a armadura 32 e portador de contato móvel 39 à medida que ele viaja de e para o conjunto de imã 35. O portador de contato móvel 39 é guiado em sua extremidade superior 44 pelas paredes internas 46, 48 no alojamento de contator 30. O pino guia 40 é parcialmente encerrado por um mecanismo pressionador de armadura ou uma mola resiliente de retorno de armadura 50, a qual é comprimida à medida que o portador de contato móvel 39 se move no sentido do conjunto de imã 35. A mola de retorno de armadura 50 é posicionada entre a coluna de imã 36 e a armadura 32 para pressionar o portador de contato móvel 39 e armadura 32 para longe do conjunto de imã 35. Um par de batentes de ponte de contato 52 limitam o movimento da ponte de contato 54 no sentido das proteções de arco 56 durante um evento de corrente de falha alta. A combinação do pino guia 40 e da mola de retorno de armadura 50 promove movimento uniforme para baixo do portador de contato móvel 39 e auxilia a impedir a inclinação ou travamento de janela que pode ocorrer durante fechamento de contato. Quando o portador de contato móvel 39, junto com a armadura 32, é atraído no sentido do conjunto de imã energizado 35, a armadura 32 exerce uma força de compressão contra a mola resiliente de retorno de armadura 50. Junto com o pino guia 40, o portador de contato móvel 39 e a armadura 32 viajam ao longo da superfície guia 42 para prover uma trajetória de percurso substancialmente uniforme para o portador de contato móvel 39. Três pares de linguetas de torcer 58 são providas por

contator e são usadas para prender fios terminais ao contator. Alternativamente, uma barra coletora contendo contatos estacionários (não mostrados) pode ser usada como uma base para a conexão de fio do usuário final quer por terminais de anéis ou terminal apropriadamente dimensionado.

[0033] Referindo-se à fig. 3, uma vista de seção transversal lateral do contator 12A é representada na posição operacional normalmente aberta antes da energização da bobina eletromagnética 24. Inicialmente, a armadura 32 é pressionada pela mola resiliente de retorno de armadura 50 para longe do conjunto de ímã 35 contra os batentes de alojamento 60 resultando em uma separação entre a armadura e o núcleo. O conjunto portador de contato 35 devido ao mecanismo pressionador de armadura 50 que cria uma separação entre os contatos móveis 28 e os contatos estacionários 26 impede o fluxo de corrente elétrica através dos contatos 26, 28. As molas de pressão 34 são conectadas a uma superfície superior 62 do contato móvel 64 e são estendidas tal que um espaço máximo 63 resulte entre o topo da mola e o contato móvel 64.

[0034] Referindo-se agora à fig. 4, um par de conjuntos de contadores modulares 66 e 68 é mostrado como dispositivos de isolamento conectados a um dispositivo de partida suave 70. O conjunto contator 66 inclui, em uma aplicação trifásica, três contadores 72A, 72B, 72C que carregam energia de uma fonte de energia de linha 74 via as linhas A, B e C respectivamente. Similarmente, o conjunto contator 68 também inclui três contadores 76A, 76B, 76C para uma carga trifásica 78. Como ilustrado, existem três contadores dentro de um único conjunto contator antes e depois do dispositivo de partida suave. Os conjuntos contadores 66 e 68 são projetados para

prover isolação galvânica para o dispositivo de partida suave "interrompendo abertos" independentemente seus contatores após o dispositivo de partida suave interinterromper o circuito, ou no caso de um SCR em curto no dispositivo de partida suave, interinterrompendo a carga por si próprio (condição de falha). Cada contator do conjunto contator 66, 68 inclui múltiplos contatos. Preferivelmente, cada contator inclui três conjuntos de contatos e cada conjunto de contatos inclui um contato do lado de linha, um contato do lado da carga e um contato de conexão ou ponte para conectar os contatos de lado de linha e de carga entre si. Por exemplo, os contatos de ponte podem ser contatos móveis tais como aqueles descritos anteriormente.

[0035] O controlador 80 é conectado a um conjunto atuador (não mostrado) em cada contator que é arranjado para mover os conjuntos de contatos de cada contator em uníssono entre uma posição aberta e fechada. Cada conjunto atuador compreende uma bobina, armadura, e componentes magnéticos para efetuar a "interrupção" e "produção" dos contatos, como foi descrito acima. O Controlador 80 é projetado para transmitir sinais de controle para os conjuntos atuadores para regular independentemente a operação dos contatores. O controlador dispara os conjuntos atuadores baseado em dados de corrente recebidos de uma unidade de sensor de corrente 82, que na configuração mostrada na fig. 4, é construída para adquirir dados de corrente de uma primeira fase ou pólo A da entrada de linha trifásica. Embora a unidade de sensor de corrente 82 seja mostrada para adquirir dados de corrente da primeira fase ou pólo A, a unidade de sensor de corrente 82 poderia estar associada com a segunda ou terceira fases ou pólos B e

C da entrada de linha trifásica.

[0036] Uma vez que cada contator 72A-C e 76A-C tem seu próprio conjunto atuador, cada contator pode ser independentemente aberto e fechado. Esta independência permite um contator ser aberto sem abrir os contadores restantes do conjunto contator modular. Por exemplo, um primeiro contator 72A, 76A pode ser aberto e os contadores restantes 72B-C, 76B-C podem ser controlados para não abrir até que os contatos do primeiro contator 72A, 76A tenham sido liberados. Este atraso e subsequente abertura de contator reduz a erosão de arco dos contatos dos contadores abertos subsequentemente uma vez que cada contator pode ser controlado para abrir quando a fase para aquele contator estiver em ou próxima de um ponto de corrente zero. Assim, o tempo de formação de arco está em um mínimo. Como descrito acima, cada contator 72A-C, 76A-C inclui três conjuntos de contatos 84A-C, 86A-C. Cada conjunto de contatos é constituído de contatos móveis e contatos estacionários. Os conjuntos de contatos dentro de cada contator são construídos para abrir em uníssono e são portanto controlados por uma barra coletora ou ponte comum. Como tal, os conjuntos de contatos dentro de um único contator operam em uníssono, mas os contadores são assincronamente ou independentemente operados um em relação a outro. Como será descrito abaixo, o controlador 80 é conectado aos contadores 72A e 76A diretamente mas é conectado aos contadores 72B-C e 76B-C em paralelo. Como tal, os contadores 72B-C e 76B-C podem ser controlados simultaneamente.

[0037] Referindo-se agora à fig. 5, o conjunto contator 88 pode ser implementado como um dispositivo de comutação para

controlar e proteger uma carga 89 conectada ao mesmo. O conjunto contator 88 inclui três contatores 90A-C. O número de contatores coincide com o número de fases da entrada de linha 92 bem como carga 89. Portanto, no exemplo da fig. 5, um contator é provido para cada fase da linha trifásica 92 e carga 89. Cada contator 90A-C inclui três conjuntos de contatos 94A-C. Cada conjunto 94A-C inclui múltiplos contatos do lado de linha 96A-C e múltiplos contatos do lado de carga 98A-C. Cada contator inclui um conjunto atuador 100A-C que é conectado a e controlado por um controlador 102. O controlador 102 controla a interrupção e produção dos contatos de cada contator disparando o conjunto atuador no contator baseado em dados de falha recebidos dos transdutores 104A-C. Alternativamente, a interrupção e produção dos contatos pode ser controlada por um controle dominante ou interruptor 106.

[0038] O sincronismo da interrupção de cada contator é determinado baseado em dados de corrente recebidos dos transdutores 104A-C. Em um ambiente de entrada trifásica, três transdutores 104A, 104B e 104C são usados. Implementando um transdutor para cada fase, cada contator pode ser identificado como o contator de "primeiro" pólo, como será descrito em maiores detalhes abaixo. Reciprocamente, somente um transdutor pode ser implementado para coletar dados de corrente de uma fase e o contator correspondente àquela fase seria considerado o contator de "primeiro" pólo. Entretanto, qualquer contator pode ser o contator de "primeiro" pólo.

[0039] Referindo-se agora à fig. 6, um conjunto contator 108 é mostrado em uma típica configuração de aplicação de controle de motor entre uma fonte de linha de energia 110 e

um motor trifásico 112. O conjunto contator 108 é um conjunto contator modular e inclui quatro contatores 114A, A, B, C similar aos contatores descritos até aqui. Cada contator 114A-C inclui uma coleção de conjuntos de contatos 116A-C. Especificamente, cada conjunto de contatos inclui uma coleção de contatos de lado de linha 118A-C e contatos de lado de carga 120A-C. Cada contator também inclui um conjunto atuador 122A-C que parte e produz os conjuntos de contatos de cada respectivo contator em uníssono. Entretanto, uma vez que cada contator tem seu próprio conjunto atuador, os contatores podem ser controlados independentemente.

[0040] Conectado a cada conjunto atuador e construído para controlar independentemente os contatores está o controlador 124. O controlador 124 abre e fecha cada contator baseado na fase correspondente A-C do contator cruzar um valor de corrente ou valor de tensão particular. Em uma configuração, cada contator é controlado para abrir quando a corrente na fase correspondente for aproximadamente zero. A abertura dos contatos do contator em ou próximo de uma corrente zero reduz a probabilidade de erosão de arco entre os contatos do contator. Entretanto, o controlador 124 pode ser configurado para abrir independentemente os contatores baseado na corrente na fase correspondente alcançar/cruzar um valor não zero particular. Os dados de corrente são adquiridos por pelo menos um sensor de corrente (não mostrado) conectado entre a linha 110 e os contatores 114A-C.

[0041] Ainda referindo-se à fig. 6, os contatores 114A e 114A são mostrados como sendo conectados serialmente um ao outro. Esta configuração tem um número de vantagens, particularmente para aplicações de alta tensão (isto é,

maiores que 600 V.). Conectar dois contadores em série e projetar os dois contadores como os primeiros contadores a abrir quando uma falha for detectada ou comando para abrir for emitido permite os dois contadores 114A, A conectados serialmente compartilhar alta tensão de energia de comutação. Como um resultado, mais energia é dissipada nos contadores 114A, A reduzindo assim o fardo de absorção de energia dos contadores 114B, C. Adicionalmente, uma vez que os contadores 114A, A também são conectados ao controlador em paralelo entre si, o controlador pode fazer os contadores 114A, A abrir simultaneamente. Isto resulta em uma maior tensão de arco sendo gerada pelos quatro arcos em oposição a um sistema de interrupção dupla convencional e reduz a erosão por corrente e contato. As múltiplas folgas de contato também reduzem a probabilidade de re-ignições após zero de corrente.

[0042] A configuração ilustrada na fig. 6 mostra uma configuração da presente invenção; entretanto, configurações adicionais não mostradas são contempladas e estão dentro do escopo desta invenção. Em aplicações intermitentes, três coleções de dois contadores conectados serialmente podem ser dispostos em paralelo e controladas independentemente.

[0043] Como registrado acima, o conjunto contator modular inclui múltiplos contadores que são abertos independentemente por um mecanismo atuador controlado por um controlador baseado em dados correntes adquiridos de um ou mais sensores de corrente. Uma vez que os contadores têm um único conjunto atuador, os contadores podem ser controlados de acordo com um número de técnicas ou algoritmos de controle. Alguns destes esquemas de controle serão descritos com relação às figs. 7-9.

[0044] Referindo-se à fig. 7, as etapas de uma técnica de ou algoritmo de controle para um conjunto contator modular de acordo com a presente invenção são mostradas. As etapas executadas de acordo com a técnica 126 são equivalentemente aplicáveis com um contator de isolação modular, um contator de carga de aquecimento modular, um contator de comutação sob demanda, e o similar. As etapas começam em 128 com a identificação que uma condição aberta é desejada 130. A identificação de uma condição aberta desejada pode ser o resultado de quer um comando para abrir interruptor dedicado ou um sinal de indicador de falha indicando que uma condição de falha está presente e pelo menos um contator deve ser aberto. Se uma condição aberta não é desejada 130, 132, a técnica recicla até que uma condição aberta seja desejada 134. Quando uma condição aberta é desejada 130, 134, a corrente em uma fase da energia de entrada é monitorada em 136 usando um sensor de corrente. Corrente é monitorada para determinar quando uma condição de corrente específica 138 ocorre. Até que a condição de corrente ocorra 138, 140, a corrente na fase é monitorada. Uma vez que a condição de corrente ocorre 138, 142, uma etapa de espera 144 é empreendida.

[0045] A condição de corrente, em uma configuração, é uma corrente zero na fase monitorada da entrada trifásica. A etapa de espera 144 é um retardo de tempo e é baseada no tempo requerido a partir do conjunto atuador receber o sinal de abrir interruptor até a real separação de contatos do contator correspondente. Após o retardo de tempo ter expirado 144, um sinal de abrir interruptor ou disjuntor é enviado para o conjunto atuador para um único contator na etapa 146.

Os múltiplos conjuntos de contatos para o contator são então provocados a abrir e, como tal, um circuito aberto é criado entre a linha e carga para a fase correspondente da entrada trifásica.

[0046] Após o único contator ser aberto na etapa 146, uma etapa de espera 148 é novamente empreendida. O período de espera na etapa 148 é de duração suficiente para garantir que o único contator tenha aberto antes que os contadores remanescentes do conjunto contator sejam abertos em 150. Preferivelmente, os contatos do único contator são abertos um ou dois milissegundos antes de corrente zero. Após os contadores restantes serem abertos na etapa 150, todos os contadores são abertos e um circuito aberto entre a linha e a carga é criado 152.

[0047] Referindo-se agora à fig. 8, uma outra técnica 154 para controlar contadores modulares em um único conjunto contator começa na etapa 156, e espera um desejado comando para comutar aberto ou de falha na etapa 158. Se uma condição aberta não é desejada 158, 160, a técnica 154 recicla até que uma condição aberta seja desejada 158, 162. Quando uma condição aberta é desejada, corrente em cada fase do sinal de entrada trifásica é monitorada em 164. Como tal, a técnica 154 é particularmente aplicável com um conjunto contator modular dedicado para comutação controlada onde cada fase tem um sensor de corrente ou transdutor dedicado, similar àquele descrito com relação à fig. 5.

[0048] Corrente é monitorada em cada fase para determinar quando uma condição de corrente naquela fase ocorre 166. O monitoramento continua até que a corrente na fase cruze um ponto ou valor específico 166, 168. A condição de corrente é

preferivelmente definida como a próxima corrente zero na fase seguindo a recepção do sinal de comutação ou indicador de falha. Entretanto, a condição de corrente também pode ser qualquer ponto não zero na onda de corrente. Uma vez que a condição de corrente seja identificada em uma única fase 166, 170, a técnica 154 passa por uma etapa de espera ou de retenção 172. O período de tempo da etapa de espera 172 é um tempo de retardo baseado no tempo requerido a partir de um conjunto atuador receber um sinal de contator aberto para aquele contator até a real abertura dos contatos no contator. Uma vez que o tempo de retardo tenha expirado, o contator para a fase na qual a condição de corrente zero foi identificada é aberto na etapa 174. Preferivelmente, os conjuntos de contatos do contator são abertos em uníssono um a dois milissegundos antes do próximo zero de corrente na fase correspondente ao mesmo.

[0049] Uma vez que o contator está aberto 174, uma determinação é feita quanto a se existem contatores adicionais que não estão abertos 176. Se existirem 176, 178, a técnica 154 retorna para a etapa 162 onde corrente é monitorada nas fases dos contatores fechados. Como tal, cada contator é aberto independentemente com relação aos outros. Devido à segunda e terceira corrente de fase terem o mesmo ângulo de fase após a primeira fase estar terminada, os contatores nas últimas duas fases abrirão simultaneamente. Uma vez que todos os contatores estejam abertos 176, 180, o processo conclui na etapa 100 com todos os contatores estando em um estado aberto ou interrompido.

[0050] Referindo-se agora à fig. 9, uma técnica ou processo 184 particularmente aplicável a controlar

independentemente contadores de um conjunto contator de isolamento modular começa em 186, e na etapa 188 um comando de comutação ou de falha indicativo de uma condição aberta desejada é identificado. Se uma condição aberta não for desejada 188, 190, o processo recicla até que tal comando seja recebido. A falha em receber tal comando é indicativa de um desejo de uma conexão elétrica continuada entre uma linha e uma carga. Uma vez que um sinal ou comando indicador de comutação ou de falha seja recebido 188, 192, corrente é monitorada usando um sensor de corrente em uma fase de um sinal de entrada trifásica. Qualquer fase de uma entrada trifásica pode ser monitorada, mas, preferivelmente, somente uma fase é, de fato, monitorada. A corrente na fase é monitorada para determinar quando uma condição especificada de corrente ocorre 114. Preferivelmente, a condição de corrente é definida como um sinal de zero de corrente sendo recebido do sensor de corrente baseado na fase monitorada cruzar um ponto de zero de corrente. Entretanto, um ponto não zero no sinal de corrente também pode ser considerado a condição de corrente especificada. Se uma condição de corrente não é recebida 196, 198, o processo continua monitorando corrente na fase selecionada. Uma vez que a condição de corrente ocorra e seja identificada pelo controlador 196, 200, o processo implementa uma etapa de espera 202 antes que o controlador transmita um sinal para abrir disjuntor para um conjunto atuador para o único contator correspondente à fase monitorada. O período de espera ou de retardo é baseado em um intervalo de tempo requerido a partir do conjunto atuador receber o sinal até a interrupção aberta do correspondente contator.

[0051] Uma vez que o tempo de retardo tenha expirado 202, o contator correspondente à fase monitorada é aberto em 204. Preferivelmente, o contator é interrompido em um ponto um a dois milissegundos antes do próximo zero de corrente na fase correspondente. Na etapa 206, o processo espera até que os múltiplos contatos tenham aberto antes de abrir os contadores restantes na etapa 208. Preferivelmente, os contadores restantes são abertos simultaneamente. Por exemplo, em um ambiente trifásico, um contator de primeiro pólo seria aberto e subsequente ao mesmo os contadores para o segundo e terceiro pólos, respectivamente, seriam simultaneamente abertos por seus respectivos conjuntos atuadores. Uma vez que todos os contadores estejam abertos, a linha e a carga são isoladas entre si e o processo termina 210.

[0052] A presente invenção foi descrita com relação a interromper independentemente contadores de um conjunto contator modular. Entretanto, existe um número de vantagens da presente invenção com relação à produção ou fechamento de contadores controlados independentemente. Comutação ou controle de Ponto-em-Onda (POW) é particularmente vantajoso com o conjunto contator modular da presente invenção. Comutação POW também permite os contatos de um contator serem fechados baseado em dados de tensão adquiridos de um sensor de tensão e serem abertos baseado em dados de corrente adquiridos de um sensor de corrente. Comutação POW reduz erosão de contato e, portanto, melhora comutação de contato interrompendo abertos os contatos do contator de maneira tal a minimizar ou impedir um arco de ser formado entre os contatos. Para fechamento dos contatos, comutação POW também é benéfica para reduzir oscilações de torque negativo no

motor (carga) fechando os contatos em pontos precisos de tensão.

[0053] Referindo-se agora à fig. 10, uma forma de onda de corrente senoidal típica 212 para uma única fase de um sinal de energia trifásica é mostrada. O valor da corrente varia ao longo de cada ponto da forma de onda a partir de um valor de corrente negativa máxima 214 até um valor de corrente positiva máxima 216. Entre sucessivos valores mínimos (ou valores máximos), a forma de onda cruza um ponto zero 218. No ponto 218, a corrente para a fase correspondente sendo aplicada à carga está em ou próxima de um mínimo. Como discutido acima, é desejável abrir um contator quando a forma de onda de corrente estiver em ou próxima ao ponto 218 para reduzir um arco sendo formado entre os contatos do contator.

[0054] A forma de onda 212 é geralmente constante à medida que energia é fornecida à carga. Variações em magnitude, frequência e fase ocorrerão com o tempo, mas a forma de onda 212 é geralmente constante. De acordo com um aspecto da presente invenção, quando uma condição aberta é desejada, um comando de comutação ou sinal indicador de falha 220 é recebido. Na fig. 10, o sinal de comutação é mostrado em relação à forma de onda de corrente e corresponde a quando a forma de onda está no ponto 214. Entretanto, isto é para propósitos ilustrativos somente e o sinal de comutação ou de abrir pode ser recebido em qualquer ponto na série contínua de corrente. Se os contatos fossem abertos no momento que a condição aberta foi desejada (sinal de comutação recebido), a magnitude da corrente naquele ponto estaria em ou próxima de um máximo. Isto aumentaria o tempo de arco de interrupção e subsequente erosão de contato. Portanto, o controlador

retarda a abertura do contator por um intervalo t_d . No ponto 222 os contatos do contator são abertos. Uma condição de circuito aberto entre a linha e a carga para aquela fase não ocorre imediatamente. Existe um período Δt entre a separação dos contatos e uma condição de circuito aberto. Em Δt , a curta duração do arco de interrupção ocorre e auxilia a minimizar erosão de contato e a impedir re-ignição após zero de corrente, como foi discutido acima. No ponto 226 na forma de onda, o contator é aberto e uma condição aberta entre a linha e a carga é conseguida.

[0055] A comutação de ponto-em-onda é uma vantagem da presente invenção. O propósito de fechamento de ponto-em-onda é minimizar o componente assimétrico na produção de correntes de forma a reduzir oscilações de torque negativo em um motor (carga) bem como para minimizar erosão de arco saltante e soldagem de contatos. Referindo-se agora à fig. 11, uma seleção de formas de onda de tensão e de corrente 228, 229, respectivamente, para uma única fase de um sinal de energia trifásica é mostrada para ilustrar a "produção" ou fechamento de um contator de acordo com a presente invenção. O designado 1º pólo a fechar não necessita "produzir" em qualquer ângulo de fase específico da tensão do sistema uma vez que não existirá fluxo de corrente através do contator. O 2º e 3º pólos, entretanto, fecham em um ponto específico na forma de onda de tensão para reduzir corrente de transiente alta e as oscilações de torque negativo resultantes. A produção dos contatos em cada um dos 2º e 3º contatores é baseada em pelo menos um valor de dado de tensão de um sensor de tensão, e no exemplo ilustrado, um sinal de contator fechado é recebido no ponto 230 na forma de onda. Um período de retardo t_d é

observado no qual somente depois o primeiro contator de pólo é fechado. Depois do retardo de tempo ter passado, os contatos de um segundo contator são fechados no ponto 232 o qual está preferivelmente dentro de um ângulo de fase de 65 a 90 graus da tensão do sistema dependendo do fator de potência da carga. A formação de arco devido a salto de contatos também pode ser minimizada ou eliminada usando múltiplos conjuntos de contatos em cada contator. Reduzir arco de salto 234 é vantajoso uma vez que ele também leva à erosão de contatos e soldagem de contatos. Controlar quando os contatos são fechados também reduz oscilações de torque negativo no motor.

[0056] As etapas de uma técnica ou processo de "produzir" ou fechar contatores independentemente de um conjunto modular ou multicontator estão registradas na fig. 12. A técnica 236 começa em 238 com um comando de comutação sendo enviado do controlador para o conjunto ou conjuntos atuadores para o designado contator de primeiro pólo 238. Como registrado acima, o designado contator de primeiro pólo pode ser fechado independente do ângulo de fase específico da tensão do sistema porque não há corrente fluindo através do contator antes de seu fechamento. Baseado no comando de comutação, o conjunto atuador para o designado contator de primeiro pólo faz os contatos dentro do contator fechar em 240. Deve ser notado que a presente técnica 236 pode ser implementada com um contator tendo um único conjunto atuador ou mais que um conjunto atuador. Adicionalmente, embora seja preferido que cada contator inclua múltiplos conjuntos de contatos, a presente técnica 236 pode ser implementada com um contator tendo um único conjunto de contatos.

[0057] Após o designado contator de primeiro pólo ter fechado 240, um ângulo de fase definido da tensão do sistema na fase correspondente a um contator de não primeiro pólo é monitorado em 242. Monitorando a fase em um contator de não primeiro pólo, o contator de não primeiro pólo pode ser fechado em um ponto especificado na forma de onda. Um sinal indicativo do ângulo de fase definido na tensão do sistema correspondente ao contator de não primeiro pólo é transmitido para o controlador em 244. O sinal de ângulo de fase definido pode ser transmitido de um sensor de tensão ou de outro dispositivo de detecção ou sensor. Mediante o recebimento do sinal de ângulo de fase definido, o controlador espera até a expiração de um tempo de retardo em 246. O tempo de retardo, como discutido anteriormente, é baseado na quantidade de tempo requerida a partir dos conjuntos atuadores de um contator receber um sinal de comutação até o fechamento dos contatos em um contator. Com a expiração do tempo de retardo, o controlador envia um sinal de contato fechado para os conjuntos atuadores do contator de não primeiro pólo 248 fazendo assim os contatos do contator de não primeiro pólo fechar em 250. Como registrado acima, o contator de não primeiro pólo é preferivelmente fechado entre aproximadamente 65 graus até aproximadamente 90 graus do ângulo de fase da tensão do sistema dependendo do fator de potência da carga.

[0058] Após o contator de não primeiro pólo ser fechado em 250, uma determinação é feita quanto a se contatores adicionais permanecem abertos em 252. Se todos os contatores não tiverem sido fechados 252, 254, a técnica ou processo retorna para a etapa 242 e executa as etapas ou funções descritas anteriormente. Entretanto, se todos os contatores

do conjunto contator tiverem fechado 252, 256, a técnica 236 termina em 258 com corrente fluindo através de cada um dos contadores. Preferivelmente, na conclusão da técnica 236, o controlador implementa uma das técnicas ou processos descritos anteriormente com relação às figs. 7, 8 ou 9 para controlar independentemente a abertura dos contadores do conjunto contator quando uma condição aberta for desejada.

[0059] Referindo-se agora à fig. 13, as etapas de uma técnica ou processo alternativo para controlar independentemente o fechamento de contadores de um conjunto contator modular de modo tal a minimizar alta corrente de transiente e as oscilações de torque negativo resultantes estão registradas. A técnica 260 é aplicável com uma fonte de energia trifásica e pode ser usada com um conjunto contator tendo três contadores de pólo único independentes ou, alternativamente, um contator bipolar e um contator de pólo único preferivelmente alojados dentro de um único alojamento de conjunto contator. A técnica 260 começa em 262, e em 264, a tensão em um sinal de energia CA é monitorada. O sinal de energia CA pode ser emitido de uma fonte de linha de utilidade ou outro tipo de fonte de energia, tal como fontes de energia acionadas por motor. Monitorando tensão na fonte de energia, o fechamento de ponto-em-onda preciso de contadores pode ser conseguido. Isto é, tensão do sinal de energia é monitorada para determinar um ponto de cruzamento de zero. Um par de contadores são então levados a ser fechados por um conjunto atuador comum, ou separados, em uma fase especificada, preferivelmente, aproximadamente sessenta graus após o ponto de cruzamento de zero 266. Após o par de contadores ser fechado, a tensão no sinal de energia é

novamente monitorada em 268 tal que um terceiro contator possa ser levado a fechar em um momento prescrito 270. Preferivelmente, o momento prescrito é aproximadamente noventa graus após o fechamento do par de contatores. Retardar o fechamento do terceiro contator até após o fechamento do terceiro contator reduz oscilações de torque negativo no sistema reduzindo assim tensão no sistema.

[0060] A presente invenção foi descrita com relação à comutação do designado primeiro pólo onde o contator para um pólo ou fase de uma entrada ou carga trifásica é interrompido ou aberto antes que os contatores restantes sejam abertos. Uma vantagem desta construção é que qualquer contator pode ser designado o contator de "primeiro" pólo. Adicionalmente, esta designação pode ser seletivamente mudada tal que a designação de "primeiro" pólo seja rodada entre todos os contatores. Girar a designação de "primeiro" pólo entre os contatores homogeneíza a erosão de contato entre os contatores conseguindo assim operação constante e consistente dos contatores. A designação da rotação pode ser feita automaticamente programando o controlador para mudar a designação após um número especificado de eventos de produção e interrupção ou manualmente mudando a ordem que os fios terminais são conectados ao conjunto contator.

[0061] Consequentemente, em uma configuração, a presente invenção inclui um método para controlar a comutação de contator que inclui a etapa de monitorar a tensão em um sistema elétrico tendo uma fonte de energia e uma carga. Pelo menos um primeiro contator de um conjunto multicontator é fechado em um primeiro ângulo de fase seguindo um cruzamento de zero de tensão no sistema. Depois disto, um outro contator

é fechado em um momento prescrito seguindo a fechamento do primeiro contator.

[0062] De acordo com uma outra configuração da presente invenção, um sistema contator modular inclui uma pluralidade de contatos estacionários e uma pluralidade de contatos móveis alojados dentro de um único conjunto contator. Uma pluralidade de conjuntos atuadores são providos e cada um dos quais está em associação operável com pelo menos um contato móvel. Um controlador está em associação operável com a pluralidade de conjuntos atuadores e está configurado para fazer com que menos que toda a pluralidade de contatos móveis contatem menos que todos os contatos estacionários.

[0063] De acordo com uma outra configuração da invenção, um controlador é provido para regular independentemente o fechamento de contatores de um conjunto contator modular. O controlador é programado para transmitir um primeiro sinal para fechar contator a pelo menos um conjunto atuador para um par de contatores em um primeiro momento após um cruzamento de zero de tensão precedente em um sistema elétrico de modo a fechar o par de contatores. O controlador é adicionalmente programado para transmitir um segundo sinal para fechar contator para um conjunto atuador para um terceiro contator em um segundo momento após o primeiro momento de modo a fechar o terceiro contator tal que alta corrente de transiente e as oscilações de torque negativo resultantes no sistema elétrico sejam minimizadas.

[0064] A presente invenção foi descrita em termos da configuração preferida, e é reconhecido que equivalentes, alternativas, e modificações, aparte daquelas expressamente registradas, são possíveis e dentro do escopo da

reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema contator modular, compreendendo:

uma pluralidade de contatos estacionários (26) e uma pluralidade de contatos móveis (39) alojados dentro de um único conjunto contator (10, 66, 68, 88, 108);

uma pluralidade de conjuntos atuadores (100A, 100B, 100C, 122A, 122B, 122C), cada um em associação operável com pelo menos um contato móvel (39); e

um controlador (80, 102, 124) em associação operável com a pluralidade de conjuntos atuadores (100A, 100B, 100C, 122A, 122B, 122C) e configurado para fazer menos que toda a pluralidade de contatos móveis (39) contatar menos que toda a pluralidade de contatos estacionários (26) quando o controlador (80, 102, 124) receber um sinal de comando de circuito fechado (230, 248); caracterizado pelo fato de o controlador, ao fazer menos que toda a pluralidade de contatos móveis (39), contatar menos que toda a pluralidade de contatos estacionários, o controlador (80, 102, 124) sendo configurado ainda para:

- transmitir um primeiro sinal de fechar contator (230, 248) para pelo menos um conjunto atuador (100A, 100B, 100C, 122A, 122B, 122C) da pluralidade de conjuntos atuadores (100A, 100B, 100C, 122A, 122B, 122C) para um par de contatores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) a 60° após uma tensão zero precedente (266) em um sistema elétrico de modo a fechar o par de contatores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C); e
- transmitir um segundo sinal de fechar contator (230, 248) para um conjunto atuador para um terceiro contator (12A, 12B,

12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C), tal que o terceiro contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) seja fechado 90° após o fechamento do par de contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a pluralidade de contatos estacionários (26) e a pluralidade de contatos móveis (39) serem arrançados em seleções de conjuntos de contatos (84A-C, 86A-C, 94A-C, 116A-C) tal que o conjunto contator (10, 66, 68, 88, 108) inclua uma seleção de conjuntos de contatos (84A-C, 86A-C, 94A-C, 116A-C) para cada fase de uma fonte de energia polifásica (74, 110).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de os menos que todos os contatos móveis (39) e os menos que todos os contatos estacionários (26) corresponderem a uma única seleção de conjuntos de contatos (84A-C, 86A-C, 94A-C, 116A-C).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de o controlador (80, 102, 124) ser adicionalmente configurado para contatar a pluralidade de contatos estacionários (26) e a pluralidade de contatos móveis (39) em uma outra seleção de conjuntos de contatos (84A-C, 86A-C, 94A-C, 116A-C) somente após os menos que todos os contatos móveis (39) e os menos que todos os contatos estacionários (26) terem se contatado uns ao outros.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de o controlador (80, 102, 124) ser adicionalmente configurado para fechar uma outra seleção de conjuntos de

contatos (84A-C, 86A-C, 94A-C, 116A-C) em um momento que é definido por um ângulo de fase especificado de tensão do sistema.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o ângulo de fase especificado ser entre 65° e 90°.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o par de contatores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) e o terceiro contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) sejam arranjados em um único alojamento de conjunto contator (30).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o único alojamento de contator (30) incluir um contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) para cada fase de uma carga polifásica (78, 89).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o controlador (80, 102, 124) ser adicionalmente configurado para retardar (144, 172) a transmissão do sinal de comando de circuito fechado (230, 248) para o par de contatores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) até a expiração de um período de retardo (144, 172).

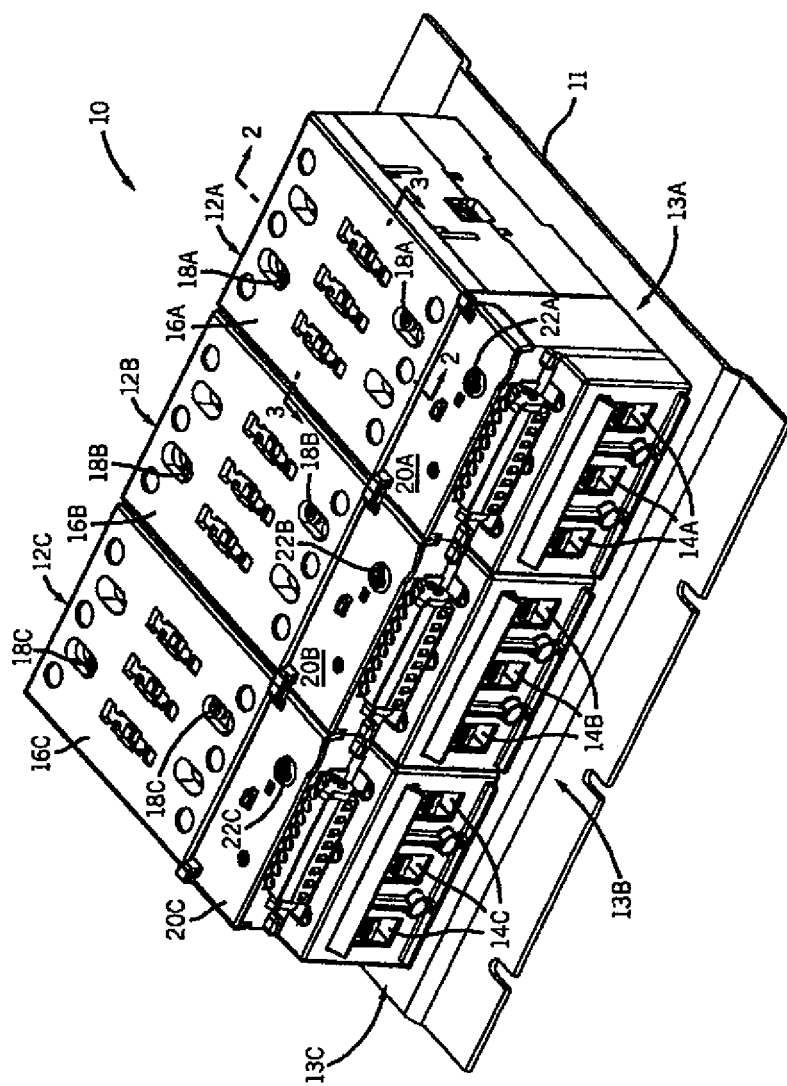


FIG.1

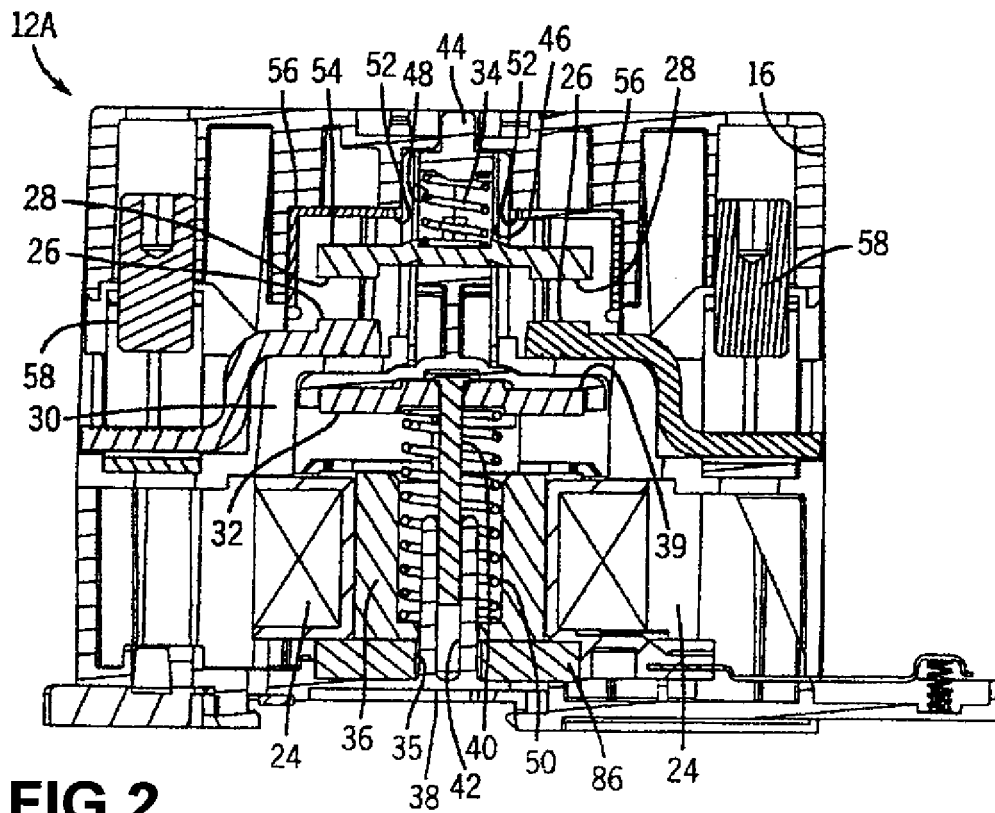


FIG. 2

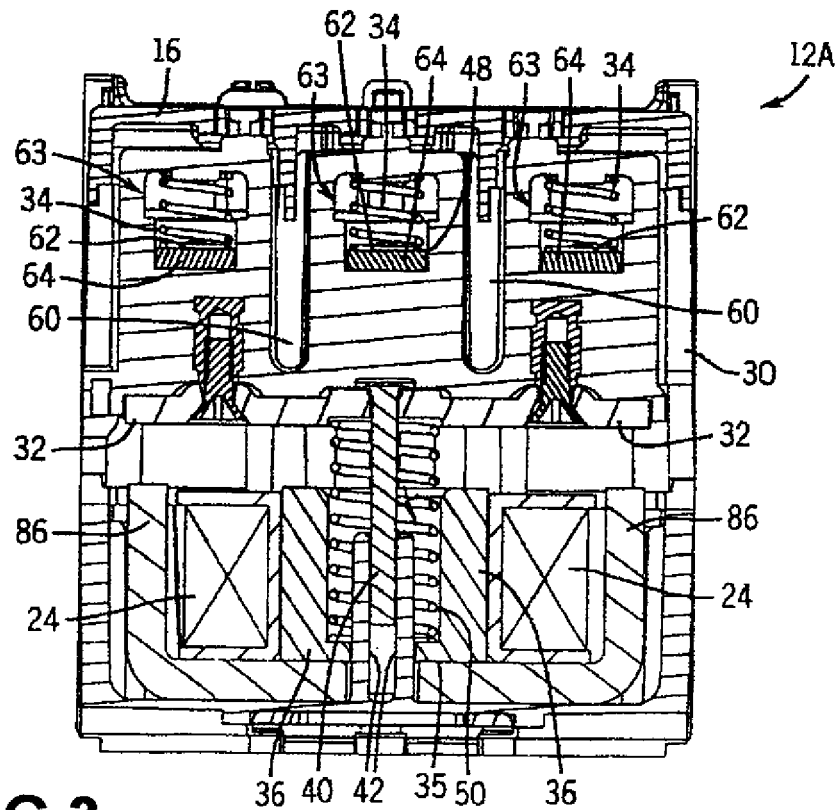


FIG. 3

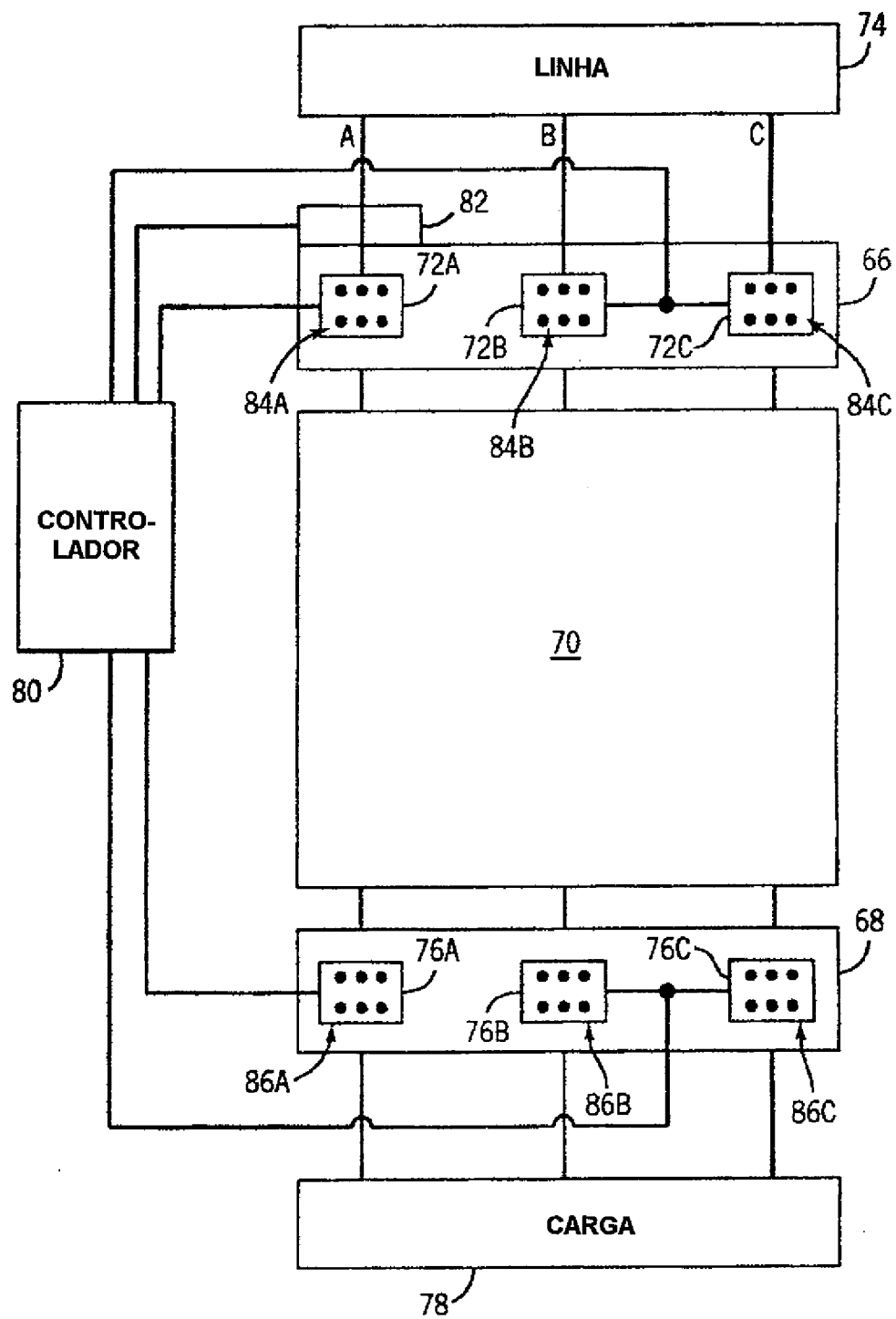


FIG.4

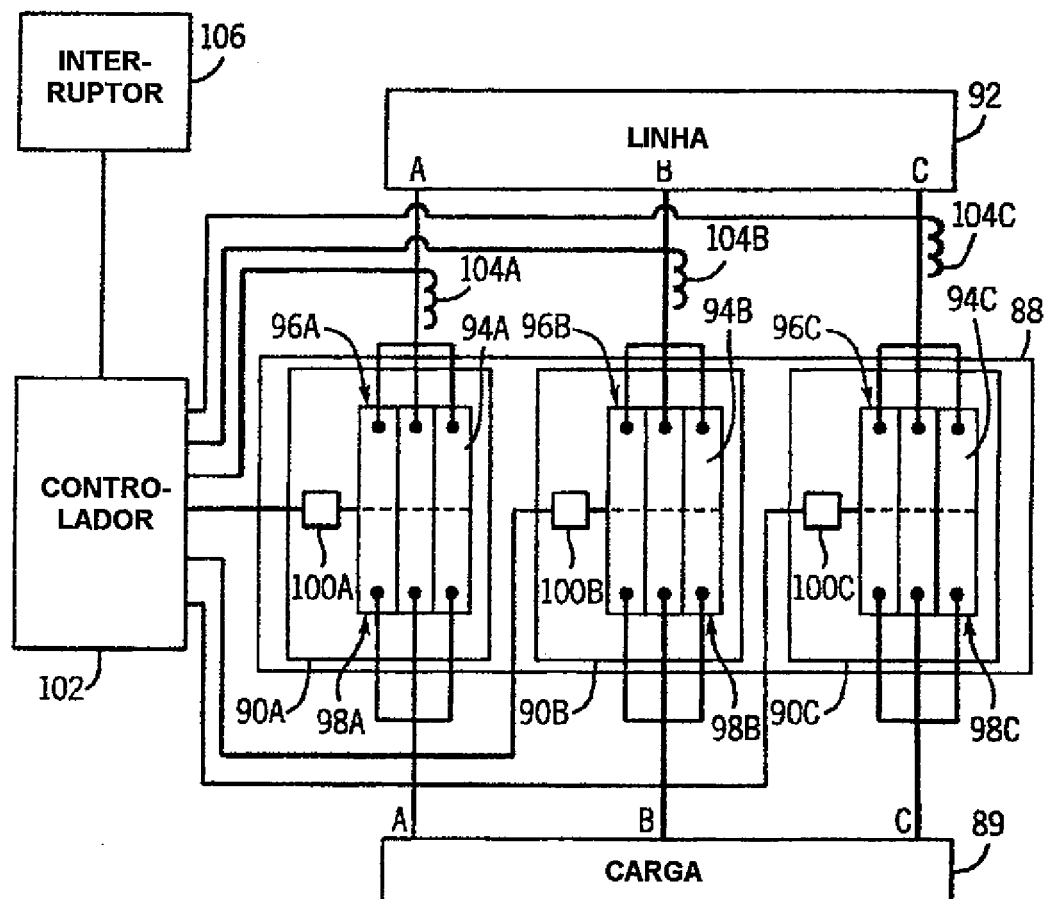


FIG.5

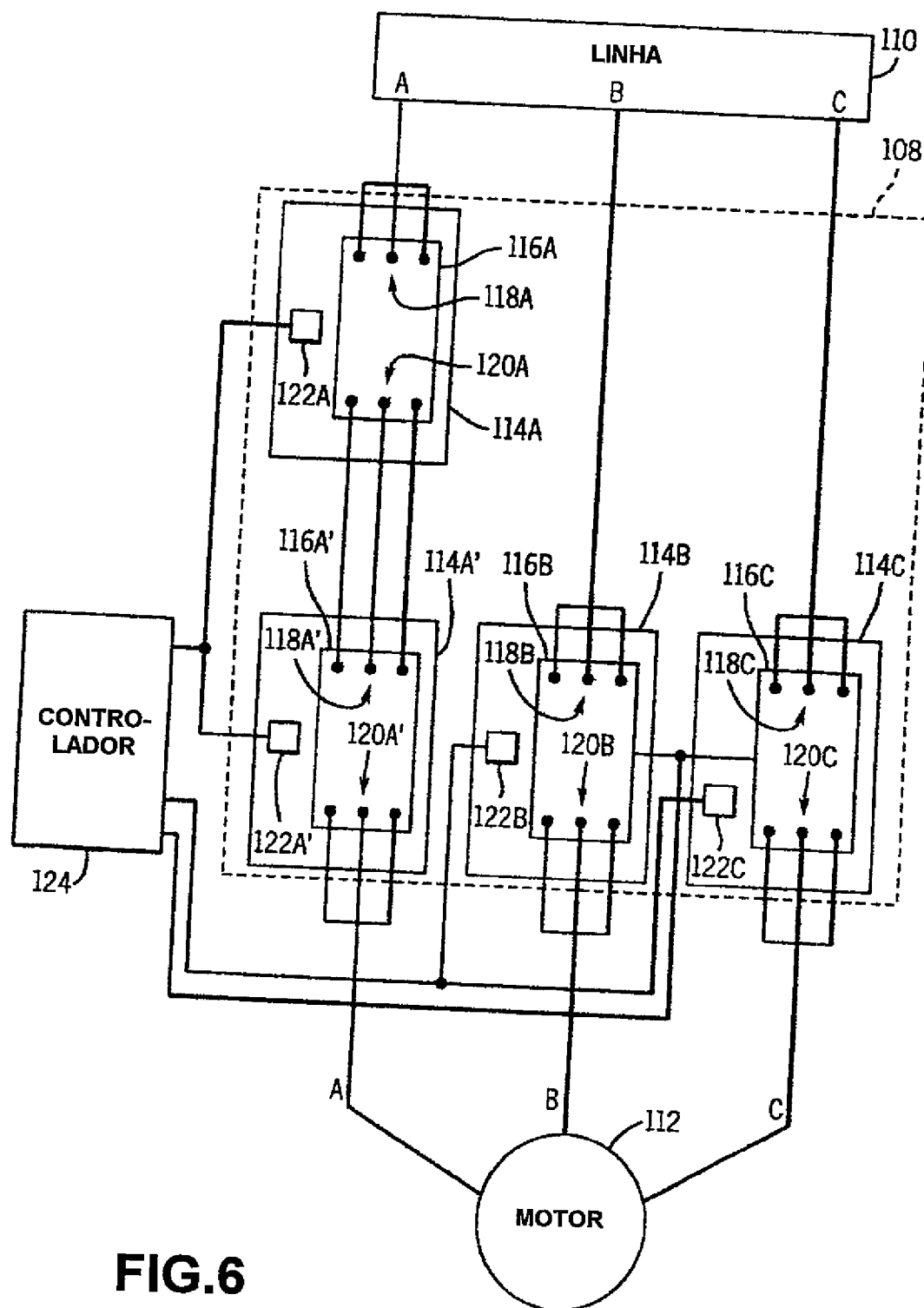


FIG.6

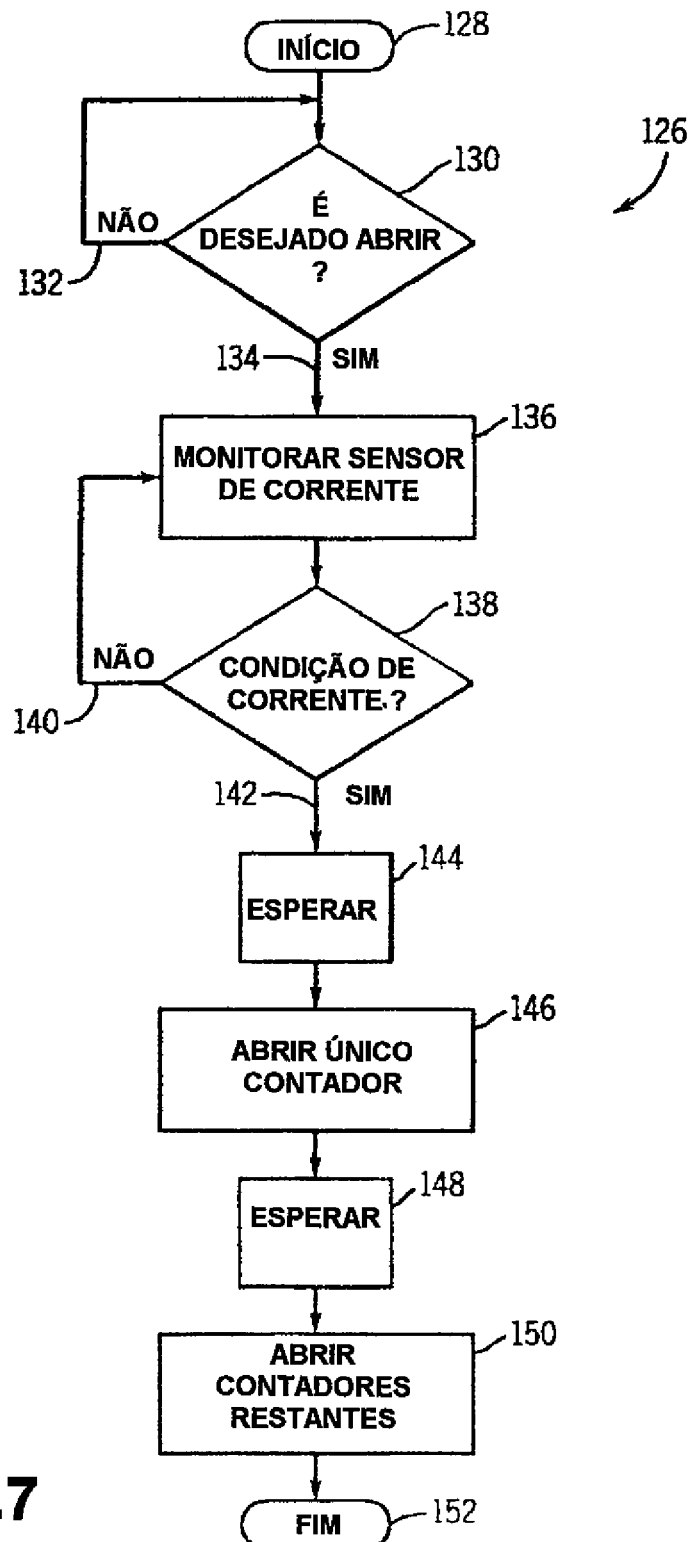


FIG.7

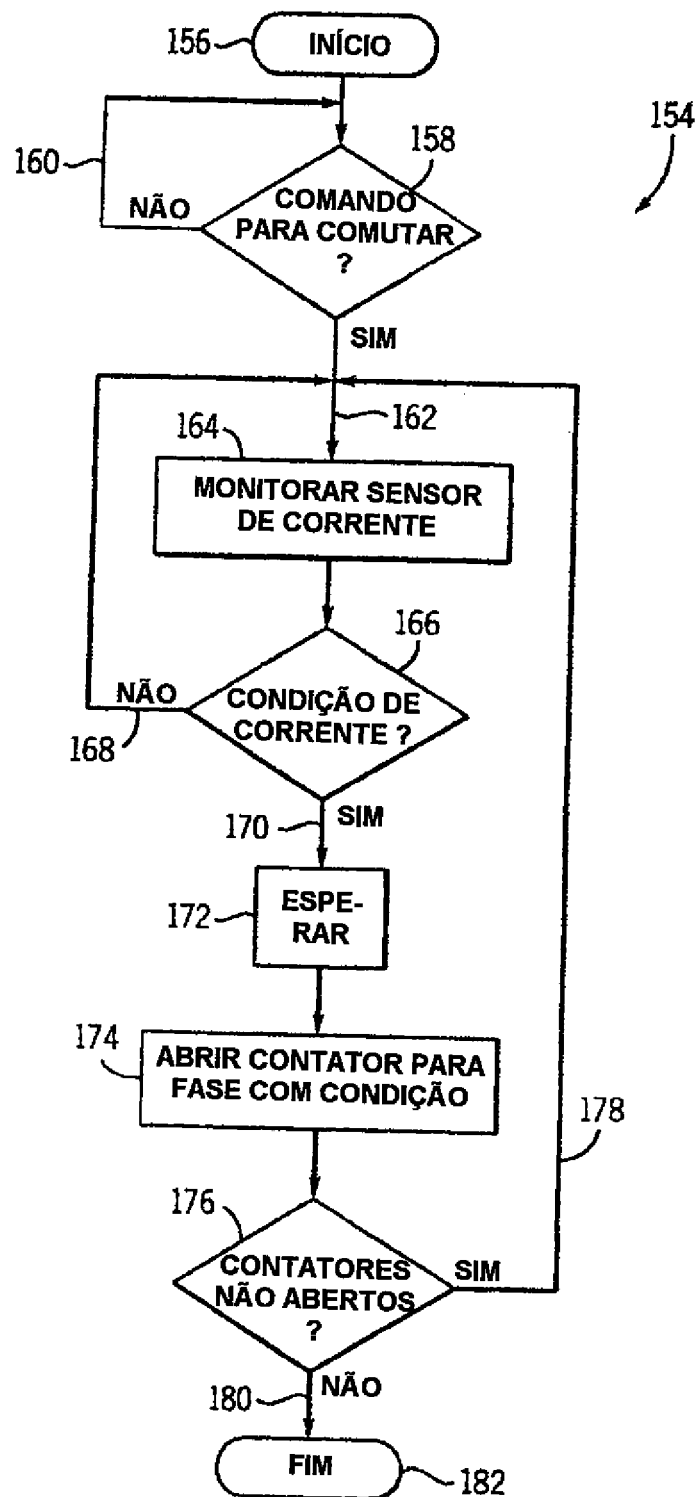


FIG.8

8/11

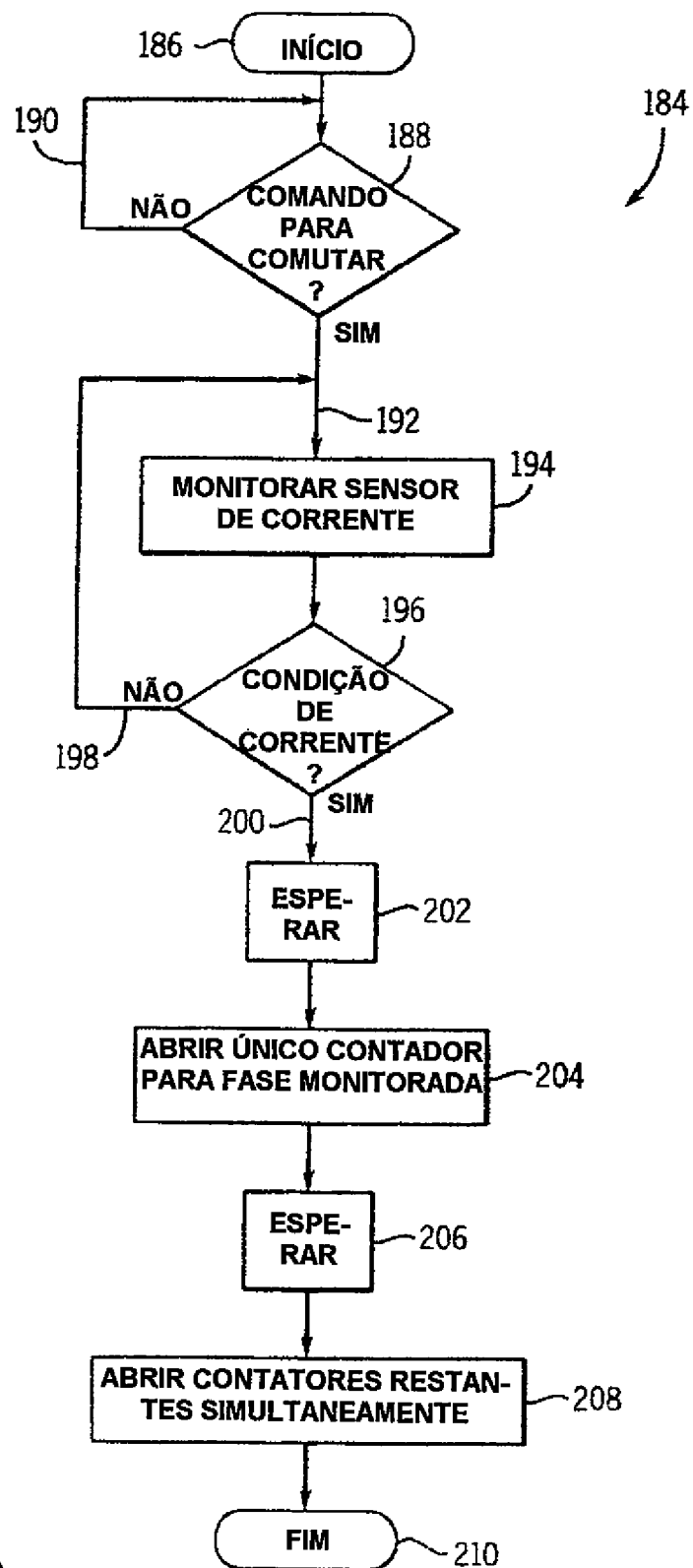


FIG.9

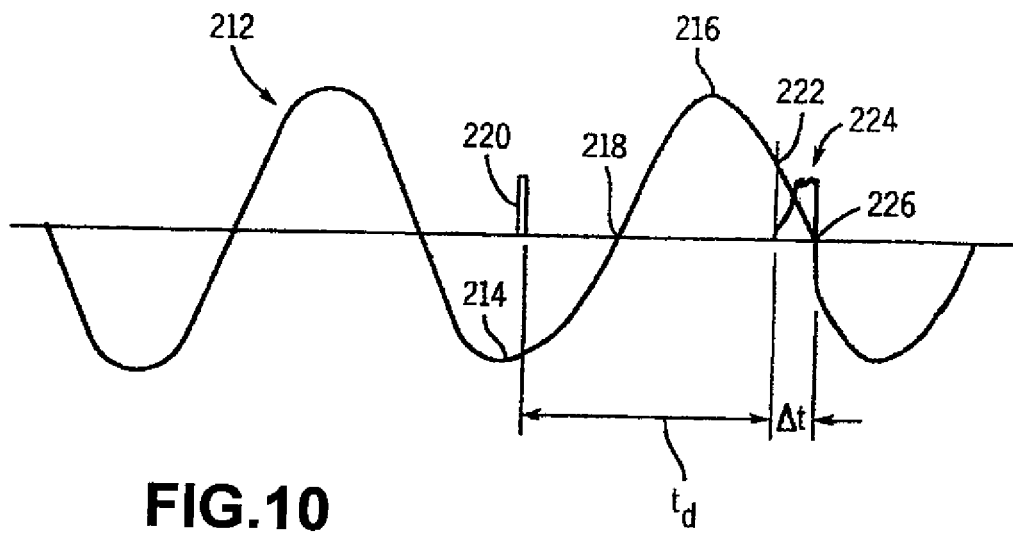


FIG. 10

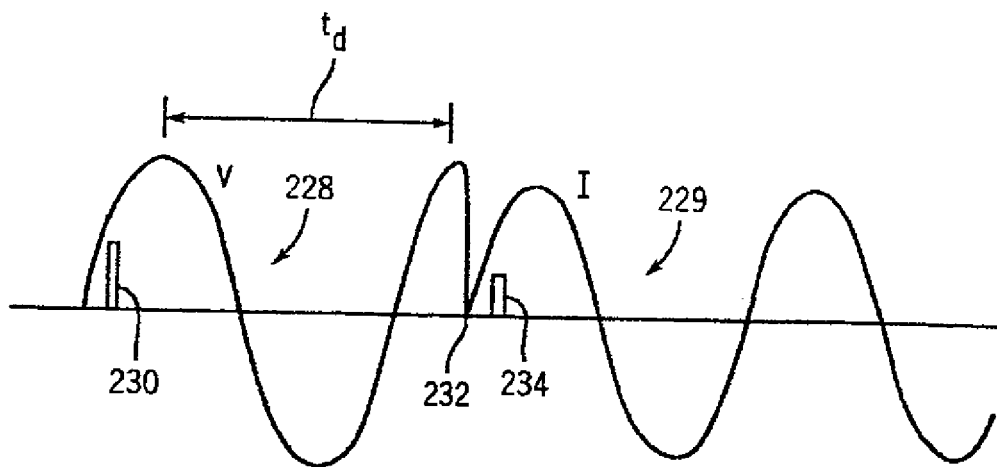


FIG. 11

10/11

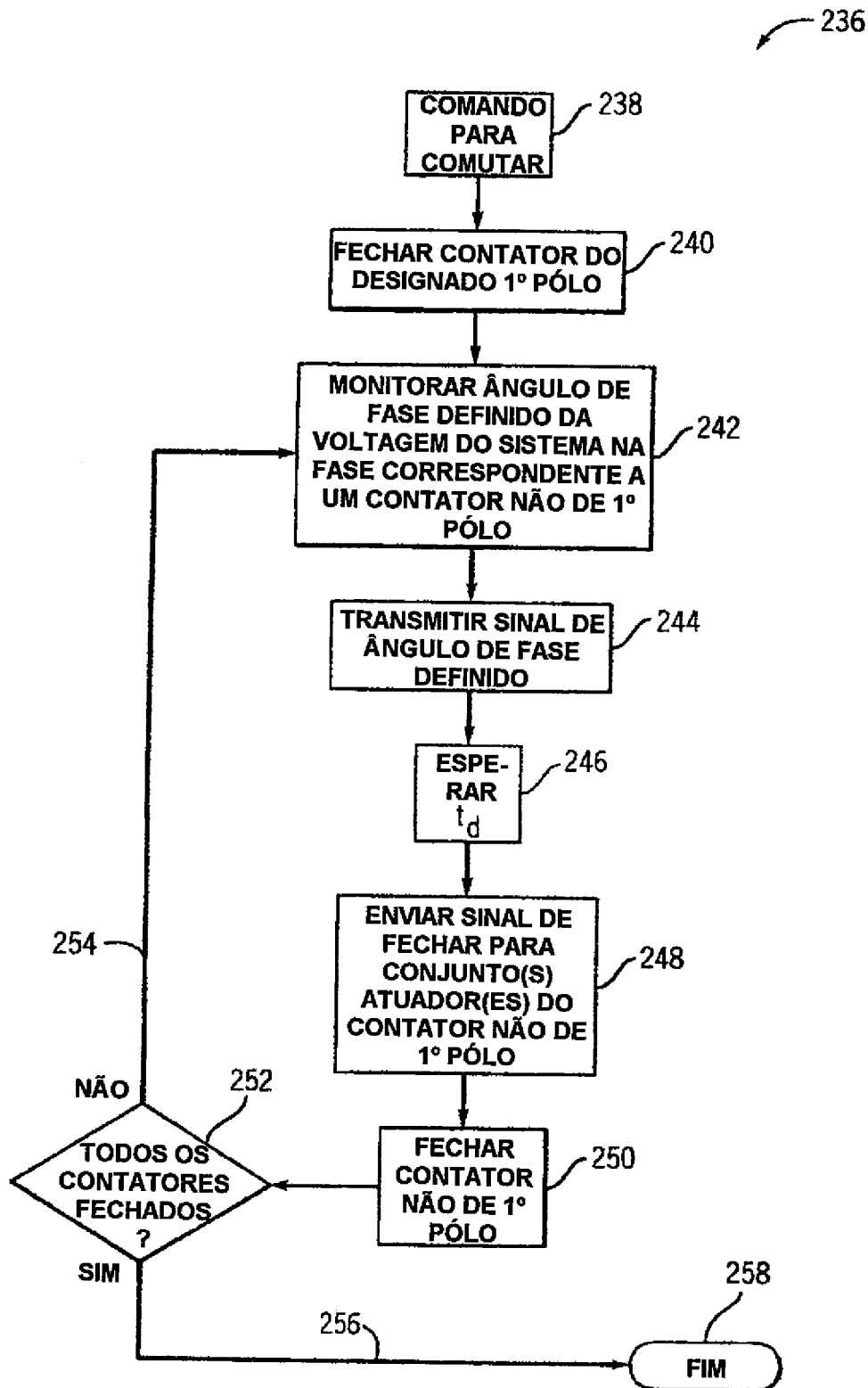


FIG.12

11/11

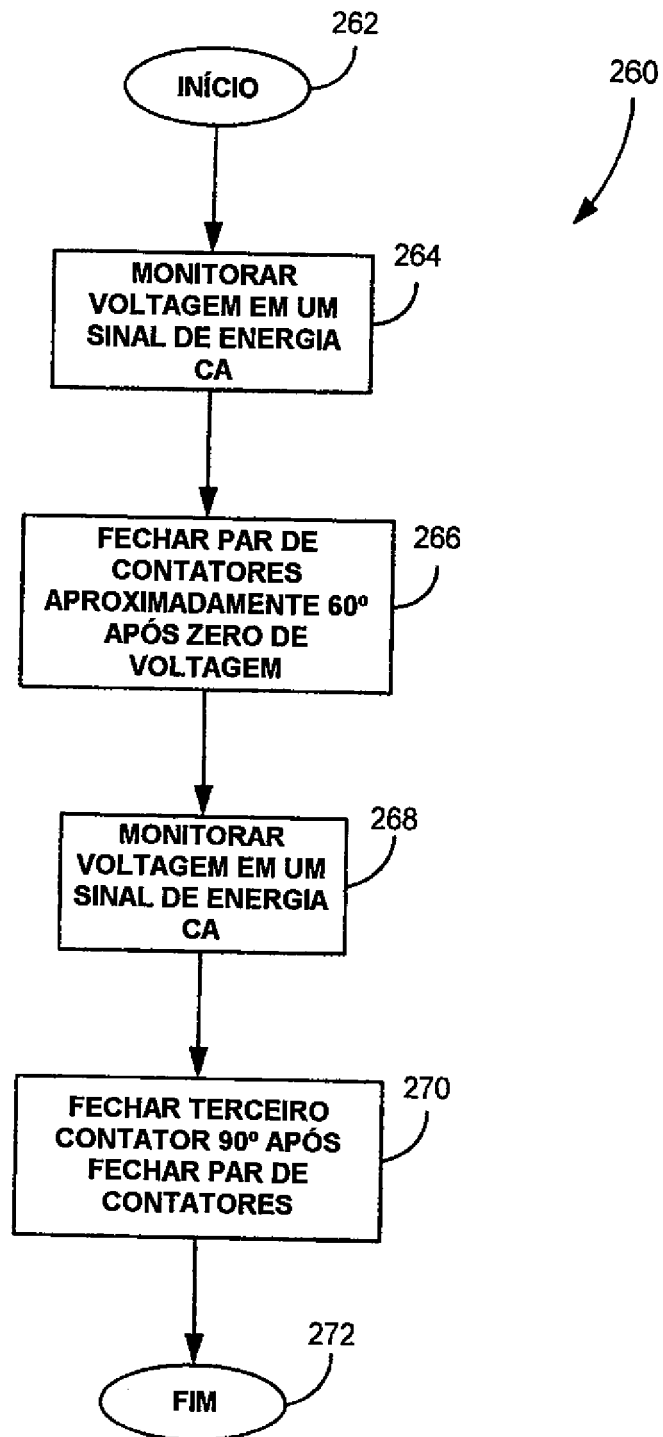


FIG.13

RESUMO"SISTEMA CONTATOR MODULAR"

Um método e aparelho para controlar independentemente o fechamento ou produção de contadores em um conjunto contator modular (10, 66, 68, 88, 108) são divulgados. O aparelho inclui um conjunto contator (10, 66, 68, 88, 108) tendo múltiplos contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) tal que cada contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) seja controlado separadamente tal que um contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) possa ser fechado sem que os outros contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) do conjunto (10, 66, 68, 88, 108) sejam fechados. Os contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) são arranjados tal que um par de contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) seja provocado a fechar seguindo um cruzamento de tensão zero de um sinal de energia (226). Um terceiro contator (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) é provocado a fechar após o par de contadores (12A, 12B, 12C, 72A, 72B, 72C, 76A, 76B, 76C, 90A, 90B, 90C, 114A, 114A', 114B, 114C) ter fechado.