



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0720745-0 B1

(22) Data do Depósito: 26/12/2007

(45) Data de Concessão: 17/07/2018



* B R P I 0 7 2 0 7 4 5 B 1 *

(54) Título: APARELHO DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO DE VEÍCULO, E VEÍCULO

(51) Int.Cl.: H02J 1/00; H02J 7/00; H02M 3/155; H02M 7/48

(30) Prioridade Unionista: 04/01/2007 JP 2007-000121

(73) Titular(es): TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

(72) Inventor(es): MASAYUKI KOMATSU

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"APARELHO DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO DE VEÍCULO, E VEÍCULO"**.

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a um aparelho de fonte de alimentação de veículo, e a um veículo. Particularmente, a presente invenção refere-se a um aparelho de fonte de alimentação para um veículo que incorpora um dispositivo de armazenamento de energia principal e uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia, e o veículo.

Técnica Anterior

Recentemente, os carros elétricos, veículos híbridos, veículos com célula de combustível e, similares foram desenvolvidos e adaptados ao uso prático como veículos ambientalmente amigáveis. Estes veículos são montados com um motor e um aparelho de fonte de alimentação para acionar o motor.

A patente japonesa aberta à inspeção pública número 2003-209969 descreve um sistema de controle de fonte de alimentação de um motor de tração elétrica para um veículo. Este sistema inclui pelo menos um inversor para fornecer energia ajustada para o motor de tração elétrica, uma pluralidade de estágios de fonte de alimentação, cada um tendo uma bateria e um conversor de tensão CC/CC ascendente-descendente, ligados paralelamente para proporcionar alimentação CC para pelo menos um inversor, e um controlador que controla a pluralidade de estágios de fonte de alimentação, de modo que a bateria da pluralidade de estágios de fonte de alimentação seja igualmente carregada e descarregada para permitir que a pluralidade de estágios de fonte de alimentação mantenha a tensão de saída em pelo menos um inversor.

Em um carro elétrico, é desejável que a distância de funcionamento permitida por uma carga seja tão longa quanto possível. Igualmente, com um veículo híbrido que incorpora um motor de combustão interna, uma bateria de armazenamento, e um motor, é desejável que a distância de funcionamento permitida por uma carga sem usar o motor de combustão interna seja tão longa quanto possível, no caso de uma configuração em que a bate-

ria de armazenamento pode ser carregada a partir de uma fonte externa.

A quantidade de energia da bateria incorporada em um veículo deve ser aumentada a fim de prolongar a distância de funcionamento permitida por uma carga. O método para aumentar a quantidade de energia inclui:

- 5 1) aumentar a capacidade de energia por célula de bateria, e 2) aumentar o número de células de bateria montadas.

O método acima 1) é desvantajoso pelo fato de que a quantidade desejada de capacidade não pode ser assegurada, uma vez que o limite superior é restrito devido à resistência do caso para as células de bateria, e
10 similares. Através do método acima 2), uma possível consideração é aumentar o número de células em série ou em paralelo.

A tensão irá se tornar mais alta quando o número de células de bateria for aumentado em série. Devido à tensão de ruptura do inversor e do motor que são cargas elétricas, existem limitações no aumento do número
15 de células de bateria em conexão em série devido ao limite superior através da tensão de ruptura. Embora a capacitância requerida possa ser assegurada ao conectar as células de bateria em paralelo, a capacidade de todas as baterias não pode ser completamente esgotada, uma vez que apenas algumas das baterias irão se tornar degradadas primeiro se a conexão paralela
20 for estabelecida sem um adaptador de energia.

Em um sistema de controle de fonte de alimentação que tem um adaptador de energia proporcionado para cada bateria, conforme descrito na patente japonesa aberta à inspeção pública número 2003-209969, a configuração se tornará complexa, o que resulta no custo mais alto do aparelho.
25 Além disso, um relé com uma grande capacidade de corrente deve ser proporcionado em cada fonte de alimentação quando a fonte de alimentação for usada de uma maneira comutada. A configuração se tornará complexa, necessitando de um dispositivo para comutação.

Descrição da Invenção

30 Um objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de fonte de alimentação de veículo e um veículo, aumentadas na quantidade carregável de energia enquanto suprime o número de elementos no apare-

lho.

A presente invenção é voltada a um aparelho de fonte de alimentação de veículo, que inclui um dispositivo de armazenamento de energia principal, uma linha de alimentação através da qual a energia é fornecida para um inversor que aciona um motor, um primeiro conversor de tensão proporcionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e a linha de alimentação para converter tensão, uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia proporcionados paralelos uns aos outros, e um segundo conversor de tensão proporcionado entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia e a linha de alimentação para converter tensão.

De preferência, o segundo conversor de tensão é seletivamente conectado a qualquer um entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia para converter tensão.

De preferência, o aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente um primeiro conector proporcionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e o primeiro conversor de tensão para criar e interromper a conexão elétrica, e um segundo conector proporcionado entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia e o segundo conversor de tensão que cria e rompe a conexão elétrica. O segundo conector é controlado para realizar um estado de conexão no qual qualquer um entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia é seletivamente conectado ao segundo conversor de tensão e um estado sem conexão no qual nenhum entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia é conectado ao segundo conversor de tensão.

Mais preferencialmente, o primeiro conector inclui um primeiro relé conectado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e o primeiro conversor de tensão, e um segundo relé e um resistor de limitação conectado em série. O segundo relé e o resistor de limitação conectado em série são conectados paralelos ao primeiro relé. O segundo conector inclui um terceiro relé conectado entre um primeiro da pluralidade de disposi-

tivos de armazenamento de subenergia e o segundo conversor de tensão, e um quarto relé conectado entre um segundo da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia e o segundo conversor de tensão.

5 Ainda preferencialmente, cada um dos primeiro a quarto relés é proporcionado em um lado de um eletrodo de um dispositivo de armazenamento de energia correspondente. Os eletrodos têm uma polaridade idêntica uns aos outros. Cada outro eletrodo do dispositivo de armazenamento de energia principal e a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia são conectados em um nó comum. Cada outro eletrodo tem uma
10 polaridade oposta que a do eletrodo. O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente um quinto relé proporcionado entre o nó comum e os primeiro e segundo conversores de tensão.

Ainda preferencialmente, o aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente uma unidade de controle que conduz o controle
15 dos primeiro e segundo conversores de tensão, e que conduz o controle de abertura e fechamento do primeiro a quarto relés. A unidade de controle torna pelo menos um dos primeiro e segundo relés condutivos, e tem a tensão na linha de alimentação convertida na tensão do primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia através do primeiro conversor de tensão e,
20 então, torna o terceiro relé condutivo.

Ainda preferencialmente, o aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente uma unidade de controle que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão, e que conduz o controle de abertura e fechamento do primeiro a quarto relés. A unidade de controle controla os primeiro e segundo conversores de tensão, de modo que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia e a linha de alimentação torne-se zero quando o terceiro relé for alterado de um estado condutivo para um estado não-condutivo.
25

Ainda preferencialmente, a unidade de controle interrompe a operação do segundo conversor de tensão após a tensão na linha de alimentação ser aumentada em um nível maior que a tensão do primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia ao acionar qualquer um dos primeiro e
30

segundo conversores de tensão e o inversor para fazer com que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia e a linha de alimentação se torne zero.

5 Ainda preferencialmente, o aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente uma unidade de controle que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão, e que conduz o controle de abertura e fechamento do primeiro a quarto relés. A unidade de controle torna o terceiro relé não-condutivo e, então, torna o quarto relé condutivo após
10 ajustar a tensão na linha de alimentação na tensão do segundo dispositivo de armazenamento de subenergia ao acionar o primeiro conversor de tensão.

De preferência, o primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia e o dispositivo de armazenamento de energia principal pode produzir
15 a energia máxima tolerável para a carga elétrica conectada à linha de alimentação.

De preferência, o aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui adicionalmente uma única unidade de controle que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão, e que conduz o controle de
20 abertura e fechamento do primeiro a quarto relés. A unidade de controle controla adicionalmente o dito inversor.

De acordo com outro aspecto, a presente invenção é direcionada a um veículo que incorpora qualquer aparelho de fonte de alimentação de veículo estabelecido acima.

25 De acordo com a presente invenção, a quantidade carregável de energia pode ser aumentada enquanto suprime o número de elementos no aparelho que será incorporado em um veículo.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 representa uma configuração principal de um veículo
30 1, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 2 é um diagrama de circuito que representa uma configuração detalhada dos inversores 14 e 22 da figura 1.

A figura 3 é um diagrama de circuito que representa uma configuração detalhada de conversores elevadores 12A e 12B da figura 1.

A figura 4 representa uma configuração de um veículo 100, de acordo com uma modificação do veículo 1 da figura 1.

5 A figura 5 é um fluxograma que descreve o controle realizado por um dispositivo de controle 30 quando o sistema de fonte de alimentação é ativado.

10 A figura 6 é um gráfico em forma de onda de operação que representa um exemplo quando uma operação é realizada com base no fluxograma da figura 5.

A figura 7 é um gráfico em forma de onda de operação que representa outro exemplo quando uma operação é realizada com base no fluxograma da figura 5.

15 A figura 8 é um a fluxograma que descreve o controle realizado pelo dispositivo de controle 30 quando uma bateria BB1, que é um dispositivo de armazenamento de subenergia, é desconectada.

A figura 9 é um fluxograma que descreve o controle realizado pelo dispositivo de controle 30 quando um dispositivo de armazenamento de subenergia é comutado.

20 A figura 10 é um gráfico em forma de onda de operação que representa um exemplo quando uma operação é realizada com base no fluxograma da figura 9.

25 A figura 11 é um gráfico em forma de onda de operação que representa outro exemplo quando uma operação é realizada com base no fluxograma da figura 9.

Melhor Modo para Realizar a Invenção

30 As modalidades da presente invenção serão posteriormente descritas em detalhes com referência aos desenhos. Nos desenhos, os elementos iguais ou correspondentes têm os mesmos caracteres de referência designados, e a descrição destes não será repetida.

A figura 1 representa uma configuração principal de um veículo 1, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Referindo-se à figura 1, o veículo 1 inclui baterias BA, BB1, e BB2, que são dispositivos de armazenamento de energia, conectores 39A e 39B, conversores elevadores 12A e 12B, capacitores de suavização C1, C2 e CH, sensores de tensão 10A, 10B1, 10B2, 13, 21A e 21B, inversores 14 e 22, um motor 4, geradores de motor MG1 e MG2, um mecanismo de divisão de energia 3, uma roda 2, e um dispositivo de controle 30.

O aparelho de fonte de alimentação de veículo da presente modalidade inclui a bateria BA que é o dispositivo de armazenamento de energia principal, uma linha de alimentação PL2 através da qual a energia é fornecida para o inversor 22 que aciona o gerador de motor MG2, o conversor elevador 12A proporcionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a linha de alimentação PL2, qualificada como o conversor de tensão que converte tensão, as baterias BB1 e BB2 proporcionadas paralelas umas às outras, qualificadas como uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia, e o conversor elevador 12B proporcionado entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) e a linha de alimentação PL2, qualificada como um conversor de tensão para converter tensão.

O conversor de tensão (12B) é conectado seletivamente a qualquer uma da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) para realizar a conversão de tensão.

O dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1 ou BB2) e o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) têm a capacidade carregável ajustada de modo que a energia máxima tolerável da carga elétrica (22 e MG2) conectada à linha de alimentação possa ser produzida através do uso simultâneo, por exemplo. Consequentemente, o funcionamento na potência máxima é permitido em uma operação EV (Veículo Elétrico) que não usa o motor. Se o estado de armazenamento do dispositivo de armazenamento de subenergia for degradado, o dispositivo de armazenamento de subenergia pode ser trocado para conduzir o funcionamento adicional. Quando a energia do dispositivo de armazenamento de subenergia é consumida, o funcionamento na potência máxima é permitido ao usar o mo-

tor além do dispositivo de armazenamento de energia principal sem o dispositivo de armazenamento de subenergia ser usado.

De acordo com a configuração estabelecida acima, o número de conversores elevadores não precisa ser tão aumentado quando o número de dispositivos de armazenamento de energia uma vez que conversor elevador 12B é compartilhado entre uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia. A fim de aumentar adicionalmente a distância de funcionamento de EV, uma bateria será adicionada, paralela às baterias BB1 e BB2.

De preferência, o dispositivo de armazenamento de energia incorporado no veículo pode ser carregado a partir de uma fonte externa. Com esta finalidade, o veículo 1 inclui adicionalmente um carregador de bateria (6) que se conecta a uma fonte de alimentação comercial 8 de AC100V, por exemplo. O carregador de bateria (6) converte uma corrente alternada na corrente direta e também ajusta a tensão a ser fornecida para a bateria. Com a finalidade de permitir o carregamento externo, o esquema de conectar os pontos neutros das bobinas estatoras dos geradores de motor MG1 e MG2 com uma fonte de alimentação CA, ou o esquema de combinar os conversores elevadores 12A e 12B para funcionarem como conversor CA/CC pode ser empregado.

O capacitor de suavização C1 é conectado entre uma linha de fonte de alimentação PL1A e uma linha de terra SL2. O sensor de tensão 21A detecta e proporciona para o dispositivo de controle 30 uma tensão VLA através do capacitor de suavização C1. O conversor elevador 12A eleva a tensão ao longo do capacitor de suavização C1.

O capacitor de suavização C2 é conectado entre uma linha de fonte de alimentação PL1B e linha de terra SL2. O sensor de tensão 21B detecta e proporciona para o dispositivo de controle 30 uma tensão VLB através do capacitor de suavização C2. O conversor elevador 12B eleva a tensão ao longo do capacitor de suavização C2.

O capacitor de suavização CH suaviza a tensão aumentada pelos conversores elevadores 12A e 12B. O sensor de tensão 13 capta e pro-

porciona para o dispositivo de controle 30 uma tensão VH através do capacitor de suavização CH.

O inversor 14 converte a tensão CC aplicada a partir do conversor elevador 12B ou 12A em uma tensão CA trifásica, que é proporcionada para o gerador de motor MG1. O inversor 22 converte a tensão CC aplicada a partir do conversor elevador 12B ou 12A em uma tensão CA trifásica, que é proporcionada para o gerador de motor MG2.

O mecanismo de divisão de energia 3 é acoplado ao motor 4 e aos geradores de motor MG1 e MG2 para dividirem a energia entre eles. Por exemplo, um mecanismo de engrenagem planetária que inclui três eixos rotacionais de uma engrenagem solar, um portador planetário, e uma engrenagem de anel pode ser empregado como o mecanismo de divisão de energia. No mecanismo de engrenagem planetária, quando a rotação de dois dos três eixos rotacionais é determinada, a rotação do eixo rotacional restante é inerentemente determinada. Estes três eixos rotacionais são conectados a cada eixo rotacional de motor 4, gerador de motor MG1, e gerador de motor MG2, respectivamente. O eixo rotacional do gerador de motor MG2 é acoplado à roda 2 por meio de uma engrenagem de redução e/ou engrenagem diferencial, não mostrada. Ademais, uma engrenagem de redução para o eixo rotacional do gerador de motor MG2 pode ser adicionalmente incorporada no mecanismo de divisão de energia 3.

O conector 39A inclui um relé principal de sistema SMR2 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BA e da linha de fonte de alimentação PL1A, um relé principal de sistema SMR1 e um resistor de limitação R conectado em série, paralelo ao relé principal de sistema SMR2, e um relé principal de sistema SMR3 conectado entre o eletrodo negativo da bateria BA (linha de terra SL1) e um nó N2.

Os relés principais de sistema SMR1 a SMR3 têm seus estados condutivo/não-condutivo controlados de acordo com os sinais de controle CONT1 a CONT3, respectivamente, aplicado a partir do dispositivo de controle 30.

O sensor de tensão 10A mede a tensão VBA ao longo da bateria

BA. Embora não mostrado, um sensor de corrente que capta a corrente que flui para a bateria BA é proporcionado para monitorar o estado de carga da bateria BA, junto com o sensor de tensão 10A. Para a bateria BA, uma bateria secundária, tal como uma bateria de chumbo, bateria híbrida de níquel, e
 5 bateria de íon de lítio, ou um capacitor de grande capacitância, tal como, um capacitor de camada dupla elétrica podem ser empregados.

O conector 39B é proporcionado entre a linha de fonte de alimentação PL1B e a linha de terra SL2 e as baterias BB1, BB2. O conector 39B inclui um relé SR1 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BB1 e
 10 a linha de fonte de alimentação PL1B, um relé SR1G conectado entre o eletrodo negativo da bateria BB1 e a linha de terra SL2, um relé SR2 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BB2 e a linha de fonte de alimentação PL1B, e um relé SR2G conectado entre o eletrodo negativo da bateria BB2 e a linha de terra SL2. Os relés SR1 e SR2 têm seus estados condutivo/não-
 15 condutivo controlados de acordo com os sinais de controle CONT4 e CONT5, respectivamente, aplicados a partir do dispositivo de controle 30. Os relés SR1G e SR2G têm seus estados condutivo/não-condutivo controlados de acordo com os sinais de controle CONT6 e CONT7, respectivamente, aplicados a partir do dispositivo de controle 30. A linha de terra SL2 passa
 20 através dos conversores elevadores 12A e 12B em direção ao inversores 14 e 22, conforme será posteriormente descrito.

O sensor de tensão 10B1 mede uma tensão VBB1 ao longo da bateria BB1. O sensor de tensão 10B2 mede uma tensão VBB2 ao longo da bateria BB2. Embora não mostrado, um sensor de corrente que capta a corrente que flui para cada bateria é proporcionado para monitorar o estado de
 25 carga das baterias BB1 e BB2, junto com os sensores de tensão 10B1 e 10B2. Para as baterias BB1 e BB2, uma bateria secundária, tal como, uma bateria de chumbo, bateria híbrida de níquel, e bateria de íon de lítio, ou um capacitor de grande capacitância, tal como, um capacitor de camada dupla elétrica podem ser empregados.
 30

O inversor 14 é conectado à linha de alimentação PL2 e à linha de terra SL2. O inversor 14 recebe a tensão aumentada a partir dos conver-

sores elevadores 12A e 12B para acionar o gerador de motor MG1 com a finalidade de, por exemplo, ligar o motor 4. Ademais, o inversor 14 retorna para os conversores elevadores 12A e 12B a energia elétrica gerada no gerador de motor MG1 através da energia transmitida a partir do motor 4. Neste estágio, os conversores elevadores 12A e 12B são controlados pelo dispositivo de controle 30 para funcionarem como circuitos de conversão descendente.

O sensor de corrente 24 detecta a corrente que flui para o gerador de motor MG1 como um valor de corrente de motor MCRT1, que é proporcionado para o dispositivo de controle 30.

O inversor 22 é conectado à linha de alimentação PL2 e à linha de terra SL, paralelo ao inversor 14. O inversor 22 converte a tensão CC produzida a partir dos conversores elevadores 12A e 12B em uma tensão CA trifásica, que é proporcionada para o gerador de motor MG2 que aciona a roda 2. O inversor 22 também retorna a energia gerada no gerador de motor MG2 para os conversores elevadores 12A e 12B de acordo com o freio regenerativo. Neste estágio, os conversores elevadores 12A e 12B são controlados pelo dispositivo de controle 30 para funcionarem como circuitos de conversão descendente.

O sensor de corrente 25 detecta a corrente que flui para o gerador de motor MG2 como um valor de corrente de motor MCRT2. O valor de corrente de motor MCRT2 é produzido para o dispositivo de controle 30.

O dispositivo de controle 30 recebe cada valor de comando de torque e velocidade de rotação de geradores de motor MG1 e MG2, cada valor de tensões VBA, VBB1, VBB2, VLA, VLB, e VH, valores de corrente de motor MCRT1, MCRT2, e um sinal de ativação IGON. O dispositivo de controle 30 produz para o conversor elevador 12B um sinal de controle PWUB para efetuar uma instrução de aumento de tensão, um sinal de controle PWDB para efetuar uma instrução de conversão de tensão descendente, e um sinal de parada para efetuar uma instrução de proibição de operação.

Ademais, o dispositivo de controle 30 produz para o inversor 14 um sinal de controle PWMI1 para efetuar uma instrução de acionamento pa-

ra converter a tensão CC que é produzida a partir dos conversores elevadores 12A e 12B em tensão CA direcionada ao gerador de motor de acionamento MG1, e um sinal de controle PWMC1 para efetuar uma instrução regenerativa para converter a tensão CA gerada no gerador de motor MG1 em
5 uma tensão CC a ser voltada em direção aos conversores elevadores 12A e 12B.

De maneira similar, o dispositivo de controle 30 produz para o inversor 22 um sinal de controle PWMI2 para efetuar uma instrução de acionamento para converter a tensão CA direcionada ao gerador de motor de
10 acionamento MG2 em uma tensão CC, e um sinal de controle PWMC2 para efetuar uma instrução regenerativa para converter a tensão CA gerada no gerador de motor MG2 em uma tensão CC a ser retornada em direção aos conversores elevadores 12A e 12B.

A figura 2 é um diagrama de circuito que representa uma configuração detalhada dos inversores 14 e 22 da figura 1.
15

Referindo-se às figuras 1 e 2, o inversor 14 inclui um braço de fase U 15, um braço de fase V 16, e um braço de fase W 17. O braço de fase U 15, braço de fase V 16, e braço de fase W 17 são conectados paralelamente entre a linha de alimentação PL2 e a linha de terra SL2.

20 O braço de fase U 15 inclui elementos IGBT Q3 e Q4 conectados em série entre a linha de alimentação PL2 e a linha de terra SL2, e diodos D3 e D4 conectados paralelamente aos elementos IGBT Q3 e Q4, respectivamente. O diodo D3 tem seu cátodo conectado ao coletor de elemento IGBT Q3, e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q3. O diodo
25 D4 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q4, e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q4.

O braço de fase V 16 inclui elementos IGBT Q5 e Q6 conectados em série entre a linha de alimentação PL2 e a linha de terra SL2, e os diodos D5 e D6 conectados paralelamente aos elementos IGBT Q5 e Q6,
30 respectivamente. O diodo D5 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q5, e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q5. O diodo D6 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q6, e

seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q6.

O braço de fase W 17 inclui elementos IGBT Q7 e Q8 conectados em série entre a linha de alimentação PL2 e a linha de terra SL2, e diodos D7 e D8 conectados paralelamente aos elementos IGBT Q7 e Q8, respectivamente. O diodo D7 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q7, e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q7. O diodo D8 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q8, e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q8.

O ponto intermediário de cada braço de fase é conectado a cada extremidade de fase de cada bobina de fase do gerador de motor MG1. Especificamente, o gerador de motor MG1 é um motor síncrono de ímã permanente trifásico. As três bobinas da fase U, V e W têm uma extremidade conectada junto com o ponto neutro. A outra extremidade da bobina de fase U é conectada a uma linha UL extraída a partir do nó de conexão dos elementos IGBT Q3 e Q4. A outra extremidade da bobina de fase V é conectada a uma linha VL extraída a partir do nó de conexão dos elementos IGBT Q5 e Q6. A outra extremidade da bobina de fase W é conectada a uma linha WL extraída a partir do nó de conexão dos elementos IGBT Q7 e Q8.

O inversor 22 da figura 1 é similar ao inversor 14 como a configuração de circuito interno, desde que o mesmo seja conectado ao gerador de motor MG2. Portanto, a descrição detalhada deste não será repetida. Por uma questão de simplificação, a figura 2 é mostrada com os sinais de controle PWMI e PWMC aplicados no inversor. Os sinais de controle diferentes PWMI1 e PWMC1, e os sinais de controle PWMI2 e PWMC2 são aplicados aos inversores 14 e 22, respectivamente, conforme mostrado na figura 1.

A figura 3 é um diagrama de circuito que representa uma configuração detalhada dos conversores elevadores 12A e 12B da figura 1.

Referindo-se às figuras 1 e 3, o conversor elevador 12A inclui um reator L1 que tem uma extremidade conectada à linha de fonte de alimentação PL1A, os terminais IGBT Q1 e Q2 conectados em série entre a linha de alimentação PL2 e a linha de terra SL2, e os diodos D1 e D2 conectados paralelamente aos elementos IGBT Q1 e Q2, respectivamente.

O reator L1 tem a outra extremidade conectada ao emissor do elemento IGBT Q1 e ao coletor do elemento IGBT Q2. O diodo D1 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q1 e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q1. O diodo D2 tem seu cátodo conectado ao coletor do elemento IGBT Q2 e seu anodo conectado ao emissor do elemento IGBT Q2.

O conversor elevador 12B da figura 1 é similar ao conversor elevador 12A na configuração de circuito interno, desde que o mesmo seja conectado à linha de fonte de alimentação PL1B, em vez da linha de fonte de alimentação PL1A. Portanto, a descrição detalhada deste não será repetida. Ademais, por uma questão de simplificação, a figura 3 é mostrada com os sinais de controle PWU e PWD aplicados ao conversor elevador. Conforme mostrado na figura 1, diferentes sinais de controle PWUA e PWDA e sinais de controle PWUB e PWDB são aplicados aos conversores elevadores 12A e 12B, respectivamente.

A figura 4 representa uma configuração de um veículo 100 que é uma modificação do veículo 1 da figura 1.

Referindo-se à figura 4, o veículo 100 inclui baterias BA, BB1 e BB2 que são dispositivos de armazenamento de energia, conectores 40A e 40B, um relé principal de sistema SMR3, conversores elevadores 12A e 12B, capacitores de suavização C1, C2 e CH, sensores de tensão 10A, 10B1, 10B2, 13, 21A e 21B, inversores 14 e 22, motor 4, geradores de motor MG1 e MG2, mecanismo de divisão de energia 3, roda 2, e dispositivo de controle 30. Em outras palavras, o veículo 100 difere do veículo 1 pelo fato de que o mesmo inclui conectores 40A e 40B em vez de conectores 39A e 39B, e o relé principal de sistema SMR3 no lado do eletrodo negativo compartilhado entre as baterias BA, BB1 e BB2 é proporcionado além do conector 40A.

O conector 40A inclui um relé principal de sistema SMR2 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BA e a linha de fonte de alimentação PL1A, e um relé principal de sistema SMR1 e um resistor de limitação R conectado em série, paralelo ao relé principal de sistema SMR2. O eletrodo negativo da bateria BA é conectado à linha de terra SL1.

O conector 40B é proporcionado entre a linha de fonte de alimentação PL1B e os eletrodos positivos das baterias BB1 e BB2. O conector 40B inclui o relé SR1 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BB1 e a linha de fonte de alimentação PL1B, e o relé SR2 conectado entre o eletrodo positivo da bateria BB2 e a linha de fonte de alimentação PL1B. Os relés SR1 e SR2 têm seus estados condutivo/não-condutivo controlados por sinais de controle CONT4 e CONT5, respectivamente, aplicados a partir do dispositivo de controle 30. Ambos os eletrodos negativos das baterias BB1 e BB2 são conectados à linha de terra SL1.

Na figura 4, o relé principal de sistema SMR3 é conectado entre a linha de terra SL2 e um nó N1 onde a trajetória do eletrodo negativo da bateria BA identificado como o dispositivo de armazenamento de energia principal se une à trajetória de cada eletrodo negativo das baterias BB1 e BB2 identificadas como dispositivos de armazenamento de subenergia, diferentes da figura 1. Deve-se notar que o número de relés pode ser reduzido usando-se um relé principal de sistema SMR3 como o relé para desconectar o eletrodo negativo do dispositivo de armazenamento de energia principal do sistema e como o relé para desconectar o eletrodo negativo de um dispositivo de armazenamento de subenergia do sistema.

A configuração e a operação dos elementos restantes no veículo 100 são similares àsquelas do veículo 1 da figura 1. Portanto, a descrição destas não será repetida.

A figura 5 é um fluxograma que descreve o controle realizado pelo dispositivo de controle 30 quando o sistema de fonte de alimentação é ativado. O processo deste fluxograma é solicitado a partir de uma rotina principal predeterminada no decorrer de um tempo predeterminado ou todas as vezes que se estabelece uma condição predeterminada a ser executada.

A figura 6 é um diagrama em forma de onda da operação que representa um exemplo em que uma operação é realizada de acordo com o fluxograma da figura 5. Este diagrama em forma de onda da operação corresponde a um exemplo executado com base em uma combinação de bateria e estado de carga em que a tensão de fonte de alimentação VBB1 da

bateria BB1 é maior que a tensão de fonte de alimentação VBA da bateria BA.

Embora a descrição da operação estabelecida abaixo seja apresentada em associação com um aparelho de fonte de alimentação incorporado no veículo 100 da figura 4, uma operação similar pode ser realizada no aparelho de fonte de alimentação incorporado no veículo 1 da figura 1 ao conectar e abrir os relés SR1G e SR2G simultaneamente ao relé principal de sistema SMR3.

Referindo-se às figuras 5 e 6, faz-se a detecção da transição de sinal de ativação IG a partir de um estado OFF para um estado ON na etapa S1. Uma elevação do sinal de ativação não é detectada na etapa S1 até o tempo t1. Portanto, o processo procede até a etapa S16, e o controle retorna para a rotina principal.

No caso de o sinal de ativação IG se tornar ativo em um estado ON no tempo t1, o dispositivo de controle 30 detecta esta ativação na etapa S1. O processo procede até a etapa S2. Na etapa S2, o dispositivo de controle 30 altera os sinais de controle CONT3 e CONT1 para fazer com que o relé principal de sistema SMR3 atinja um estado condutivo a partir de um estado não-condutivo, e o relé principal de sistema SMR1 até um estado condutivo a partir de um estado não-condutivo. Consequentemente, ambos os relés principais de sistema SMR1 e SMR3 se tornam condutivos no tempo t2.

Em resposta, uma corrente é fornecida a partir da aterria BA em direção à linha de fonte de alimentação PL1A através do resistor de limitação R. Antes da ativação do sistema ativação, a tensão VH frequentemente é zero, uma vez que o capacitor CH é constantemente descarregado. Portanto, uma corrente dianteira flui em direção ao diodo D1 no conversor elevador 12A, de modo que o capacitor CH seja gradualmente carregado no tempo t2 até o tempo t3. Consequentemente, a tensão VH se eleva no nível de tensão de fonte de alimentação VBA da bateria BA. A razão pela qual o capacitor CH é pré-carregado através do resistor de limitação R é evitar a soldagem no relé principal de sistema devido à entrada de corrente excessi-

va.

Na etapa S3, o dispositivo de controle 30 monitora a tensão VH por meio do sensor de tensão 13 para determinar se o nível se elevou nas proximidades da tensão de bateria VBA. Esta determinação pode ser feita com base, por exemplo, se $|VH - VBA|$ for menor que um valor limítrofe pre-
 5 determinado. Quando a determinação é feita onde a tensão VH não se elevou o suficiente e o pré-carregamento do capacitor CH ainda não foi concluído na etapa S3, o processo da etapa S3 é novamente executado para aguardar até a tensão se elevar. Como uma alternativa para tal determinação
 10 na etapa S3, um processo que aguarda a passagem do período mais longo de tempo requerido para pré-carregar o capacitor CH pode ser realizado.

Quando a conclusão do pré-carregamento do capacitor CH tiver sido determinada na etapa S3, o controle procede até a etapa S4. Na etapa S4, o dispositivo de controle 30 altera o estado do relé principal de sistema
 15 SMR2 para um estado condutivo a partir de um estado não-condutivo e o estado de relé principal de sistema SMR1 para um estado não-condutivo a partir de um estado condutivo, conforme mostrado no tempo t3. Consequentemente, uma corrente pode ser fornecida a partir da bateria BA para o conversor elevador 12A sem passar através do resistor de limitação R.

20 Mediante a conclusão da comutação de relé na etapa S4, o controle procede até a etapa S5 para determinar se a tensão VBB1 da bateria BB1 é maior que a tensão VH. Esta determinação na etapa S5 pode ser omitida no caso em que $VBB1 > VBA$ for inevitavelmente estabelecido devido ao estado de carga monitorado das baterias BB1 e BA e/ou do tipo de bateria
 25 selecionado e o número de células de bateria empregado para cada bateria BB1 e bateria BA.

O exemplo mostrado na figura 6 corresponde à $VBB1 > VBA$. Portanto, o controle procede a partir da etapa S5 até a etapa S6. O caso de $VBB1 < VBA$ será posteriormente descrito com referência à figura 7. Na etapa
 30 S6, o braço superior do conversor elevador 12B, isto é, o elemento IGBT Q1 na figura 3, é ajustado em um estado ON. Consequentemente, no tempo t4-t5, o capacitor C2 também é carregado. A tensão VLB se eleva até um

nível substancialmente igual à tensão VH.

Então, na etapa S7, o dispositivo de controle 30 ajusta a tensão-alvo da tensão VH na tensão VBB1, e faz com que o conversor elevador 12A inicie uma operação de regulação. Neste estágio no conversor elevador 12A, uma razão de tarefa é ajustada de modo que uma operação de regulação seja realizada, e a comutação dos elementos IGBT Q1 e Q2 seja realizada. Como um resultado, a tensão VH é elevada em direção ao nível de tensão VBB1 no tempo t5-t6. A tensão VLB segue a tensão VH e também se eleva em direção ao nível de tensão VBB1.

Na etapa S8, a determinação é feita se a tensão VLB for igual à tensão VBB1. Esta determinação pode ser feita ao identificar se $|VLB - VBB1|$ é menor que um valor limítrofe predeterminado.

No caso em que a tensão VLB ainda não se elevou o suficiente e não atingiu o nível de tensão VBB1 na etapa S8, o controle retorna para a etapa S7, e a operação de regulação é continuada.

Quando a tensão VLB for substancialmente igual à tensão VBB1, a corrente excessiva não será lançada quando o relé SR1 for conectado. Portanto, dispositivo de controle 30 eleva a tensão VLB até a proximidade da tensão VBB1. O controle procede a partir da etapa S8 até a etapa S9 para interromper a operação de regulação do conversor elevador 12A, conforme mostrado no tempo t6.

Na etapa S10, o braço superior do conversor elevador 12B é retornado para um estado OFF a partir de um estado ON, conforme mostrado no tempo t7. Na etapa S14, o relé SR1 se torna condutivo, conforme mostrado no tempo t8. Então, uma lâmpada indicadora de "pronto" que notifica a conclusão da ativação, é ligada na etapa S15, conforme mostrado no tempo t9.

O controle quando a tensão VH é maior que a tensão VBB1 na etapa S5 será posteriormente descrito. Neste caso, o controle procede a partir da etapa S5 até etapa S11.

A figura 7 é um diagrama em forma de onda da operação que representa outro exemplo quando uma operação é realizada com base no

fluxograma da figura 5. Este diagrama em forma de onda da operação corresponde a um exemplo executado com base em uma combinação de bateria e estado de carga, onde a tensão de fonte de alimentação VBB1 da bateria BB1 é menor que a tensão de fonte de alimentação VBA da bateria BA.

5 Na figura 7, os tempos t11, t12 e t13 correspondem aos tempos t1, t2, e t3, respectivamente, da figura 6. Uma vez que a alteração na forma de onda até o tempo t13 é similar àquela na figura 6, a descrição desta não será repetida.

10 Referindo-se à figura 7, a VH torna-se mais alta que a VBB1 quando o pré-carregamento do capacitor CH tiver sido concluído e a comutação a partir do relé principal de sistema SMR1 até o relé principal de sistema SMR2 tiver sido concluída no tempo t13. Portanto, o controle procede a partir da etapa S5 até a etapa S11 na figura 5.

15 Na etapa S11, uma instrução de tensão descendente é emitida em direção ao conversor elevador 12B. O nível de tensão-alvo VLB é ajustado no nível de tensão VBB1. Na etapa S12, a determinação é feita se a tensão VLB for substancialmente igual à tensão VBB1. Por exemplo, esta determinação pode ser feita ao identificar se $|VLB - VBB1|$ é menor que um valor limítrofe predeterminado.

20 No caso em que a tensão VLB não se encontra nas proximidades do nível de tensão VBB1 na etapa S12, o controle retorna para a etapa S11, onde a operação de tensão descendente é continuada.

25 Embora a tensão VLB se eleve primeiro de acordo com o carregamento do capacitor C2 imediatamente após a operação do conversor elevador 12B ser iniciada, conforme mostrado no tempo t14, posteriormente a tensão VLB se converge de maneira gradual em direção à tensão VBB1.

30 Quando a tensão VLB se aproxima suficientemente do nível de tensão VBB1, de modo que a condição na etapa S12 seja encontrada no tempo t15, o controle procede a partir da etapa S12 até a etapa S13. O dispositivo de controle 30 interrompe a comutação no conversor elevador 12B.

Então, o dispositivo de controle 30 produz o relé SR1 condutivo na etapa S14, conforme mostrado no tempo t16. Uma lâmpada indicadora

de "pronto" que representa a conclusão da ativação é ligada, conforme mostrado no tempo t_{17} .

Quando o procedimento da etapa S15 termina, o controle é deslocado até a rotina principal na etapa S16.

5 Deste modo, uma vez que o relé SR1 é conectado após ajustar a tensão VLB nas proximidades da tensão VBB da bateria BB1 usando o conversor elevador 12A, uma trajetória de corrente duplicada do resistor de limitação R e do relé principal de sistema SMR1 não precisa ser proporcionada em relação à bateria BB1. Ao conduzir o controle similar na conexão
10 da bateria BB2, uma trajetória de corrente duplicada do resistor de limitação R e do relé principal de sistema SMR1 também não precisa ser proporcionada em relação à bateria BB2.

A figura 8 é um fluxograma que descreve o controle realizado pelo dispositivo de controle 30 quando uma bateria BB1 que é um dispositivo
15 de armazenamento de subenergia é desconectada. O processo deste fluxograma é solicitado a partir de uma rotina principal predeterminada no decorrer de um tempo predeterminado ou todas as vezes que se estabelece uma condição predeterminada a ser executada.

Referindo-se às figuras 1 e 8, o dispositivo de controle 30 determina se o estado de carga SOC (BB1) da bateria BB1 que é atualmente usada se tornou mais baixo que um valor limítrofe predeterminado na etapa S21. No caso em que o estado de carga SOC (BB1) é igual ou maior que o valor limítrofe predeterminado, o controle procede até a etapa S26 uma vez que a bateria BB1 pode ser usada de maneira contínua. Na etapa S26, o
25 dispositivo de controle 30 seleciona o funcionamento do veículo usando ambas as baterias BA e BB1. Então, o controle procede até a etapa S27 para retornar até a rotina principal.

Quando o estado de carga SOC (BB1) é mais baixo que o valor limítrofe predeterminado, o controle procede até a etapa S22 uma vez que a
30 bateria BB1 não pode mais ser descarregada.

Na etapa S22, o dispositivo de controle 30 comuta o conversor elevador 12A para manter a tensão VH em um nível mais alto que a tensão

VBB1. Consequentemente, a corrente dianteira não irá fluir em direção ao diodo D1 da figura 3 mesmo se o conversor elevador 12B atingir um estado interrompido. Portanto, na etapa S23, a comutação no conversor elevador 12B é interrompida, atingindo um estado de paralisação no qual ambas as portas dos elementos IGBT Q1 e Q2 são OFF.

Isto elimina a preocupação sobre a soldagem causada pela descarga quando o relé SR1 é desconectado, uma vez que a corrente não irá fluir até o relé SR1. O dispositivo de controle 30 desconecta o relé SR1 na etapa S24, e seleciona um modo de funcionamento usando apenas a bateria BA na etapa S25.

No modo de funcionamento que usa apenas a bateria BA na etapa S25, o motor 4 é operado conforme necessário para gerar o torque que é diretamente conduzido para a rotação da roda e/ou o torque para operar o gerador de motor MG1 para a geração de energia.

A figura 9 é um fluxograma que descreve o controle realizado pelo dispositivo de controle 30 quando um dispositivo de armazenamento de subenergia é comutado. O processo deste fluxograma é solicitado a partir de uma rotina principal predeterminada no decorrer de um tempo predeterminado ou todas as vezes que se estabelece uma condição predeterminada a ser executada.

A figura 10 é um diagrama em forma de onda da operação que representa um exemplo quando uma operação é realizada com base no fluxograma da figura 9. Este diagrama em forma de onda da operação corresponde a um exemplo executado com base em uma combinação de bateria, estado de carga e estado elevado, em que a tensão de fonte de alimentação VBB2 da bateria BB2 é mais alta que a tensão VH.

Referindo-se às figuras 9 e 10 antes do tempo t_{21} , o relé principal de sistema SMR1 e os relés principais de sistema SMR2, SMR3 são ajustados em um estado OFF e um estado ON, respectivamente; a bateria BB1 é usada com o relé SR1 em um estado condutivo; e a bateria BB2 não é usada com o relé SR2 em um estado não-condutivo. O conversor elevador 12A está operando atualmente, e a tensão VH é regulada mais alta que a

tensão VBA. Além disso, o conversor elevador 12B está operando atualmente, e a tensão VH é regulada mais alta que a tensão VLB.

Uma vez que o estado de carga SOC (BB1) da bateria BB1 é igual a pelo menos um valor limítrofe predeterminado até o tempo t_{21} , a troca de bateria não é requerida. O controle procede a partir da etapa S41 até a etapa S56 para retornar para a rotina principal.

Quando o dispositivo de controle 30 detecta que o estado de carga SOC (BB1) da bateria atualmente usada BB1 se tornou menor que o valor limítrofe predeterminado no tempo t_{21} , o controle procede a partir da etapa S41 até a etapa S42, uma vez que a bateria BB1 deve ser trocada com a bateria BB2.

Na etapa S42, o dispositivo de controle 30 comuta o conversor elevador 12, conforme mostrado no tempo t_{21} - t_{25} , de modo que a tensão VH seja mantida em um estado mais alto que o nível de tensão VBB1 (indicada como tensão elevada 1 na figura 10). Consequentemente, a corrente dianteira não irá fluir até diodo D1 da figura 3, mesmo se o procedimento para fazer com que o conversor elevador 12B pare na etapa S43 for realizado no tempo t_{22} . Na etapa S43, a comutação no conversor elevador 12B é interrompida, atingindo um estado de paralisação no qual ambas as portas dos elementos IGBT Q1 e Q2 são OFF.

Isto elimina a preocupação sobre a soldagem causada pela descarga quando o relé SR1 é desconectado, uma vez que a corrente não irá fluir até o relé SR1. Portanto, o dispositivo de controle 30 ajusta o relé SR1 em um estado OFF no tempo t_{23} na etapa S44.

Então, a determinação é feita se a tensão VBB2 da bateria BB2 for maior que a tensão VH na etapa S45. A forma de onda da operação da figura 10 corresponde ao caso de $VBB2 > VH$. Portanto, o controle procede a partir da etapa S45 até a etapa S46. A operação no caso de $VBB2 < VH$ será posteriormente descrita com referência à figura 11.

Na etapa S46, o braço superior do conversor elevador 12B, isto é, o elemento IGBT Q1 da figura 3, é ajustado em um estado ON, conforme mostrado no tempo t_{24} . Consequentemente, o capacitor C2 também é car-

regado no tempo t_{24} - t_{25} . A tensão VLB se eleva até um nível substancialmente igual ao da tensão VH.

Então, o dispositivo de controle 30 faz com que o conversor elevador 12A realize uma operação de regulação com o nível de tensão-alvo VH ajustado no nível de tensão VBB2 na etapa S47 (na figura 10, indicada como tensão elevada 2). Neste estágio, a razão de tarefa é ajustada, de modo que uma operação de regulação adicional seja realizada no conversor elevador 12A. A comutação dos elementos IGBT Q1 e Q2 é realizada. Como um resultado, a tensão VH é elevada em direção ao nível de tensão VBB2 no tempo t_{25} - t_{26} . De uma maneira a seguir, a tensão VLB também se eleva em direção à tensão VBB2.

Na etapa S48, a determinação é feita se a tensão VLB se tornou igual ao nível de tensão VBB2. Esta determinação pode ser feita ao identificar se $|VLB - VBB2|$ é mais baixa que um valor limítrofe predeterminado, por exemplo.

No caso em que tensão VLB ainda não se elevou o suficiente e não atingiu o nível de tensão VBB2 na etapa S48, o controle retorna até a etapa S47, e a operação de regulação é continuada.

Quando a tensão VLB se torna substancialmente igual à tensão VBB2, uma corrente excessiva não será lançada quando o relé SR2 for conectado. Portanto, o dispositivo de controle 30 faz com que a tensão VLB se eleve nas proximidades da tensão VBB2. O controle procede a partir da etapa S48 até a etapa S49. O conversor elevador 12B é retornado até um estado de paralisação, conforme mostrado no tempo t_{26} . Especificamente, o braço superior do conversor elevador 12B é retornado até um estado OFF a partir de um estado ON. Na etapa S53, o relé SR2 se torna condutivo no tempo t_{27} . Na etapa S54, o conversor elevador 12B é novamente operado, conforme mostrado no tempo t_{28} . Na etapa S55, a comutação de bateria é concluída no tempo t_{29} .

O caso em que a tensão VH é mais alta que a tensão VBB2 na etapa S45 será posteriormente descrito. Neste caso, o controle procede a partir da etapa S45 até a etapa S50.

A figura 11 é um diagrama em forma de onda da operação que representa outro exemplo em que uma operação baseada no fluxograma da figura 9 é realizada. Este diagrama em forma de onda da operação corresponde a um exemplo executado com base em uma combinação de bateria, estado de carga, e estado de regulação, onde a tensão de fonte de alimentação VBB2 da bateria BB2 é mais baixa que a tensão VH.

Na figura 11, os tempos t31, t32 e t33 correspondem aos tempos t21, t22, e t23 da figura 10, respectivamente. Uma vez que a alteração de forma de onda indicada na figura 11 antes do tempo t33 é similar àquela na figura 10, a descrição desta não será repetida.

Referindo-se à figura 11, a tensão VH é mais alta que o nível de tensão VBB2 no ponto de tempo em que o relé SR1 é ajustado em um estado OFF no tempo t33. Portanto, o controle procede a partir da etapa S45 até a etapa S50 no fluxograma da figura 9.

Na etapa S50, a operação de comutação no conversor elevador 12B é iniciada com a tensão-alvo da tensão VLB ajustada no nível da VBB2, indicada como "conversão descendente" subsequente ao tempo t34. Então, na etapa S51, a determinação é feita se a tensão VLB for substancialmente igual à tensão VBB2. Esta determinação pode ser feita ao identificar se $|V_{LB} - V_{BB2}|$ se tornou mais baixa que um valor limítrofe predeterminado, por exemplo.

No caso em que a tensão VLB ainda não se aproximou do nível de tensão VBB2 na etapa S51, o controle retorna até a etapa S50 para continuar a operação de tensão descendente.

Embora a tensão VLB se eleve primeiro de acordo com o carregamento do capacitor C2 imediatamente após a operação do conversor elevador 12B ser iniciada, conforme mostrado no tempo t34, posteriormente a tensão VLB se converge de maneira gradual em direção à tensão VBB2.

Quando a tensão VLB se aproxima suficientemente do nível de tensão VBB2, de modo que a condição na etapa S51 seja encontrada no tempo t35, o controle procede a partir da etapa S51 até a etapa S52. O dispositivo de controle 30 para a comutação no conversor elevador 12B.

Então, o dispositivo de controle 30 torna o relé SR2 condutivo na etapa S53, conforme mostrado no tempo t36. No tempo t37, a operação do conversor elevador 12B é resumida. Deste modo, a comutação de bateria é concluída na etapa S55, conforme indicado no tempo t38.

5 Deste modo, uma vez que o relé SR2 é conectado após o ajuste da tensão VLB nas proximidades da tensão VBB2 da bateria BB2 usando os conversores elevadores 12A e 12B, uma trajetória de corrente duplicada do resistor de limitação R e do relé principal de sistema SMR1 não precisa ser proporcionada em relação à bateria BB2.

10 A presente modalidade será genericamente descrita novamente com referência às figuras 1 e 4.

O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui um dispositivo de armazenamento de energia principal (BA), uma linha de alimentação (PL2) através da qual a energia é fornecida para um inversor (22) que aciona
15 um motor (MG2), um primeiro conversor de tensão (12A) proporcionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a linha de alimentação (PL2) para converter a tensão, uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) proporcionados paralelos uns aos outros, e um segundo conversor de tensão (12B) proporcionado entre a
20 pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) e a linha de alimentação (PL2) para converter tensão.

O segundo conversor de tensão (12B) é seletivamente conectado a qualquer um da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) para converter tensão.

25 O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui um primeiro conector (39A ou 40A) proporcionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e o primeiro conversor de tensão (12A) para criar e interromper a conexão elétrica, e um segundo conector (39B ou 40B) proporcionado da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia
30 (BB1, BB2) e o segundo conversor de tensão (12B) para criar e interromper a conexão elétrica. O segundo conector (39B ou 40B) é controlado para atingir um estado de conexão em que qualquer um da pluralidade de disposi-

tivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) é seletivamente conectado ao segundo conversor de tensão (12B), e um estado sem conexão em que nenhum entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) é conectado ao segundo conversor de tensão (12B).

5 O primeiro conector (39A ou 40A) inclui um primeiro relé (SMR2) conectado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e o primeiro conversor de tensão, e um segundo relé (SMR1) e um resistor de limitação (R) conectados em série. O segundo relé (SMR1) e o resistor de limitação (R) conectados em série são conectados paralelos ao primeiro relé
10 (SMR2). O segundo conector (40B) inclui um terceiro relé (SR1) conectado entre um primeiro (BB1) da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) e o segundo conversor de tensão (12B), e um quarto relé (SR2) conectados entre um segundo (BB2) da pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) e o segundo con-
15 versor de tensão (12B).

Cada um dos primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2) é proporcionado em um lado de um eletrodo de um dispositivo de armazenamento de energia correspondente. Um eletrodo tem uma polaridade idêntica ao outro. Cada outro eletrodo do dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia (BB1, BB2) são conectados a um nó comum (N1). Cada outro
20 eletrodo tem uma polaridade oposta à do eletrodo. O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui um quinto relé (SMR3) proporcionado entre o nó comum (N1) e os primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B).

25 O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento do primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2). A unidade de controle (30) torna pelo menos um dos primeiro e segundo relés (SMR1, SMR2) condutivo, e tem a tensão (VH) na linha de alimentação (PL2) convertida na ten-
30 são (VBB1) do primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1) através do primeiro conversor de tensão (12A) e, então, torna o terceiro relé

(SR1) condutivo.

O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e o fechamento do primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2). O dispositivo de controle (30) controla os primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), de modo que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1) e a linha de alimentação (PL2) se torne zero quando o terceiro relé (SR1) for carregado a partir de um estado condutivo até um estado não-condutivo.

A unidade de controle (30) para a operação do segundo conversor de tensão (12B) após a tensão (VH) na linha de alimentação (PL2) ser aumentada até um nível maior que a tensão (VBB1) do primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1) ao acionar qualquer um dos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B) e o inversor (22) para fazer com que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1) e a linha de alimentação (PL2) se torne zero.

O aparelho de fonte de alimentação de veículo inclui uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento do primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2). A unidade de controle (30) torna o terceiro relé (SR1) não-condutivo e, então, torna o quarto relé condutivo após ajustar a tensão na linha de alimentação (PL2) na tensão do segundo dispositivo de armazenamento de subenergia ao acionar qualquer dos primeiro conversor de tensão (12A) e inversor (22).

O primeiro dispositivo de armazenamento de subenergia (BB1) entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento de subenergia e o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) pode produzir a energia máxima tolerável para a carga elétrica (22 e MG2) conectada à linha de alimentação através do uso simultâneo.

A presente modalidade foi descrita com base em uma aplicação em um sistema híbrido tipo série/paralelo que pode ter a energia do motor

dividida entre o eixo e o gerador de energia através de um mecanismo de divisão de energia. Entretanto, a presente invenção também é aplicável a um veículo híbrido tipo série que usa o motor apenas para acionar o gerador de energia e gerar a força de acionamento do eixo apenas com o motor que usa a energia elétrica gerada pelo gerador de energia, e a um veículo elétrico que funciona apenas com o motor. Todas estas configurações incorporam um dispositivo de armazenamento de energia e podem ter a presente invenção aplicada para permitir o funcionamento de longa distância com uma pluralidade de dispositivos de armazenamento de energia comutados.

10 Deve-se entender que as modalidades descritas no presente documento são ilustrativas e não-restritivas em nenhum aspecto. O escopo da presente invenção é definido pelas reivindicações em anexo, em vez da descrição estabelecida acima, e todas as alterações que se encontrem dentro dos limites e fronteiras das reivindicações, ou equivalentes destas têm a
15 intenção de ser abrangidas pelas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de fonte de alimentação de veículo que compreende:

- um dispositivo de armazenamento de energia principal (BA),
- 5 uma linha de alimentação (PL2) através da qual a energia é fornecida para um inversor (22) que aciona um motor (MG2),
- um primeiro conversor de tensão (12A) posicionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a linha de alimentação (PL2) para converter tensão e fornecendo tensão CC convertida a partir
- 10 da tensão do dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) para a linha de alimentação de energia (PL2),
- uma pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) posicionados paralelos uns aos outros, e
- um segundo conversor de tensão (12B) posicionado entre a plu-
- 15 ralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) e a linha de alimentação (PL2) para converter tensão e fornecendo tensão CC convertida a partir da tensão dos dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) para a linha de alimentação de energia (PL2).

caracterizado pelo fato de que

- 20 o primeiro conversor de tensão (12A) realiza conversão de tensão exclusivamente entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a linha de alimentação de energia (PL2), e
- o segundo conversor de tensão (12B) posicionado para ser compartilhado entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar
- 25 de energia (BB1, BB2), e seletivamente conectado a qualquer um da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) para converter tensão.

- 2. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmen-
- 30 te um primeiro conector (39A ou 40A) posicionado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e o primeiro conversor de tensão (12A) para criar e interromper conexão elétrica, e

um segundo conector (39B ou 40B) posicionado entre a pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) e o segundo conversor de tensão (12B) para criar e interromper a conexão elétrica,

5 sendo que o segundo conector (39B ou 40B) é controlado para atingir um estado de conexão em que qualquer um da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) é seletivamente conectado ao segundo conversor de tensão (12B), e um estado sem conexão em que nenhum da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar
10 de energia (BB1, BB2) é conectado ao segundo conversor de tensão (12B).

3. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro conector (39A ou 40A) inclui:

 um primeiro relé (SMR2) conectado entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e o primeiro conversor de tensão, e
15 um segundo relé (SMR1) e um resistor de limitação (R) conectados em série,

 o segundo relé (SMR1) e o resistor de limitação (R) conectados em série são conectados paralelos ao primeiro relé (SMR2),

20 sendo que o segundo conector (40B) inclui
 um terceiro relé (SR1) conectado entre um primeiro (BB1) da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia e o segundo conversor de tensão (12B), e

 um quarto relé (SR2) conectado entre um segundo (BB2) da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia e dito segundo conversor de tensão (12B).
25

4. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que**

 cada um dos primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2) é
30 posicionado em um lado de um eletrodo de um dispositivo de armazenamento de energia correspondente, o eletrodo que tem uma polaridade idêntica ao outro,

cada outro eletrodo do dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) e a pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) são conectados a um nó comum (N1),

5 cada outro eletrodo que tem uma polaridade oposta à polaridade do eletrodo,

o aparelho de fonte de alimentação de veículo que compreende adicionalmente um quinto relé (SMR3) posicionado entre o nó comum (N1) e os ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B).

10 5. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento dos ditos primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2),

15 sendo que a unidade de controle (30) torna pelo menos um dos ditos primeiro e segundo relés (SMR1, SMR2) condutivo, e tem uma tensão na linha de alimentação (PL2) convertida em uma tensão do primeiro dispositivo de armazenamento auxiliar de energia (BB1) através do primeiro conversor de tensão (12A) e, então, torna o terceiro relé (SR1) condutivo.

20 6. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento dos ditos primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2),

25 sendo que a unidade de controle (30) controla os ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), de modo que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento auxiliar de energia (BB1) e a linha de alimentação (PL2) se torne zero quando o terceiro relé (SR1) for alterado de um estado condutivo para um estado não-condutivo.

30 7. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de controle (30)

para uma operação do segundo conversor de tensão (12B) após uma tensão na linha de alimentação (PL2) ser aumentada em um nível mais alto que uma tensão do primeiro dispositivo de armazenamento auxiliar de energia (BB1) ao acionar qualquer um dos ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B) e o inversor (22) faz com que a transferência de energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento auxiliar de energia (BB1) e a linha de alimentação (PL2) se torne zero.

8. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente uma unidade de controle (30) que conduz o controle dos ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento dos ditos primeiro a quarto relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2),

sendo que a unidade de controle (30) torna o terceiro relé (SR1) não-condutivo e, então, torna o quarto relé (SR2) condutivo após ajustar uma tensão na linha de alimentação (PL2) em uma tensão do segundo dispositivo de armazenamento auxiliar de energia ao acionar o primeiro conversor de tensão (12A).

9. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** um primeiro (BB1) da pluralidade de dispositivos de armazenamento auxiliar de energia (BB1, BB2) e o dispositivo de armazenamento de energia principal (BA) podem produzir uma energia máxima tolerável para uma carga elétrica (22 e MG2) conectada à linha de alimentação.

10. Aparelho de fonte de alimentação de veículo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente uma única unidade de controle (30) que conduz o controle dos ditos primeiro e segundo conversores de tensão (12A, 12B), e que conduz o controle de abertura e fechamento dos relés (SMR1, SMR2, SR1, SR2) que realizam a conexão e desconexão entre o dispositivo de armazenamento de energia principal e o primeiro conversor de tensão, e a conexão e desconexão entre o dispositivo de armazenamento auxiliar de energia e o segundo

conversor de tensão,

sendo que a unidade de controle (30) controla adicionalmente o inversor (22).

11. Veículo (1), **caracterizado pelo fato de que** incorpora o
5 aparelho de fonte de alimentação de veículo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10.

FIG.1

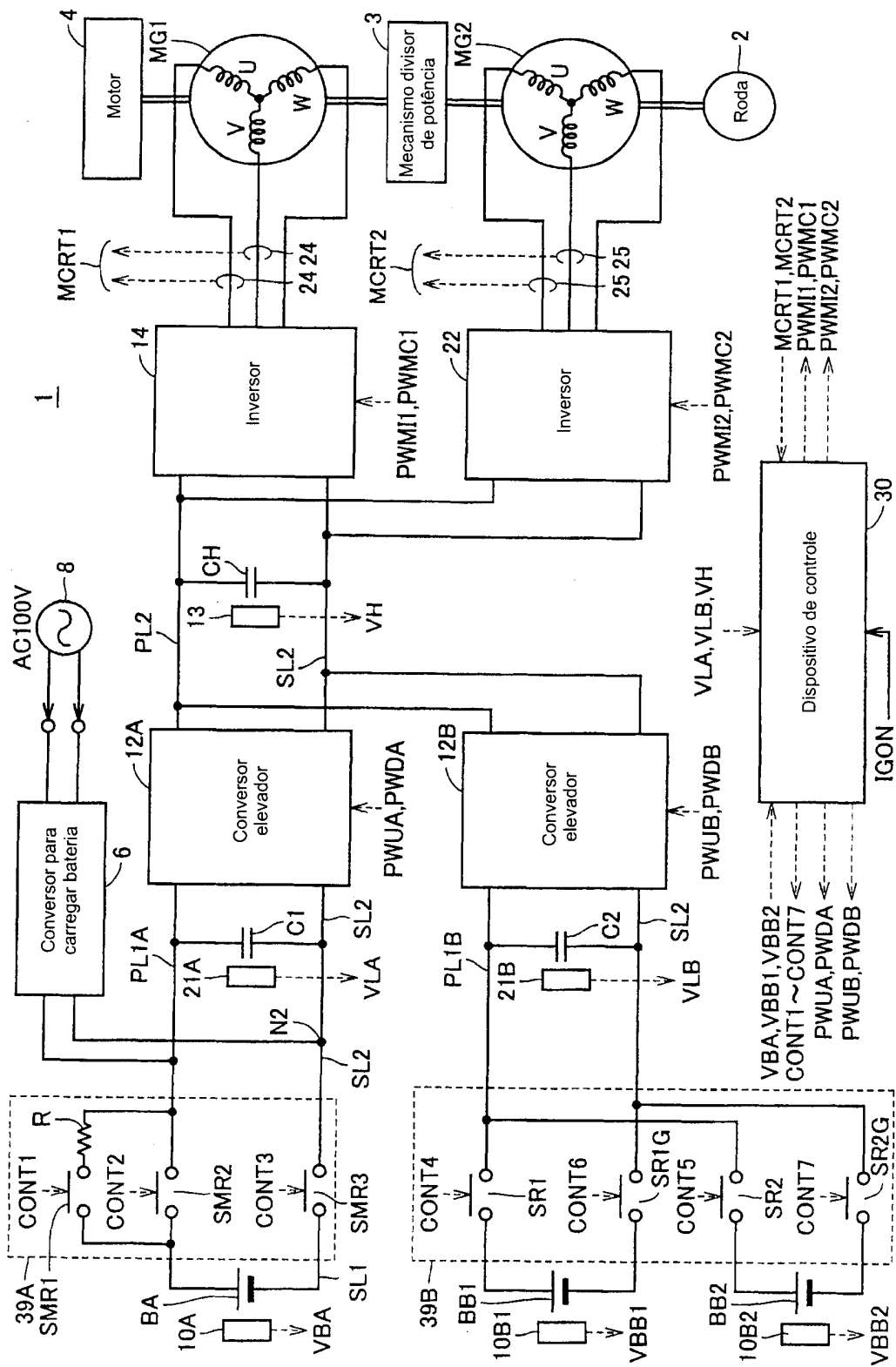


FIG.2

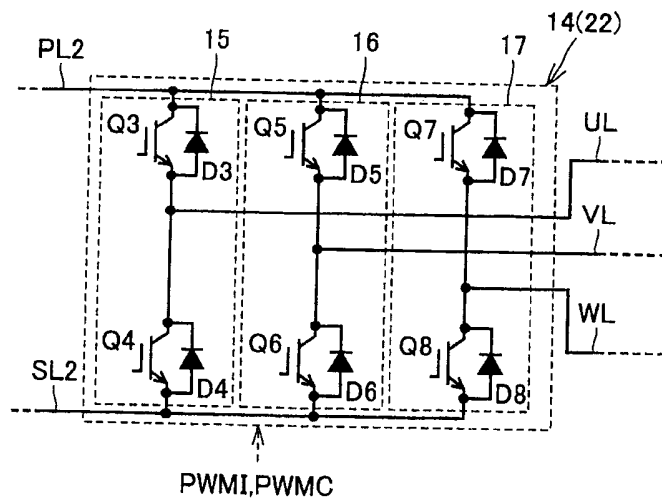


FIG.3

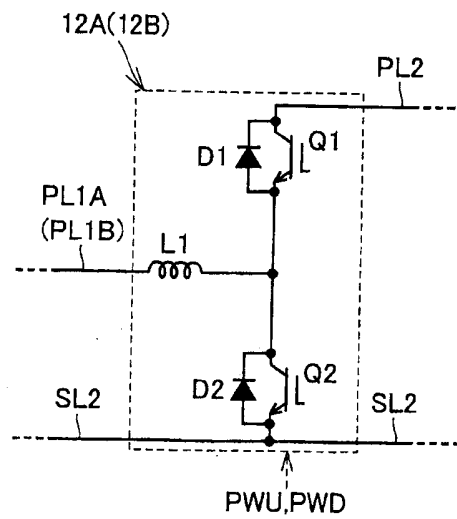




FIG. 4

FIG.5

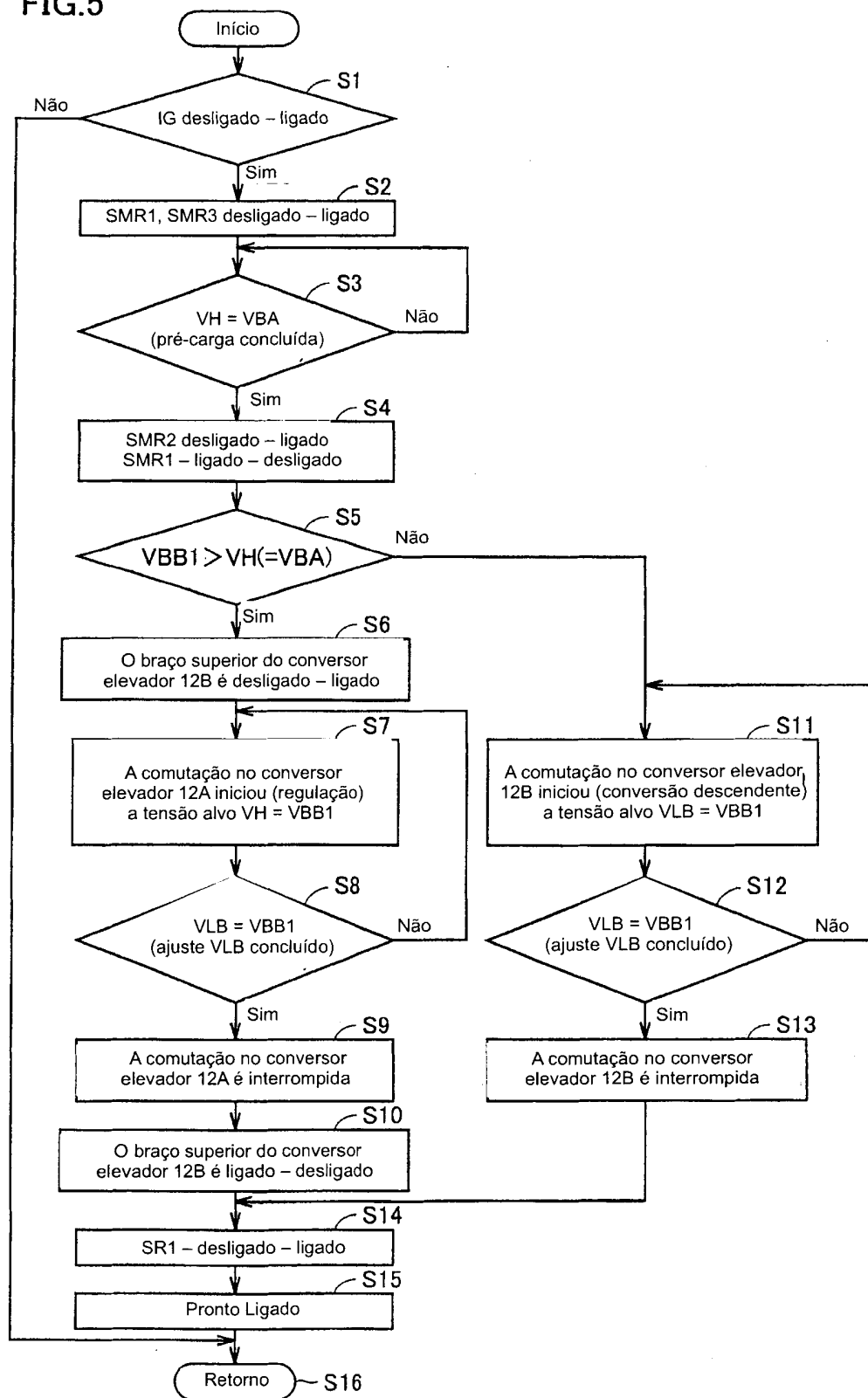


FIG.6

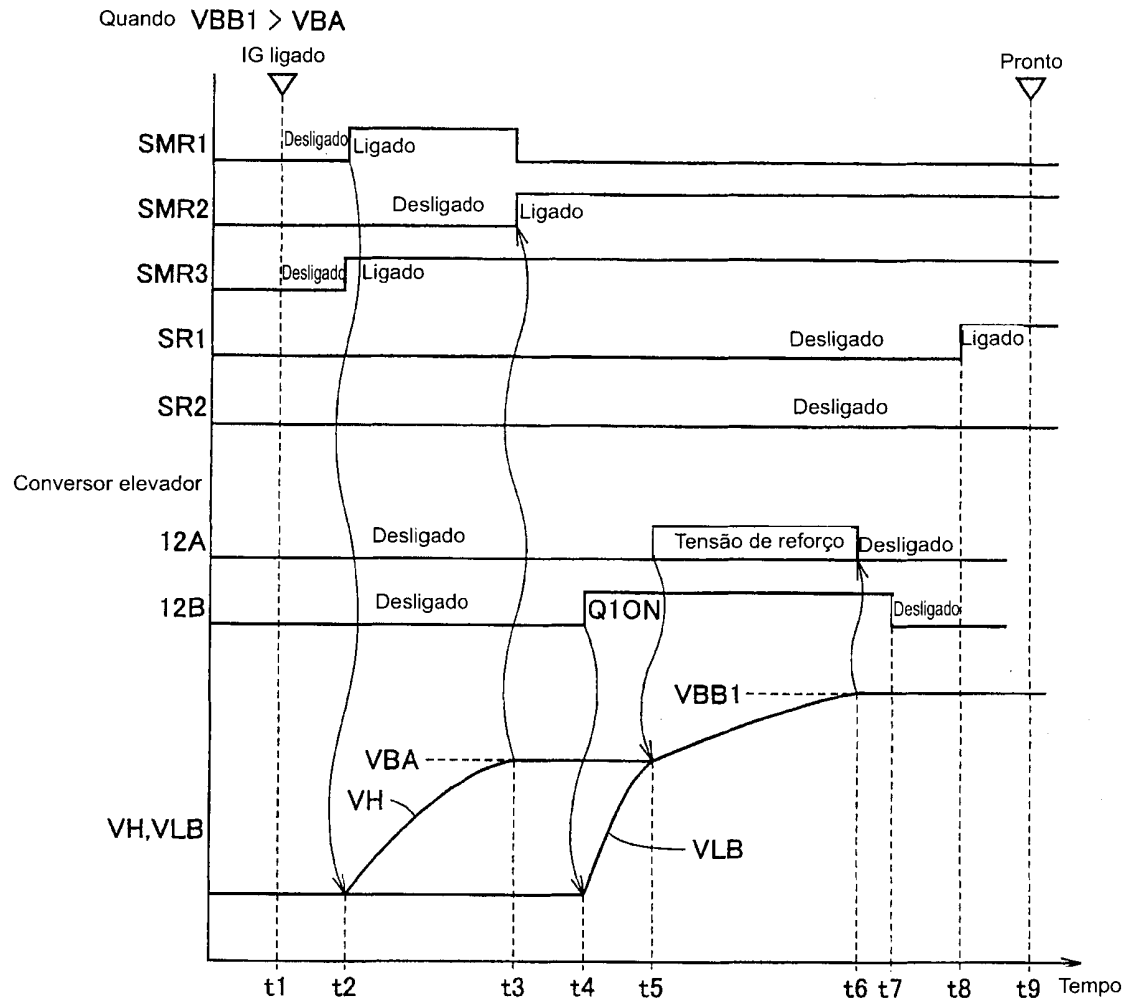


FIG.7

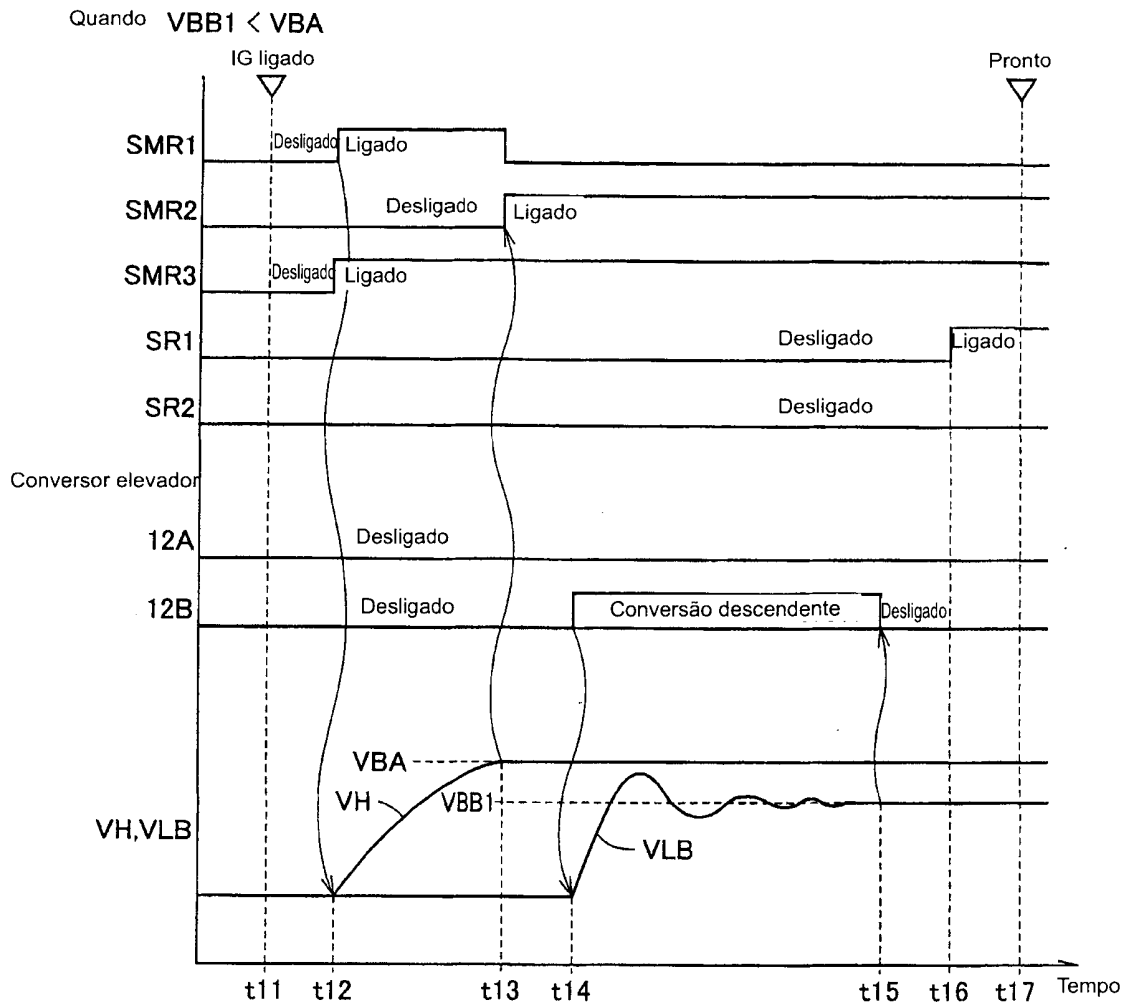


FIG.8

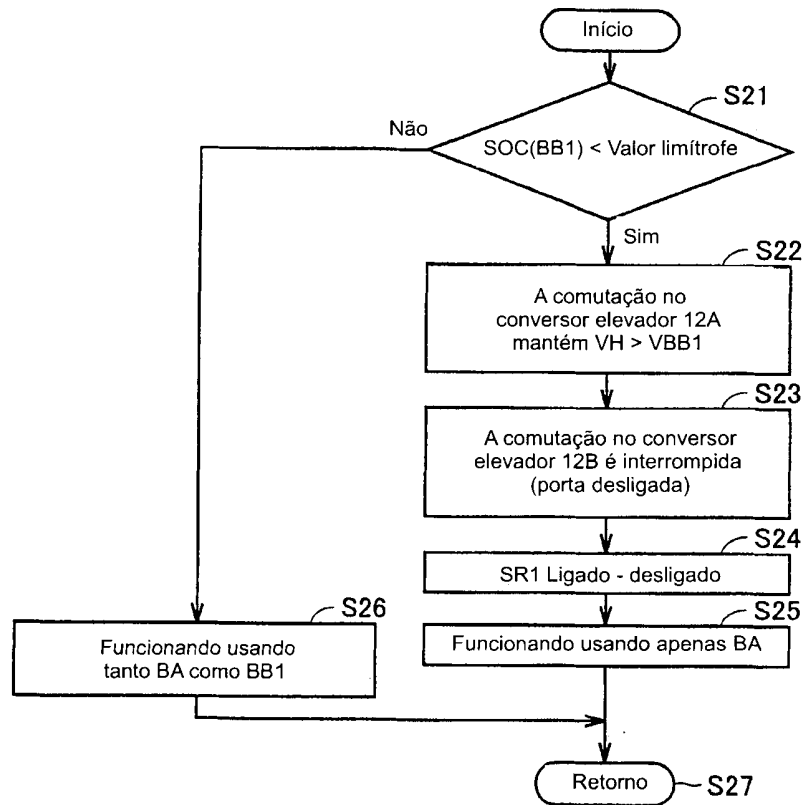


FIG.9

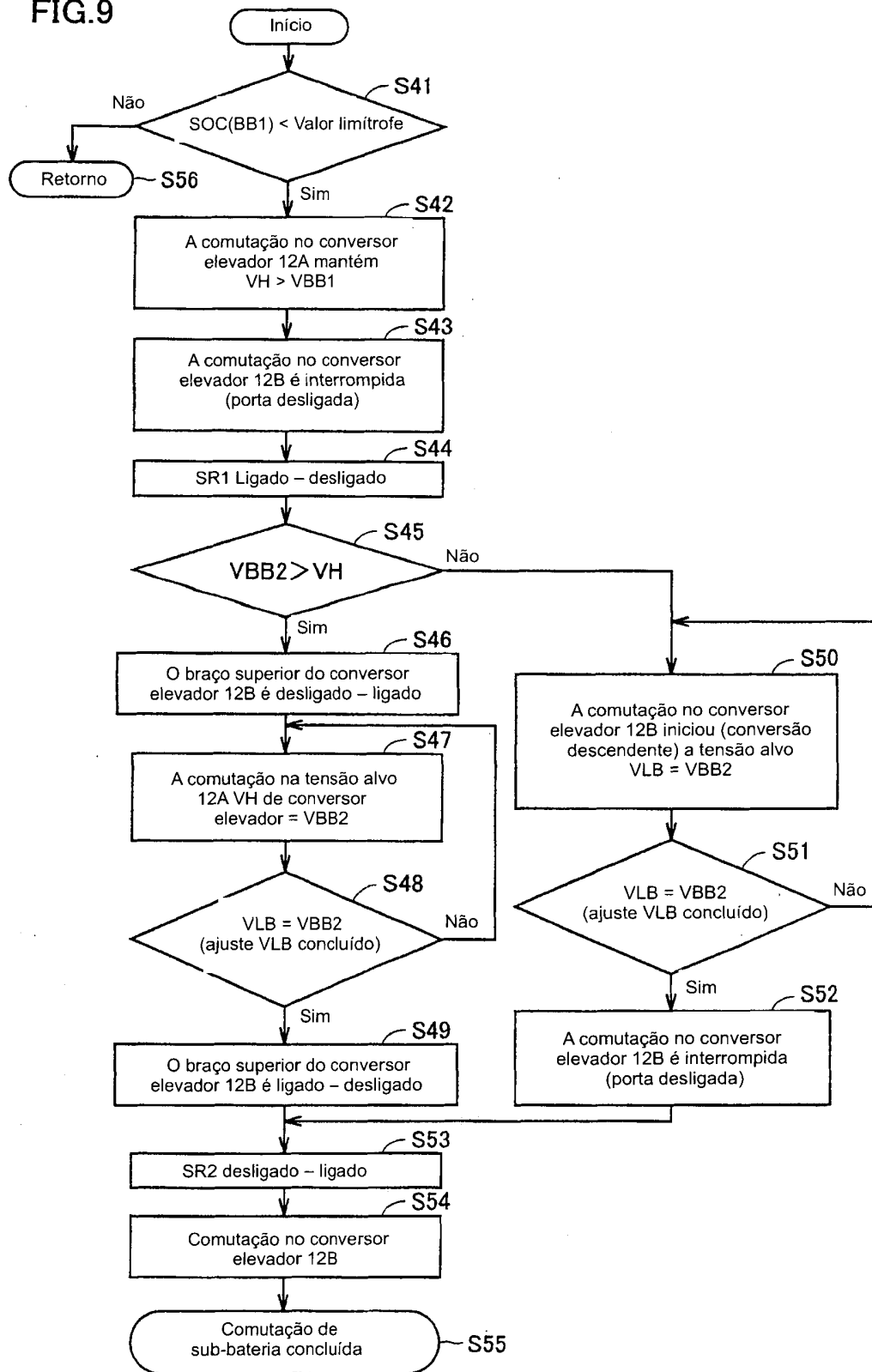


FIG.10

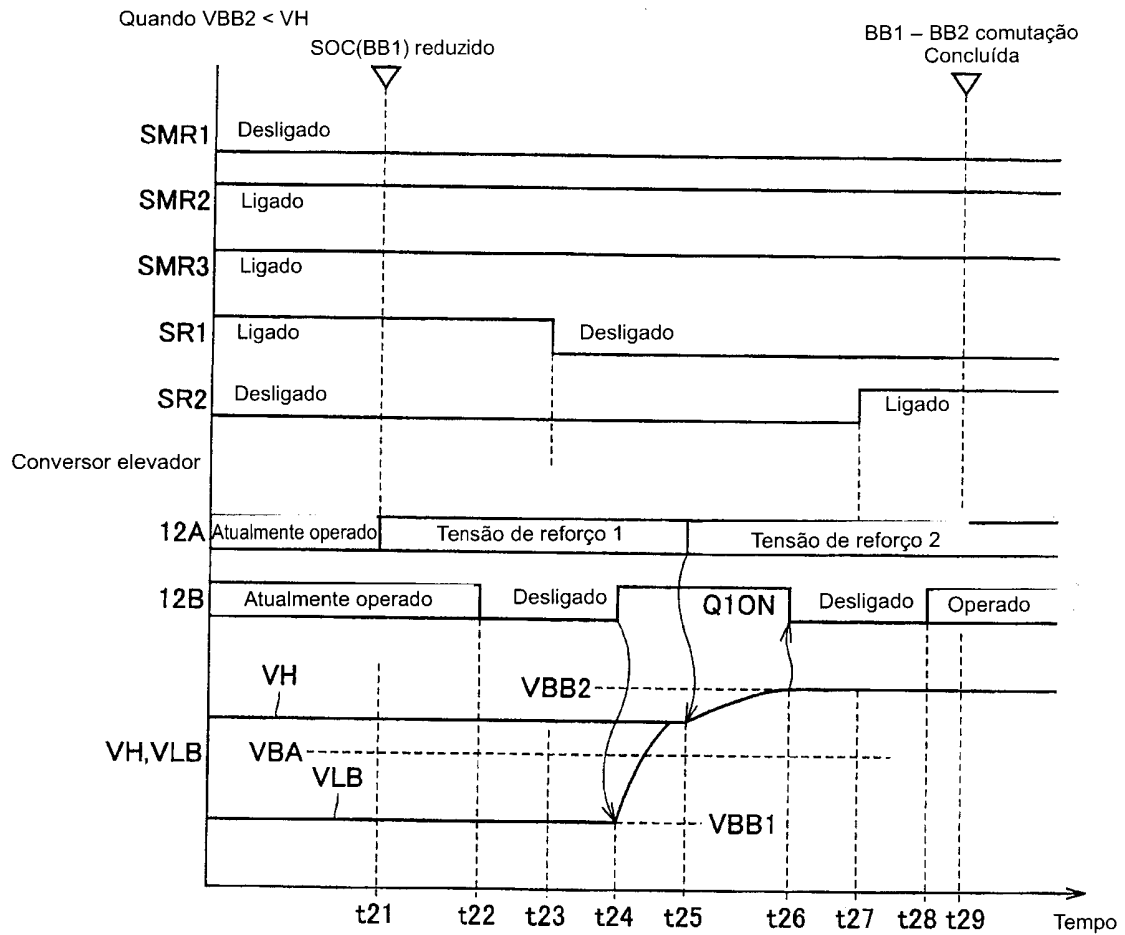


FIG.11

