



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

(11) PI 0617921-5 B1

(22) Data do Depósito: 26/10/2006

(45) Data de Concessão: 14/02/2018



(54) Título: SISTEMA DE ACIONAMENTO DE MOTOR

(51) Int.Cl.: H02P 3/18; H02P 21/00; H02P 27/04

(30) Prioridade Unionista: 27/10/2005 JP 2005-312663, 29/11/2005 JP 2005-343991

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

(72) Inventor(es): MASAYOSHI SUHAMA; MASAKI OKAMURA; EIJI SATO

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA DE ACIONAMENTO DE MOTOR"**.

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um sistema de acionamento de motor, e, particularmente, a um sistema de acionamento de motor que controla o acionamento de um motor CA através do controle de realimentação de uma corrente de motor.

TÉCNICA ANTECEDENTE

[002] Uma estrutura incluindo um suprimento de força CC recarregável, um inversor e um motor CA é conhecida como um típico sistema de acionamento de motor. Este sistema de acionamento de motor é configurado como mostrado a seguir. Durante o fluxo de potência do motor CA, uma potência suprida do suprimento de força CC aciona e controla o motor CA, de modo que a potência possa ser bidirecionalmente suprida e recebida entre o suprimento de força CC, o inversor e o motor CA. Também, durante uma operação regenerativa do motor CA, o inversor converte a potência regenerativa suprida do motor CA em uma tensão CC, a qual pode ser usada para carregar o suprimento de força CC por ele.

[003] Neste sistema de acionamento de motor, o motor CA pode gerar uma potência que excede uma potência aceitável do lado de entrada (lado de suprimento de força CC) e pode assim gerar uma potência excedente. Neste caso, uma potência regenerativa excessivamente grande pode gerar uma sobretensão dentro do sistema de acionamento de motor. Por isso, tal estrutura de controle foi exigida, a qual aumentará o consumo de energia no motor CA, quando exigido, suprimindo assim a potência regenerativa no lado de entrada.

[004] Em conexão com isto, a Patente Japonesa Em Aberto No. 2005-102385 (Documento de Patente 1) descreveu uma estrutura de controle para reduzir a potência regenerativa. Esta estrutura de contro-

le sobrepõe componentes de alta frequência aos valores de comando de corrente de eixo d e q, aumentando assim os componentes de alta frequência de uma corrente de motor que flui através de um motor CA. Esta estrutura aumenta uma perda de núcleo do motor CA e diminui assim a eficiência de acionamento, de modo que a potência regenerativa do motor CA seja suprimida. Consequentemente, é possível na operação regenerativa do motor CA suprimir a elevação de uma tensão CC (tensão de ligação CC) no lado de entrada do inversor.

[005] Contudo, o Documento de Patente 1 não descreveu uma estrutura de controle para fazer com que o torque de saída siga o valor de comando de torque, quando da mudança do valor de comando de torque durante o controle de consumo da potência regenerativa descrita acima.

[006] Além disso, na estrutura de controle descrita no Documento de Patente 1, uma vez que os componentes de alta frequência são acrescentados à corrente do motor, a quantidade do consumo de potência irá continuamente mudar, quando vista nas unidades de tempo extremamente curtas, e a operação de todo o sistema de controle poderá se tornar instável. Por isso, a quantidade de corrente de alta frequência que pode ser sobreposta, isto é, a quantidade de perda de potência no motor, pode apenas aumentar até um certo ponto em vista da estabilização do controle de motor CA. Consequentemente, é difícil assegurar uma grande potência excedente que possa ser consumida enquanto mantém a controlabilidade de torque no motor CA.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[007] A invenção foi criada para superar os problemas acima, e um objetivo da mesma é o de prover um sistema de acionamento de motor apresentando uma estrutura de controle que possa consumir uma potência excedente enquanto executa o controle de seguimento de torque sem causar instabilidade no controle do motor.

[008] Um sistema de acionamento de motor, de acordo com a invenção, é configurado para acionar um motor CA, e inclui um circuito de acionamento de motor, um meio de controle de motor para controlar uma operação do circuito de acionamento do motor. O circuito de acionamento de motor é capaz de bidirecionalmente suprir e receber uma potência no e do motor CA, e supre uma potência de acionamento para o motor CA. O meio de controle de motor executa uma operação de consumo de consumir uma potência excedente determinada dependendo de um estado do sistema de acionamento de motor pelo motor CA, e executa uma operação de acompanhamento de fazer com um torque de saída siga as mudanças no valor de comando de torque enquanto mantém a operação de consumo, quando o valor de comando de torque para o motor CA mudar durante a operação de consumo.

[009] De acordo com o sistema de acionamento de motor, a operação de consumo pode consumir a potência excedente no motor CA. Além disso, mesmo quando o valor de comando de torque para o motor CA mudar durante a operação de consumo, o controle de torque de saída que segue as mudanças no valor de comando de torque poderá ser executado enquanto mantém a operação de consumo. Por isso, mesmo quando um torque solicitado para o motor CA mudar, o torque de saída poderá seguir o valor de comando de torque, e uma potência excedente poderá ser consumida, quando necessário (por exemplo, quando o motor CA instantaneamente gerar uma grande quantidade de potência). Consequentemente, enquanto mantém a controlabilidade de torque do motor CA, o sistema de acionamento de motor pode impedir a geração de uma sobretensão no sistema, que pode ser causada por uma potência regenerativa excessiva proveniente do motor CA. Além disso, a potência excedente pode ser consumida ou da regeneração ou do fluxo de potência, isto é, independentemente do estado de operação do motor CA.

[0010] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de controle de motor aciona o motor CA com uma fase da corrente que relativamente diminui a eficiência de acionamento do motor CA de acordo com o aumento na potência excedente determinada na operação de consumo.

[0011] De acordo com o sistema de acionamento de motor acima, uma vez que a potência excedente do motor CA é consumida por meio da mudança da fase da corrente da corrente de motor, a possibilidade de desestabilizar a controlabilidade do motor é menor do que aquela de uma estrutura de controle que consome a potência excedente em sobrepondo componentes de alta frequência à uma corrente de motor. Por isso, é possível reduzir uma margem exigida em um capacitor e, portanto, reduzir o custo de fabricação, sendo também possível assegurar uma grande potência excedente que pode ser consumida pelo motor CA.

[0012] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de controle de motor apresenta um meio de estimativa de potência para estimar uma potência gerada pelo motor CA com base na velocidade angular de rotação do motor CA e no valor de comando de torque, e determina a potência excedente consumida pela operação de consumo de acordo com a potência gerada estimada pelo meio de estimativa de potência.

[0013] O sistema de acionamento de motor descrito acima estima a potência gerada com base na velocidade angular rotacional do motor CA e no valor de comando de torque, podendo assim fácil e confiavelmente capturar a potência excedente no motor CA. Portanto, o sistema pode facilmente detectar o estado no qual a potência regenerativa tem que ser suprimida pelo consumo de potência excedente no motor CA.

[0014] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da

invenção, o circuito de acionamento de motor é capaz de bidirecionalmente suprir e receber a potência para e de um suprimento de força CC recarregável. O sistema de acionamento de motor adicionalmente inclui um detector de tensão que detecta uma tensão em uma interconexão que eletricamente conecta o circuito de acionamento de motor e o suprimento de força CC entre si. O meio de controle de motor determina a potência excedente consumida pela operação de consumo de acordo com a tensão detectada pelo detector de tensão.

[0015] De acordo com o sistema de acionamento de motor descrito acima, quando a potência regenerativa excedente do motor CA elevar a tensão (tensão de ligação CC) na interconexão entre o circuito de acionamento de motor e a fonte de tensão CC, o consumo de potência excedente no motor CA poderá ser aumentado para suprimir a potência regenerativa do motor CA. Por isso, a geração da sobretenção no sistema de acionamento de motor pode ser confiavelmente impedida.

[0016] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o motor CA é montado no veículo, e um eixo de saída do motor CA é conectado a uma roda do veículo para transmissão de torque. Além disso, o meio de controle de motor determina que a potência excedente seja consumida pela operação de consumo de acordo com uma força de frenagem exigida no veículo.

[0017] No sistema de acionamento de motor precedente, quando o motor CA for usado como um motor de acionamento de veículo, o consumo de potência excedente no motor CA poderá aumentar um momento de inércia de acordo com a força de frenagem exigida no veículo. Assim, um motorista poderá obter uma sensação de aceleração mais confiável devido ao efeito de diminuição da velocidade de rotação do motor CA de acordo com o aumento no momento de inércia. Além disso, a força de frenagem do veículo poderá ser produzida

mesmo quando o freio regenerativo no motor CA não estiver disponível devido às restrições de carregamento no lado de entrada e semelhante. Consequentemente, é possível aperfeiçoar a sensação de dirigir e a capacidade de frenagem do veículo equipado com o sistema de acionamento de motor.

[0018] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor, de acordo com a invenção, o meio de controle de motor apresenta um meio de armazenamento de característica, e produz um comando de corrente de acordo com o valor de comando de torque e a potência excedente determinada com base em uma correlação armazenada no meio de armazenamento de característica. O meio de armazenamento de característica armazena de antemão a correlação entre o valor de comando de torque e o comando corrente correspondendo ao consumo de potência excedente da mesma magnitude no motor CA.

[0019] De acordo com o sistema de acionamento de motor descrito acima, com base na correlação pré-armazenada, o comando de corrente pode fazer com que o motor CA emita um torque de acordo com o valor de comando de torque e consuma a potência excedente, e este comando de corrente poderá ser mudado continuamente mesmo quando ocorrerem mudanças no valor de comando de torque e/ou na potência excedente a ser consumida. Por isso, mesmo quando o valor de comando de torque mudar a operação de consumo de potência excedente, o controle de acompanhamento do torque de saída do motor CA poderá ser executado.

[0020] Preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de controle de motor inclui um meio de ajuste de aumento de perda, um meio de produção de comando de corrente e um meio de controle de corrente. O meio de ajuste de aumento de perda ajusta um comando de perda de motor indicando uma perda de potência a ser aumentada no motor CA correspondendo à potência

excedente determinada. O meio de produção de comando de corrente produz um comando de corrente para uma corrente de motor que passa através do motor CA de acordo com o valor de comando de torque do motor CA e o comando de perda de motor determinado com base no meio de ajuste de aumento de perda. O meio de controle de corrente controla a operação do circuito de acionamento de motor para gerar a corrente de motor de acordo com o comando de corrente produzido pelo meio de produção de comando de corrente. Além disso, o meio de produção de comando de corrente produz o comando de corrente de tal modo que o torque de saída do motor CA se case com o valor de comando de torque e a eficiência de acionamento do motor CA relativamente diminui de acordo com o aumento na perda de potência causada pelo comando de perda de motor.

[0021] De acordo com o sistema de acionamento de motor acima no qual o meio de controle de corrente aciona o motor CA por meio do controle de realimentação da corrente de motor, o valor de comando (valor de comando de corrente) do controle de corrente de motor é ajustado para gerar a perda de potência no motor CA de acordo com o comando de perda de motor, e assim a operação de consumo anterior de consumir uma potência excedente arbitrária pode ser executada. Por isso, mesmo quando o torque solicitado para o motor CA mudar, o torque de saída poderá seguir o valor de comando, e a potência excedente poderá ser consumida com o aumento da perda de tensão no motor CA, quando necessário. Consequentemente, é possível gerar uma sobretensão no sistema de acionamento de motor, que pode ser causada pelo suprimento da potência regenerativa excessiva proveniente do motor CA, enquanto mantém a controlabilidade de torque do motor CA.

[0022] Além disso, preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de controle de motor adicionalmente inclui

um meio de controle de tensão de onda retangular, um meio de seleção de modo de controle e um meio de correção de modo de controle. O meio de controle de tensão de onda retangular controla a operação do circuito de acionamento de motor para aplicar uma tensão de onda retangular de uma fase dependendo do valor de comando de torque para o motor CA. O meio de seleção de modo de controle seleciona um meio, o meio de controle de corrente ou o meio de controle de tensão de onda retangular, de acordo com o estado de operação do motor CA. Quando o meio de seleção de modo de controle selecionar o meio de controle de tensão de onda retangular, o meio de correção de modo de controle cancelará a seleção através do meio de seleção de modo de controle e selecionará o meio de controle de corrente de acordo com o comando de perda de motor determinado pelo meio de ajuste de aumento de perda. Particularmente, quando o meio de correção de modo de controle selecionar o meio de controle de corrente, o meio de produção de comando de corrente produzirá o comando de corrente em uma região de eficiência de acionamento do motor CA mais baixa do que aquela alcançada pelo acionamento de motor que usa o meio de controle de tensão de onda retangular.

[0023] O sistema de acionamento de motor acima pode seletivamente usar o controle de corrente de motor comum e o controle de tensão de onda retangular para assegurar a saída de motor em uma faixa de alta velocidade, podendo assim aumentar uma faixa operável do motor CA. Além disso, quando a potência excedente ocorrer no motor CA durante o controle de tensão de onda retangular, o controle de corrente de motor que produz o comando de corrente na região da eficiência de acionamento mais baixa do que durante o controle de tensão de onda retangular poderá ser selecionado no lugar do controle de tensão de onda retangular. Assim, o motor CA poderá consumir a potência excedente em qualquer porção da região operável alargada. Por

isso, é possível assegurar a saída em uma faixa de alta velocidade devido ao emprego da tensão de onda retangular, bem como para impedir a sobretensão que pode ser gerada no sistema de acionamento de motor devido ao aumento excessivo na potência regenerativa proveniente do motor CA.

[0024] Preferivelmente, o sistema de acionamento de motor da invenção aciona uma pluralidade dos motores CA, e o circuito de acionamento de motor e o meio de controle são dispostos correspondendo a cada dos motores CA. Cada dos circuitos de acionamento de motor é capaz de bidirecionalmente suprir e receber a potência para e de um suprimento de força comum recarregável. Além disso, o sistema de acionamento de motor adicionalmente inclui o meio de distribuição para ajustar as potências excedentes de consumo na pluralidade dos motores CA, respectivamente, de tal modo que toda a pluralidade de motores CA consuma a potência excedente. Cada dos meios de controle de motor controla o motor CA correspondente para executar a operação de consumo de consumir uma potência correspondente das potências excedentes de consumo determinadas pelo meio de distribuição.

[0025] O sistema de acionamento de motor acima que aciona a pluralidade de motores CA pode executar a operação de consumo em cada motor CA de tal modo que toda a pluralidade de motores CA consuma a potência excedente determinada em vista do equilíbrio de potência em todo o sistema. Por isso, é possível suprimir a potência excedente consumida por motor CA e, portanto, reduzir uma carga em cada motor CA, os motores CA podendo consumir a potência excedente como um todo. Assim, é possível impedir a geração da sobretensão no sistema de acionamento de motor com consideração total sendo dada aos estados de operação da pluralidade de motores CA. Em particular, mesmo quando um ou alguns dos motores estiverem

executando a operação regenerativa (isto é, a operação de geração de potência), e o(s) outro(s) motor(es) estiver(em) executando o fluxo de potência, é possível impedir que a pluralidade de motores CA gere a potência excedente como um todo, e impedir a geração da sobretenção no sistema de acionamento de motor. Também, a potência excedente consumível poderá ser confiavelmente aumentada, conforme comparado com o caso onde um ou alguns dos motores CA concentradamente consomem a potência excedente.

[0026] Além disso, preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de distribuição inclui um meio de ajuste de limite superior para calcular as potências excedentes consumíveis da pluralidade de motores CA, respectivamente, com base em um presente estado de operação no motor CA correspondente, e um meio de determinação de distribuição para ajustar a potência excedente de consumo nos respectivos motores CA de tal modo que cada potência excedente de consumo esteja dentro de uma faixa de potência excedente consumível correspondente calculada pelo meio de ajuste de limite superior.

[0027] O sistema de acionamento de motor acima pode distribuir a potência excedente de consumo em uma faixa consumível de acordo com o presente estado de operação para cada motor CA. Por isso, a pluralidade de motores CA pode consumir a potência excedente enquanto mantém um equilíbrio entre eles de acordo com os estados de operação (operação regenerativa e fluxo de potência) dos respectivos motores CA.

[0028] Além disso, preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de distribuição inclui um meio de determinação de distribuição para ajustar as potências excedentes de consumo na pluralidade de motores CA, respectivamente, em vista das temperaturas da pluralidade de motores CA.

[0029] O sistema de acionamento de motor acima monitora o aumento na temperatura do motor / gerador que ocorre de acordo com o consumo de potência excedente. Assim, é possível impedir a execução de tal operação de consumo de potência excedente que eleva a temperatura do motor a uma faixa de alta temperatura causando mudanças na característica do motor.

[0030] Além disso, preferivelmente, no sistema de acionamento de motor da invenção, o meio de distribuição inclui um meio de ajuste de limite superior para calcular, para os respectivos motores CA, as potências excedentes, cada qual consumível dentro de um tempo predeterminado com base em um presente estado de operação do motor CA correspondente, e um meio de determinação de distribuição para ajustar as potências excedentes de consumo nos respectivos motores CA de tal modo que cada potência excedente de consumo esteja dentro de uma faixa da potência excedente correspondente que é consumível dentro do tempo predeterminado calculado pelo meio de ajuste de limite superior.

[0031] O sistema de acionamento de motor acima pode distribuir a potência excedente a cada motor CA dentro da faixa que permite o aumento dentro do tempo predeterminado no presente estado de operação. Por isso, o sistema pode consumir toda a potência excedente dentro de um curto tempo de acordo com os estados de operação (operação regenerativa e fluxo de potência) dos respectivos motores CA.

[0032] Particularmente, na estrutura acima, a pluralidade de motores CA inclui um motor de acionamento que gera uma força de acionamento de roda de um veículo, e um motor de não-acionamento não diretamente gerando a potência de acionamento de roda. O meio de distribuição ajusta as potências excedentes de consumo nos respectivos motores CA de tal modo que o motor de não-acionamento consu-

ma a potência excedente em uma base de prioridade.

[0033] No sistema de acionamento de motor acima, uma vez que o motor de não-acionamento que não diretamente gera a potência de acionamento de roda é usado em uma base de prioridade para consumir a potência excedente, é possível suprimir a possibilidade de a operação de consumo de potência excedente dos motores CA afetar o desempenho de acionamento do veículo.

[0034] Por isso, o sistema de acionamento de motor da invenção pode consumir a potência excedente enquanto executa o controle de acompanhamento de torque sem desestabilizar o controle do motor. Consequentemente, o sistema pode impedir a geração da sobretensão no mesmo devido ao suprimento de uma potência regenerativa excessiva do motor CA.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0035] A Figura 1 mostra toda uma estrutura de um sistema de acionamento de motor, de acordo com uma concretização da invenção.

[0036] A Figura 2 é um diagrama de bloco que ilustra o controle de corrente de motor de um motor CA mostrado na Figura 1.

[0037] A Figura 3 é um diagrama conceitual que ilustra uma relação entre uma fase da corrente de motor e um torque de saída do motor CA MG mostrado na Figura 1.

[0038] A Figura 4 ilustra um exemplo de configuração de uma tabela para ajustar um valor de comando de corrente de motor de acordo com um valor de comando de torque e um valor de ajuste de aumento de perda de motor.

[0039] A Figura 5 ilustra o ajuste de pontos de operação de corrente correspondendo ao diagrama de característica de fase de corrente-torque de saída da Figura 3.

[0040] A Figura 6 é um fluxograma que ilustra uma rotina de de-

terminação para um valor de comando de controle de corrente no sistema de acionamento de motor, de acordo com a primeira concretização.

[0041] A Figura 7 ilustra a informação introduzida em uma unidade de ajuste de aumento de perda de motor, de acordo com uma segunda concretização.

[0042] A Figura 8 é um fluxograma que ilustra uma operação da unidade de ajuste de aumento de perda de motor de acordo de um primeiro exemplo da segunda concretização.

[0043] A Figura 9 é um fluxograma que ilustra uma operação da unidade de ajuste de aumento de perda de motor, de acordo com um exemplo da segunda concretização.

[0044] A Figura 10 é um fluxograma que ilustra uma operação da unidade de ajuste de aumento de perda de motor, de acordo com um terceiro exemplo da segunda concretização.

[0045] A Figura 11 ilustra informação introduzida em uma unidade de ajuste de aumento de perda de motor, de acordo com uma modificação da segunda concretização.

[0046] A Figura 12 é um fluxograma que ilustra uma operação da unidade de ajuste de aumento de perda de motor, de acordo com a modificação da segunda concretização.

[0047] A Figura 13 ilustra um método de controle usado em um sistema de acionamento de motor, de acordo com uma terceira concretização.

[0048] A Figura 14 é um fluxograma que ilustra um método de selecionar o método de controle no sistema de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização.

[0049] A Figura 15 ilustra a comutação do método de controle correspondendo às condições do motor no sistema de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização.

[0050] A Figura 16 é um diagrama de bloco que ilustra um método de controle de tensão de onda retangular usado no sistema de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização.

[0051] A Figura 17 ilustra um controle de torque de saída no método de controle de tensão de onda retangular.

[0052] A Figura 18 é um diagrama conceitual que ilustra pontos de operação de corrente no método de controle de tensão de onda retangular.

[0053] A Figura 19 é um diagrama conceitual que ilustra uma maneira de aplicar o controle de corrente de motor em uma região de acionamento à qual deve ser aplicado o método de controle de tensão de onda retangular.

[0054] A Figura 20 é um fluxograma que ilustra um método de controle de motor em um sistema de controle de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização.

[0055] A Figura 21 é um diagrama que mostra toda uma estrutura de um sistema de acionamento de motor, de acordo com uma quarta concretização da invenção.

[0056] A Figura 22 é um fluxograma que ilustra uma maneira de determinar um valor de ajuste de aumento de perda de motor em cada motor / gerador no sistema de acionamento de motor, de acordo com a quarta concretização.

[0057] A Figura 23 é um fluxograma que ilustra um primeiro exemplo de distribuição de potência excedente de consumo entre os motores / geradores, de acordo com uma quinta concretização.

[0058] A Figura 24 é um diagrama conceitual que ilustra uma maneira de calcular uma potência excedente consumível em cada motor / gerador.

[0059] A Figura 25 é um fluxograma que ilustra uma estrutura de controle preferível para a distribuição de potência excedente de con-

sumo ilustrada na Figura 23.

[0060] A Figura 26 é um fluxograma que ilustra um segundo exemplo da distribuição de potência excedente de consumo entre os motores / geradores, de acordo com a quinta concretização.

[0061] A Figura 27 mostra toda uma estrutura de um sistema de acionamento de motor apresentando uma estrutura na Figura 21 e adicionalmente provida com um sensor de temperatura.

[0062] A Figura 28 é um fluxograma que ilustra um terceiro exemplo da distribuição de potência excedente de consumo entre os motores / geradores, de acordo com a quinta concretização.

[0063] A Figura 29 é um diagrama conceitual que ilustra um tempo exigido para o carregamento do valor de comando de corrente de acordo com uma operação de consumo de potência excedente.

[0064] A Figura 30 ilustra um exemplo estrutural de uma tabela para a obtenção de uma potência excedente de consumo que pode ser aumentada dentro de um tempo determinado por cada gerador do motor.

[0065] A Figura 31 é um fluxograma que ilustra uma estrutura de controle preferível adicional para a distribuição de potência excedente de consumo ilustrada na Figura 28.

MELHOR MODO PARA SE EXECUTAR A INVENÇÃO

[0066] Concretizações da invenção serão agora descritas com referência aos desenhos. As mesmas partes ou partes correspondentes recebem os mesmos numerais de referência, a descrição dos mesmos não sendo repetida, em princípio.

Primeira Concretização

[0067] A Figura 1 mostra toda uma estrutura de um sistema de acionamento de motor, de acordo com uma concretização da invenção.

[0068] Com referência à Figura 1, um sistema de acionamento de

motor 100, de acordo com uma concretização da invenção, inclui uma unidade de geração de tensão CC 10#, um capacitor de filtração final CO, um inversor 20, um dispositivo de controle 50 e um motor CA MG.

[0069] Uma carga 60 é acionada para girar através de um torque de saída do motor CA MG. Por exemplo, a carga 60 inclui um eixo de acionamento 62 acoplado para transmitir um torque de saída do motor CA MG, e uma roda de acionamento 65 que é acionada para girar de acordo com uma rotação do eixo de acionamento 62.

[0070] Conforme descrito acima, o motor CA MG é usado tipicamente como um motor elétrico de acionamento para acionar as rodas de acionamento de um carro híbrido ou um carro elétrico. Alternativamente, um motor CA MG pode ser configurado para ter uma função de um gerador elétrico que é acionado por um motor, e pode ser configurado para ter tanto funções do motor elétrico como do gerador de tal modo que a geração de potência regenerativa seja executada pela geração de um torque de saída em uma direção oposta a uma direção de rotação da roda de acionamento 65. Além disso, o motor CA MG pode ser disposto em um carro híbrido, de modo que ele possa operar como um motor elétrico com relação a um motor para dar partida ao motor.

[0071] A unidade de geração de tensão CC 10# inclui um suprimento de força CC B, relés de sistema SR1 e SR2, um capacitor de filtração final C1 e um conversor elevador/redutor 12.

[0072] O suprimento de força CC B é formado de uma bateria secundária de íon de níquel, hidrogênio, lítio ou semelhante, ou de um dispositivo de bateria de armazenamento, tal como um capacitor elétrico de camada dupla. Um sensor de tensão 10 detecta a tensão CC Vb emitida pelo suprimento de força CC B. O sensor de tensão 10 emite a tensão CC Vb detectada para o dispositivo de controle 50.

[0073] O relé de sistema SR1 é conectado entre um terminal de eletrodo positivo de suprimento de força CC B e uma linha de força 6,

e o relé de sistema SR2 é conectado entre um terminal de eletrodo negativo de suprimento de força CC B e uma linha terra 5. Os relés de sistema SR1, SR2 são ligados/desligados por um sinal SE proveniente do dispositivo de controle 50. Mais especificamente, os relés SR1, SR2 são ligados pelo sinal SE no nível H (lógico alto) do dispositivo de controle 50 e desligados pelo sinal SE no nível L (lógico baixo) do dispositivo de controle 50. O capacitor de filtração final C1 é conectado entre a linha de força 6 e a linha terra 5.

[0074] O conversor elevador/redutor 12 inclui um reator L1 e elementos de comutação de semicondutor de potência Q1 e Q2.

[0075] Os elementos de comutação de potência Q1 e Q2 são conectados em série entre uma linha de força 7 e a linha terra 5. A ligação e o desligamento dos elementos de comutação de força Q1 e Q2 são controlados pelos sinais de controle de comutação S1 e S2 providos do dispositivo de controle 50.

[0076] Nas concretizações da presente invenção, um IGBT (Transistor Bipolar de Porta Isolada), um transistor de potência MOS (Semicondutor de Óxido Metálico), um transistor bipolar de força, ou semelhante pode ser usado como o elemento de comutação de semicondutor de potência (que será simplesmente denominado adiante de "elemento de comutação"). Os diodos antiparalelos D1 e D2 são dispostos com relação aos elementos de comutação Q1 e Q2.

[0077] O reator L1 é conectado entre um nó de conexão dos elementos de comutação Q1 e Q2 e a linha de força 6. Adicionalmente, o capacitor de filtração final CO é conectado entre a linha de força 7 e a linha terra 5.

[0078] O inversor 20 é formado de um braço de fase U 22, um braço de fase V 24 e um braço de fase W 26 providos em paralelo entre a linha de força 7 e a linha terra 5. Cada braço de fase é formado de elementos de comutação conectados em série entre a linha de for-

ça 7 e a linha terra 5. Por exemplo, o braço de fase u 22 é formado dos elementos de comutação Q11 e Q12, o braço de fase v 24 é formado dos elementos de comutação Q13 e Q14, e o braço de fase w 26 é formado dos elementos de comutação Q15 e Q16. Além disso, os diodos antiparalelos D11-D16 são conectados aos elementos de comutação Q11-Q16, respectivamente. A ligação e o desligamento dos elementos de comutação Q11-Q16 são controlados pelos sinais de controle de comutação S11-S16 providos do dispositivo de controle 50.

[0079] Um ponto intermediário de cada braço de fase é conectado a uma extremidade de fase de cada bobina de fase do motor CA MG. Em outras palavras, o motor CA MG é um motor de ímã permanente de três fases e é formado de tal modo que as extremidades em um lado das bobinas de três fases U, V, e W sejam comumente conectadas a um ponto neutro N. Adicionalmente, a outra extremidade de cada bobina de fase é conectada ao ponto intermediário do elemento de comutação do braço de fase 22, 24 ou 26.

[0080] Na operação de elevação, o conversor elevador/redutor 12 supre para o inversor 20 uma tensão CC VH (esta tensão CC equivalente a uma tensão de entrada para o inversor 20 é também denominada adiante de "tensão de sistema VH") gerada pela tensão de reforço CC Vb suprida do suprimento de força CC B. Esta tensão de sistema corresponde a uma tensão de ligação CC do inversor que é mencionado no Documento de Patente 1.

[0081] Mais especificamente, uma relação de atividade (relação de período ativo) dos elementos de comutação Q1 e Q2 é estabelecida em resposta aos sinais de controle de comutação S1 e S2 providos do dispositivo de controle 50, e a relação de elevação depende da relação de atividade.

[0082] Além disso, em um momento da operação de redução, o conversor elevador/redutor 12 abaixa a tensão CC (tensão de sistema)

suprida do inversor 20 através do capacitor de filtração final C0, e a supre para carregar o suprimento de força CC B. Mais especificamente, o período durante o qual é ligado apenas o elemento de comutação Q1 e o período durante o qual são desligados ambos os elementos de comutação Q1 e Q2 são alternadamente providos em resposta aos sinais de controle de comutação S1 e S2 provenientes do dispositivo de controle 50, e a relação de redução depende da relação de atividade do período ativo acima mencionado.

[0083] O capacitor de filtração final C0 filtra a tensão CC do conversor elevador/redutor 12 e supre a tensão CC filtrada para o inversor 20. Um sensor de tensão 13 detecta a tensão entre as extremidades opostas do capacitor de filtração final CO, isto é, a tensão de sistema e emite o valor detectado VH para o dispositivo de controle 50.

[0084] Quando um valor de comando de torque do motor CA MG for positivo ($Tq_{com} > 0$), o inversor 20 converterá a tensão CC suprida do capacitor de filtração final C0 em uma tensão CA através da operação de comutação dos elementos de comutação Q11 - Q16 responsiva aos sinais de controle de comutação S11 - S16 do dispositivo de controle 50 e acionará o motor CA MG para emitir um torque positivo. Por outro lado, quando o valor de comando de torque do motor CA MG for zero ($Tq_{com} = 0$), o inversor 20 converterá a tensão CC em uma tensão CA através da operação de comutação responsiva aos sinais de controle de comutação S11 - S16, e acionará o motor CA MG, de modo que o torque se torne zero. Desse modo, o motor CA MG é acionado para gerar torque zero ou positivo designado pelo valor de comando de torque Tq_{com} .

[0085] Além disso, em um tempo de frenagem regenerativa do carro híbrido ou do carro elétrico equipado com sistema de acionamento de motor 100, o valor de comando de torque Tq_{com} do motor CA MG é ajustado negativo ($Tq_{com} < 0$). Neste caso, o inversor 20 converte a

tensão CA gerada pelo motor CA MG em uma tensão CC através da operação de comutação responsiva aos sinais de controle de comutação S11 - S16 e supre a tensão CC convertida (tensão do sistema) para o conversor elevador/redutor 12 através do capacitor de filtração final C0. É notado que a frenagem regenerativa mencionada aqui inclui a frenagem envolvendo a geração de potência regenerativa no caso em que o pedal de freio de pé é operado pelo motorista que dirige o carro híbrido ou o carro elétrico, e a desaceleração do veículo (ou a interrupção da aceleração) enquanto causa a geração de potência regenerativa por meio da soltura do pedal do acelerador durante o percurso sem operar o pedal de freio de pé.

[0086] Um sensor de corrente 27 detecta uma corrente de motor MCRT que flui no motor CA MG e emite a corrente de motor detectada para o dispositivo de controle 50. Aqui, uma vez que a soma dos valores instantâneos das correntes de três fases i_u , i_c e i_w é zero, o sensor de corrente 27 pode ser disposto para detectar apenas as correntes do motor de duas fases (por exemplo, a corrente de fase V i_v e a corrente de fase W i_w), conforme mostrado na Figura 1.

[0087] Um sensor de ângulo rotacional (resolvedor) 28 detecta um ângulo rotacional θ para um rotor (não mostrado) do motor CA MG e envia o ângulo rotacional detectado θ para o dispositivo de controle 50. No dispositivo de controle 50, uma velocidade de revolução Nmt (velocidade de rotação angular ω) do motor CA MG é calculada com base no ângulo rotacional θ .

[0088] O dispositivo de controle 50 controla as operações do inversor 20 de tal modo que o motor CA MG emita um torque de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} através do método descrito posteriormente, com base no valor de comando de torque T_{qcom} introduzido a partir de uma unidade de controle eletrônico (ECU) provida fora, na tensão de bateria V_b detectada pelo sensor de tensão 10, na

tensão do sistema VH detectada pelo sensor de tensão 13, nas correntes de motor MCRT providas do sensor de corrente 27 e no ângulo rotacional θ provido do sensor de ângulo rotacional 28. Em outras palavras, o dispositivo de controle 50 produz sinais de controle de comutação S11 - S16 para controlar o inversor 20, conforme descrito acima, que são gerados e os emite para o inversor 20.

[0089] No momento da operação de reforço ou de aumento do conversor elevador/redutor 12, o dispositivo de controle 50 calcula o valor de comando da tensão do sistema VH de acordo com o estado de operação do motor CA MG, e gera sinais de controle de comutação S1 e S2 provendo tensão de saída VH do valor de comando de tensão com base neste valor de comando e no valor detectado da tensão de sistema VH detectada pelo sensor de tensão 13.

[0090] Além disso, quando o dispositivo de controle 50 receber da ECU externa um sinal de controle RGE indicando que o carro híbrido ou o carro elétrico entra no modo de frenagem regenerativa, ele irá gerar sinais de controle de comutação S11 - S16 e emitir os mesmos para o inversor 20, de modo que a tensão CA gerada pelo motor CA MG seja convertida em tensão CC. Desse modo, o inversor 20 converte a tensão CA gerada no motor CA MG em tensão CC para ser suprida para o conversor elevador/redutor 12.

[0091] Ademais, em resposta ao sinal de controle RGE, o dispositivo de controle 50 gera sinais de controle de comutação S1 e S2 para reduzir a tensão CC suprida do inversor 20, e emite a mesma para o conversor elevador/redutor 12. Desta maneira, a potência regenerativa CA do motor MG é usada para carregar o suprimento de força CC B.

[0092] Adicionalmente, quando o sistema de acionamento de motor 100 for iniciado ou parado, o dispositivo de controle 50 irá gerar o sinal SE para ligar/desligar os relés de sistema SR1 e SR2, e emitirá os mesmos para os relés de sistema SR1 e SR2.

[0093] Ademais, o dispositivo de controle 50 recebe informação acerca do suprimento de força CC B, tal como um SOC (Estado de Carga) e uma quantidade de potência introduzível Win indicando a restrição de carregamento. Assim, o dispositivo de controle 50 controla a potência consumida e a potência gerada (potência regenerativa) no sistema de acionamento de motor 100.

[0094] O controle de acionamento do motor CA MG no sistema de acionamento de motor 100 é basicamente executado pelo controle de realimentação da corrente de motor MCRT, conforme será descrito abaixo.

[0095] A Figura 2 é um diagrama de bloco de controle do controle de corrente de motor executado pelo dispositivo de controle 50 de acordo com um método de Modulação de amplitude de pulso (PWM).

[0096] Com referência à Figura 2, um bloco de controle de corrente 200 inclui unidades de transformação de coordenada 220 e 250, uma unidade de cálculo de velocidade de revolução 230, uma unidade de cálculo PI 240 e uma unidade de produção de sinal PWM 260. Adicionalmente, o bloco de controle de corrente 200 inclui uma unidade de produção de comando de corrente 210 provendo um comando de corrente para o bloco de controle de corrente 200, e uma unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 que provê uma perda de potência a ser aumentada no motor CA MG para a unidade de produção de comando de corrente 210.

[0097] A unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 recebe o estado de carga SOC do suprimento de força CC B, a quantidade de potência introduzível Win e o sinal de controle RGE, bem como as condições de operação do motor CA MG, isto é, o valor de comando de torque Tqcom e a velocidade de revolução Nmt (velocidade de rotação angular ω), e gera um valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom.

[0098] A unidade de produção de comando de corrente 210 produz os valores de comando de corrente I_{dcom} e I_{qcom} de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} do motor CA MG com base em uma tabela ou semelhante que é preparada de antemão.

[0099] A unidade de transformação de coordenada 220 executa a transformação de coordenada (três fases para duas fases) usando o ângulo rotacional θ do motor CA MG detectado pelo sensor de ângulo rotacional 28, e assim calcula a corrente de eixo d e a corrente de eixo q com base na corrente do motor MCRT ($i_v, i_w, i_u - -(i_v + i_w)$) detectada pelo sensor de corrente 27. A unidade de cálculo de velocidade de revolução 230 calcula a velocidade de revolução N_{mt} do motor CA MG com base na saída do sensor de ângulo rotacional 28.

[00100] A unidade de cálculo PI 240 recebe um desvio Δi_d ($\Delta i_d = I_{dcom} - i_d$) de um valor de comando da corrente de eixo d e um desvio Δi_q ($\Delta i_q = I_{qcom} - i_q$) de um valor de comando da corrente de eixo q. A unidade de cálculo PI 240 executa o cálculo PI com um ganho prescrito para obter um desvio de controle para cada dos desvios de corrente de eixo d e q Δi_d e Δi_q , e gera os valores de comando de tensão de eixo d e q $V_d^{\#}$ e $V_q^{\#}$ correspondendo a estes desvios de controle, respectivamente.

[00101] A unidade de transformação de coordenada 230 executa a transformação de coordenada (duas fases para três fases) usando o ângulo rotacional θ do motor CA MG, e assim converte os valores de comando de tensão de eixo d e q $V_d^{\#}$ e $V_q^{\#}$ nos respectivos valores de comando de tensão de fase V_u, V_v e V_w das fases U, V e W. Aqui, a tensão do sistema V_H também é refletida na conversão dos valores de comando de tensão de eixo d e q $V_d^{\#}$ e $V_q^{\#}$ para os respectivos valores de comando de tensão de fase V_u, V_v e V_w .

[00102] A unidade de produção de sinal PWM 260 produz sinais de

controle de comutação S11 - S16 mostrados na Figura 1 com base na comparação entre os valores de comando de tensão Vu, Vv e Vw nas respectivas fases e uma onda de portadora prescrita. A comutação do inversor 20 é controlada de acordo com os sinais de controle de comutação S11 - S16 produzidos pelo bloco de comando de corrente 200, de modo que tensão CA para emitir um torque de acordo com o valor de comando de torque Tqcom seja aplicada ao motor CA MG.

[00103] Uma unidade de produção de valor de comando VH produz um valor de comando de controle VH# de tensão de sistema (também denominado adiante de "valor de comando de tensão VH#") dependendo do valor de comando de torque Tqcom e da velocidade de revolução Nmt do motor CA MG.

[00104] Uma unidade de produção de sinal PWM 350 produz sinais de controle de comutação S1 e S2, de acordo com o método de controle PWM prescrito, de modo que a tensão de saída do conversor 12 atinja o valor de comando de tensão VH#, com base na tensão de bateria Vb detectada pelo sensor de tensão 10 e pela presente tensão de sistema VH.

[00105] No sistema de acionamento de motor, de acordo com a concretização, a unidade de produção de comando de corrente 210 reflete o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom na produção dos valores de comando de corrente Idcom e Iqcom usados para emitir o torque do motor CA MG de acordo com o valor de comando de torque Tqcom, conforme será descrito posteriormente em detalhes.

[00106] A Figura 3 é um diagrama conceitual que ilustra uma relação entre uma fase da corrente do motor e um torque de saída do motor CA MG.

[00107] Na Figura 3, as linhas cheias são linhas características que representam mudanças que ocorrerão no torque de saída quando a fase da corrente mudar com a amplitude de corrente do motor mantida

constante. Conforme poderá ser entendido a partir destas linhas características, há uma fase da corrente que atinge um torque de saída máximo, isto é, uma máxima eficiência de motor em conexão com cada amplitude de corrente do motor. Uma linha característica de ótima eficiência CL0 é obtida com a conexão dos pontos de operação de eficiência máxima correspondendo às respectivas amplitudes de corrente.

[00108] A unidade de produção de comando de corrente 210 mostrada na Figura 2 basicamente determina a amplitude e a fase da corrente do motor para ajustar o ponto de operação de corrente na linha característica de ótima eficiência CL0 com relação ao valor de comando do torque de saída, isto é, o valor de comando de torque T_{qcom} , e gera valores de comando de corrente I_{dcom} e I_{qcom} para os eixos d e q, de modo que a amplitude de corrente e a fase da corrente assim determinadas possam ser alcançadas.

[00109] Também, linhas características de aumento de perda CL1 - CL3 podem ser obtidas como conjuntos de pontos de operação de corrente que são obtidos através do deslocamento da fase da corrente do ótimo ponto para gerar certas quantidades de perda inferior no motor CA MG. Desse modo, cada linha característica de aumento de perda pode ser definida como o conjunto dos pontos de operação de corrente onde as perdas de motor da mesma quantidade ocorrem correspondendo a cada amplitude de corrente.

[00110] Consequentemente, um ponto de operação de corrente pode ser selecionado das características de fase da corrente-torque de saída mostradas na Figura 3 de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} .

[00111] Por exemplo, conforme ilustrado na Figura 3, quando o valor de comando de torque T_{qcom} for igual a T_1 , os pontos de operação de corrente P1o, P1a, P1b e P1c serão obtidos para os valores de

ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} iguais a 0, L1, L2 e L3, respectivamente. Do mesmo modo, quando o valor de comando de torque T_{qcom} for igual a T_2 , os pontos de operação de corrente P2o, P2a, P2b e P2c poderão ser ajustados para obter valores de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} iguais a 0, L1, L2 e L3, respectivamente.

[00112] Conforme ilustrado na Figura 4, uma tabela de referência TBL é preparada de antemão. Os valores da tabela são formados de conjuntos (I_{dcom} , I_{qcom}) dos valores de comando de corrente de eixo d e q correspondendo aos respectivos pontos de operação de corrente de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} . A unidade de produção de comando de corrente 210 refere-se à tabela TBL de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} , podendo produzir assim valores de comando de corrente I_{dcom} e I_{qcom} para emitir o torque de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} enquanto aumenta a perda de potência de acordo com o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} .

[00113] Desta maneira, é possível ajustar arbitrariamente a operação ($M_{lcom} = 0$) fazendo com que o motor CA MG opere com uma ótima eficiência e operação de consumo ($M_{lcom} > 0$) de consumir uma potência excedente arbitrária com o aumento da perda de potência no motor CA MG de acordo com o valor ajustado.

[00114] Alternativamente, conforme ilustrado na Figura 5, é possível preparar de antemão uma tabela de referência de cuja tabela os valores são formados de conjuntos de valores de comando de corrente (I_{dcom} , I_{qcom}) correspondendo aos respectivos pontos em um plano bidimensional das características de fase da corrente-torque de saída manipuladas como candidatos dos pontos de operação de corrente.

Neste caso, a unidade de produção de comando de corrente 210 determina o ponto de operação de corrente a ser selecionado dentre os candidatos na Figura 5 de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} . Este método pode produzir o valor de comando de corrente similarmente ao método ilustrado na Figura 4.

[00115] A Figura 6 é um fluxograma que ilustra uma rotina de determinação para o valor de comando de controle de corrente no sistema de acionamento de motor, de acordo com a primeira concretização.

[00116] Com referência à Figura 6, o dispositivo de controle 50 determina, de acordo com o estado de operação do motor CA MG, a potência excedente a ser consumida pelo motor CA MG, isto é, a perda de potência a ser aumentada na etapa S10. Mais especificamente, o dispositivo de controle 50 determina o valor de ajuste de aumento de perda do motor MI_{com} correspondendo à quantidade de perda de potência a ser adicionalmente consumida correspondendo à potência excedente no motor CA MG com a diminuição da eficiência de acionamento do motor. O processamento na etapa S100 corresponde à operação da unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 mostrada na Figura 2.

[00117] Por exemplo, na etapa S100, quando o motor CA MG executar a operação regenerativa de acordo com o sinal de controle RGE, o carregamento para o suprimento de força CC B (a bateria secundária) poderá ser limitado com base no estado de carga (isto é, SOC) e na quantidade de potência introduzível Win , em cujo caso ($MI_{com} > 0$) é ajustado. Desse modo, o valor de ajuste de aumento de perda do motor MI_{com} é determinado em vista do estado de operação do motor CA MG (isto é, em vista de se a operação regenerativa está sendo ou não executada, e uma quantidade de força gerada estimada no motor

CA MG refletindo o agarre/deslizamento e semelhante das rodas) e um estado de um alvo de suprimento da potência regenerativa do motor CA MG.

[00118] O dispositivo de controle 50 determina, na etapa S110, se o valor de ajuste de aumento de perda do motor $Mlcom$ determinado na etapa S100 é ou não maior do que $Mlcom$ ($Mlcom > 0$). Quando o valor $Mlcom$ for igual a 0 (Não, na etapa S110), não será necessário aumentar intencionalmente a perda de potência no motor CA MG, de modo que o controle de motor seja executado para maximizar a eficiência do acionamento do motor. Desse modo, o dispositivo de controle 50 determina valores de comando de corrente $Idcom$ e $Iqcom$ de acordo com o valor de comando de torque $Tqcom$, de modo que o ponto de operação de corrente possa ser determinado em uma linha característica de ótima eficiência $CL0$ mostrada na Figura 3. Por exemplo, os valores de comando de corrente de eixo d e q $Idcom$ e $Iqcom$ são determinados com referência à tabela TBL (Figura 4).

[00119] Quando o valor de ajuste de aumento de perda de motor $Mlcom$ for maior que 0 (Sim, na etapa S110), o dispositivo de controle 50 determinará na etapa S130 se o torque de saída está ou não sendo deslocado, isto é, se o valor de comando de torque $Tqcom$ mudou daquele na última execução da sub-rotina na Figura 6.

[00120] Quando o valor de comando de torque $Tqcom$ não tiver mudado do último valor (Não, na etapa S130), o valor de comando de corrente será determinado na etapa S140 de acordo com o valor de comando de torque $Tqcom$, de modo que o ponto de operação de corrente poderá ser selecionado na linha característica de aumento de perda (por exemplo, $CL1 - CL3$ na Figura 3) correspondendo ao valor de ajuste de aumento de perda de motor $Mlcom$. Desse modo, os valores de comando de corrente de eixo d e q $Idcom$ e $Iqcom$ são determinados de acordo com os pontos de cruzamento do valor de comando

de torque T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} na tabela TBL mostrada na Figura 4.

[00121] Contrariamente, quando o torque de saída estiver deslocando, isto é, quando o valor de comando de torque T_{qcom} tiver mudado do último valor (Sim, na etapa S130), o valor de comando de corrente será determinado de acordo com a transição do ponto de operação de corrente no plano de fase da corrente-torque de saída mostrado na Figura 5.

[00122] Por exemplo, quando o ponto de operação de corrente deslocar do último ponto de operação P1o ($T_{qcom} = T1$ e $MI_{com} = 0$) para o ponto de operação P2a ($T_{qcom} = T2$ e $MI_{com} = L1$), o valor de comando de corrente será determinado com base na tabela TBL mostrada na Figura 4 de acordo com a mudança do ponto de operação de corrente no plano de fase da corrente-torque de saída mostrada na Figura 5. Desse modo, os valores de comando de corrente de eixo d e q I_{dcom} e I_{qcom} correspondendo ao ponto de operação de corrente P2a são ajustados.

[00123] Conforme descrito acima, o sistema de acionamento de motor, de acordo com a primeira concretização da invenção, pode produzir valores de comando de corrente I_{dcom} e I_{qcom} para emitir o torque de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} enquanto reflete o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} . Por isso, a perda de potência no motor CA MG pode ser aumentada de acordo com o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} enquanto assegura a controlabilidade do torque de saída, e assim a potência excedente do motor CA poderá ser consumida, quando necessário (por exemplo, quando o motor CA instantaneamente gerar uma grande quantidade de potência devido ao deslizamento/agarre ou semelhante das rodas). Assim, a potência regenerada pode ser suprimida, de modo que seja possível impedir a ocorrência de uma sobre-

tensão no sistema de acionamento de motor (particularmente, na tensão do sistema) devido a uma potência regenerativa excessiva do motor CA.

[00124] Uma vez que um componente de alta frequência não é sobreposto à corrente do motor em contraste ao Documento de Patente 1 já descrito, a possibilidade de a operação do sistema de controle de motor ser tornar instável pode ser baixa. Por isso, a margem exigida nas peças, tal como um capacitor, pode ser reduzida, de modo que o custo de fabricação possa ser reduzido. Conforme comparado com a estrutura de controle que sobrepõe o componente de alta frequência à corrente do motor, é possível aumentar confiavelmente a quantidade da potência excedente que pode ser intencionalmente consumida no motor CA MG, isto é, a quantidade de supressão da potência regenerativa.

[00125] Conforme já descrito com referência às Figuras de 3 a 5, o valor de comando de corrente é produzido com base na determinação dos pontos de operação de corrente apresentando continuidade, e assim o valor de comando de corrente é adequadamente mudado com mudanças no estágio de operação do motor CA MG (tipicamente, mudanças no comando de torque de saída). Por isso, mesmo quando o valor de comando de torque mudar durante a operação de consumo de consumir a potência excedente, o controle de acompanhamento será executado no torque de saída do motor CA MG enquanto continuamente executa a operação de consumo. Por isso, variações no torque podem ser impedidas.

[00126] De acordo com a operação de consumo do motor CA MG descrito acima, uma vez que a potência excedente pode ser consumida independentemente do estado de operação do motor, isto é não apenas na operação regenerativa do motor CA, mas também no fluxo de potência do motor CA, isto pode adicionalmente aperfeiçoar o efeito

de impedir a geração de sobretensão no sistema de acionamento de motor.

[00127] Uma correlação entre a invenção e a estrutura exemplificada como a primeira concretização é apresentada como se segue. O inversor 20 e o dispositivo de controle 50 na Figura 1 correspondem ao "circuito de acionamento de motor" e ao "meio de controle de motor" na invenção, respectivamente. Na Figura 2, a unidade de produção de comando de corrente 210 corresponde ao "meio de produção de comando de corrente" na invenção, o bloco de controle de corrente 200 na Figura 2 corresponde ao "meio de controle de corrente" na invenção, e a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 corresponde ao "meio de ajuste de aumento de perda" na invenção. A tabela TBL na Figura 4 corresponde ao "meio de armazenamento de característica" na invenção.

[00128] Segunda Concretização

[00129] Uma segunda concretização será descrita em detalhes em conexão com o ajuste da potência excedente a ser consumida pelo motor CA MG já descrito na primeira concretização, isto é, o ajuste do valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom indicando uma quantidade de aumento de perda de potência no motor CA MG. A unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300, de acordo com a segunda concretização, e uma modificação da mesma que será descrita abaixo podem ser usadas como a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 na Figura 2. Desse modo, o controle do motor a ser executado depois do ajuste do valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom é substancialmente igual àquele do sistema de acionamento de motor, de acordo com a primeira concretização, e, por isso, a descrição detalhada do mesmo não será repetida.

Primeiro Exemplo de Ajuste

[00130] Com referência à Figura 7, a unidade de ajuste de aumento

de perda de motor 300 recebe informação para determinar a quantidade de perda de potencial intencional no motor CA MG, e, mais especificamente, recebe o sinal de controle RGE, o valor de comando de torque T_{qcom} e a velocidade de revolução do motor Nmt (velocidade rotacional angular ω) indicando o estado de operação do motor CA MG.

[00131] A unidade de ajuste de aumento de perda de motor ajusta o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} com base na estimativa da potência gerada de motor CA MG, por exemplo, de acordo com um fluxograma na Figura 8.

[00132] Com referência à Figura 8, na etapa S200, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 estima uma potência gerada P_{gn} no motor CA MG a partir do valor de comando de torque T_{qcom} e na velocidade de rotação angular ω durante a operação regenerativa do motor CA MG. Por exemplo, a potência gerada P_{gn} pode ser estimada a partir da seguinte equação (1):

$$P_{gn} = T_{qcom} \cdot \omega \quad (1)$$

[00133] Além disso, na etapa S210, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 compara a potência gerada P_{gn} e a potência regenerativa P_{in} no motor CA MG. A potência regenerável P_{in} pode ser um certo valor fixo correspondendo, por exemplo, à quantidade de geração de potência no momento do deslizamento/agarre das rodas, mas é preferivelmente determinada com base na quantidade de potência introduzível W_{in} do suprimento de força CC B.

[00134] Quando a potência P_{gn} regenerada pelo motor CA MG exceder a potência regenerável P_{in} , isto é, a potência regenerativa que pode ser aceita no lado de entrada do sistema de acionamento de motor 100, isto é, quanto $(P_{gn} > P_{in})$ for satisfeito (Sim, na etapa S210), a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajustará o valor de ajuste de aumento de perda de motor MI_{com} maior do que zero na etapa S230. Nesta operação, o valor de ajuste de aumento de perda

de motor Mlcom é ajustado de acordo com a potência gerada P_{gn} do motor CA MG e preferivelmente em uma quantidade excedente ($P_{gn} - P_{in}$) da potência regenerativa com relação à quantidade aceitável.

[00135] Quando a potência gerada P_{gn} no motor CA MG satisfizer ($P_{gn} \leq P_{in}$), isto é, quando a potência gerada de motor CA MG puder ser aceita como a potência regenerativa (Não, na etapa S210), a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajustará o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom igual a zero na etapa S220.

[00136] De acordo com o fluxograma da Figura 8, conforme descrito acima, a geração da potência regenerativa excessiva de motor CA MG pode ser fácil e confiavelmente capturada com base na estimativa da potência regenerativa no motor CA MG de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} e a velocidade de rotação angular ω do motor. Desse modo, o estado no qual a potência excedente tem que ser consumida com o aumento da perda de potência em motor CA MG pode ser facilmente detectado. Assim, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom pode ser adequadamente ajustado, sendo possível impedir a geração de sobretensão dentro do sistema de acionamento de motor devido à potência regenerativa excessiva do motor CA MG.

Segundo Exemplo de Ajuste

[00137] Com referência à Figura 7 novamente, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 adicionalmente recebe um valor detectado da tensão do sistema VH obtida pelo sensor de tensão 13.

[00138] A unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 pode ajustar o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom com base no monitoramento da tensão do sistema VH de acordo com um fluxograma da Figura 9.

[00139] Com referência à Figura 9, a unidade de ajuste de aumento

de perda de motor 300 obtém o valor detectado da tensão do sistema VH (tensão de ligação CC do inversor) do sensor de tensão 13 na etapa S250, e compara a tensão do sistema VH com uma tensão de determinação Vjd para determinar se a tensão dentro do sistema subiu ou não. A tensão de determinação Vjd é ajustada em um valor que é menor que uma sobretensão que danifica um dispositivo no sistema de acionamento de motor e é maior que o valor de comando da tensão do sistema VH.

[00140] Quando a tensão do sistema subir (Sim, na etapa S260), a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajustará o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom maior do que zero ($Mlcom > 0$) na etapa S270, de modo que o consumo de potência no motor CA MG possa ser aumentado para suprimir a potência regenerativa, e preferivelmente para impedir a regeneração da potência de motor CA MG. Nesta operação, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom é preferivelmente determinado dependendo de uma quantidade de um excesso de tensão de sistema VH.

[00141] Quando a sobretensão não tiver ocorrido (Não, na etapa S260), não será necessário aumentar a perda de tensão no motor CA MG, de modo que a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajuste o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom em zero na etapa S280 para operar o motor CA MG no ponto eficiente mais alto.

[00142] De acordo com o fluxograma na Figura 9, conforme descrito acima, a geração da potência excedente no motor CA MG pode ser confiavelmente capturada com base na tensão que sobe dentro do sistema de acionamento de motor (tipicamente, a tensão de ligação CC do inversor) durante a operação regenerativa. Assim, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom pode ser adequadamente ajustado para impedir a geração da sobretensão no sistema de aciona-

mento de motor devido à potência regenerativa excessiva do motor CA MG.

[00143] No fluxograma da Figura 9, será possível ajustar o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom maior do que zero ($Mlcom > 0$) com base nas tensões detectadas de outras porções no sistema de acionamento de motor, quando as sobretensões puderem ocorrer não preferivelmente.

Terceiro Exemplo de Ajuste

[00144] Adicionalmente, conforme mostrado na Figura 10, as maneiras de ajuste para os valores de ajuste de aumento de perda de motor ilustrados nas Figuras 8 e 9 podem ser combinadas.

[00145] Com referência à Figura 10, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajusta, na etapa S300, um valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlom1 para consumir uma potência regenerativa excessiva do motor CA MG com base na potência gerada no motor CA MG estimada através do processamento nas etapas S200 - S230 ilustradas na Figura 8.

[00146] Além disso, na etapa S310, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 ajusta um valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom2 para consumir a potência excedente no motor CA MG com base no aumento da tensão interna do sistema de acionamento de motor 100 (tipicamente, a tensão do sistema VH) de acordo com o processamento nas etapas S50 - S280 na Figura 9.

[00147] Na etapa S320, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 determina, como o valor de ajuste de aumento de perda de motor final Mlcom, o valor máximo selecionado dentre os valores Mlcom1 e Mlcom2 ajustados nas etapas S300 e S310, respectivamente.

[00148] De acordo com o fluxograma mostrado na Figura 10, é basicamente determinado se é ou não necessário aumentar a perda de

potência no motor CA MGo, com base na estimativa da potência gerada no motor CA MG e, com base nesta determinação, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom poderá ser apropriadamente ajustado para reduzir a potência regenerativa do motor CA MG, quando a tensão interna do sistema de acionamento de motor aumentar devido a qualquer anormalidade na estimativa de tensão gerada. Assim, é possível impedir confiavelmente a regeneração da sobretensão dentro do sistema de acionamento de motor devido à potência regenerativa excessiva de motor CA MG.

Modificação da Segunda Concretização

[00149] O aumento da perda de potência no motor CA MG pode ser determinado de acordo não apenas com o equilíbrio de potência do motor CA MG já descrito, mas também com uma solicitação para a força de frenagem no veículo equipado com o sistema de acionamento de motor.

[00150] Com referência à Figura 11, na modificação da segunda concretização, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 recebe os vários dados e informação ilustrados na Figura 7, e adicionalmente recebe um grau de depressão de pedal de freio de um sensor de grau de depressão de pedal 320 que detecta o grau de depressão de um pedal de freio 330 que é operado para frear um veículo por meio de um motorista.

[00151] A unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 poderá refletir este grau de depressão de pedal de freio no valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom, quando de sua determinação, conforme ilustrado na Figura 12.

[00152] Com referência à Figura 12, na modificação da segunda concretização, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 executa o processamento nas etapas 300 e S310 similar àqueles na Figura 10, e adicionalmente ajustar um valor de ajuste de aumento de

perda de motor Mlcom3 com base no grau de depressão de pedal de freio na etapa S315.

[00153] Na etapa S315, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom3 é ajustado para ser aumentado com o aumento na força de frenagem solicitada pelo motorista, isto é, com o aumento no grau de depressão de pedal de freio. Particularmente, quando o suprimento de força CC B estiver em um estado sobrecarregado e a geração no motor CA MG (ajuste de ($T_{qcom} < 0$)) for inibida, Mlcom3 será ajustado para ser grande.

[00154] Quando o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom3 aumentar, conforme descrito acima, a eficiência do acionamento de motor CA MG irá diminuir, e a perda de potência irá aumentar, por meio do que um momento de inércia com relação à velocidade de rotação angular ω do motor CA MG equivalentemente aumenta. O efeito de diminuir a velocidade de rotação angular ω devido ao aumento no momento de inércia pode aplicar uma sensação de desaceleração de veículo mais forte para o motorista.

[00155] Na etapa S330, a unidade de ajuste de aumento de perda de motor 300 seleciona, como o valor de ajuste de aumento de perda de motor final Mlcom, o valor máximo do valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom1 obtido na etapa S300 com base na estimativa da potência gerada no motor CA, o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom2 ajustado na etapa S310 com base no monitoramento da tensão interna do sistema (tensão de sistema VH) e o valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom3 com base no grau de depressão de freio.

[00156] Assim, é possível impedir a geração da sobretensão no sistema de acionamento de motor devido a uma potência regenerativa excessiva causada pela potência excedente do motor CA MG, e também é possível ajustar o consumo de potência excedente (aumento de

perda) no motor CA MG, de modo que uma maior sensação de desaceleração de veículo possa ser obtida quando o motorista solicitar a força de frenagem do veículo. Assim, é possível aperfeiçoar o desempenho de frenagem ou a dirigibilidade do veículo equipado com o sistema de acionamento de motor.

[00157] Uma correlação entre a invenção e as estruturas descritas como a segunda concretização e a modificação da mesma é apresentada como se segue. O sensor de tensão 13 na Figura 7 corresponde ao "detector de tensão" na invenção, e a etapa S200 no fluxograma da Figura 8 corresponde ao "meio de estimativa de potência" na invenção.

Terceira Concretização

[00158] Já é sabido que o controle de corrente do motor de acordo com a Modulação de Amplitude de Pulso (PWM) descrita nas primeira e segunda concretizações pode aumentar a amplitude de componente de onda básico da tensão CA aplicada ao motor apenas em um valor que é 0,61 vezes tão grande quanto aquele da tensão de entrada de inversor (tensão de sistema VH). No veículo híbrido ou semelhante equipado com motor CA MG, uma tensão induzida que é gerada no motor CA MG aumenta em uma faixa de alta velocidade. Por isso, já foi proposto executar o controle de campo magnético-enfraquecimento para aperfeiçoar a saída na faixa de alta velocidade.

[00159] A partir do ponto de vista acima, um sistema de acionamento de motor, de acordo com uma terceira concretização, seletivamente usa três métodos de controle ilustrados na Figura 13 para a conversão de potência em um inversor.

[00160] Com referência à Figura 13, um método de controle PWM senoidal é usado em um controle PWM geral e, para executar o controle de realimentação de corrente do motor de acordo com o diagrama de bloco de controle da Figura 2, a ligação e o desligamento do elemento de comutação em cada braço de fase são controlados de acor-

do com uma comparação de tensão entre um valor de comando de tensão senoidal e uma onda portadora (tipicamente, uma onda triangular).

[00161] Consequentemente, uma relação de atividade é controlada em conexão com um conjunto de períodos de alto nível correspondendo aos períodos ativos dos braços superiores (Q11, Q13 e Q15) e o período de baixo nível correspondendo ao período ativo dos braços inferiores (Q12, Q14 e Q16), de modo que os componentes de onda básicos formem um senoidal durante um certo período. Como é bem conhecido, o método de controle PWM senoidal pode aumentar a amplitude básica do componente de onda apenas em um valor que é 0,61 vezes tão grande quanto aquele da tensão de entrada do inversor.

[00162] Contrariamente, de acordo com o método de controle de tensão de onda retangular, a onda retangular que exhibe uma relação de 1:1 entre os períodos de alto e baixo níveis é usada, e uma porção desta onda retangular correspondendo a um pulso é aplicada ao motor CA MG. Isto pode aumentar o fator de modulação para 0,78.

[00163] Em um método de controle PWM de sobremodulação, o controle PWM similar ao método de controle PWM senoidal acima é executado com a distorção da amplitude da onda portadora para reduzi-la no controle de realimentação de corrente de motor de acordo com o diagrama de bloco de controle da Figura 2. Consequentemente, os componentes de onda básicos podem ser distorcidos para aumentar o fator de modulação para um valor entre 0,61 e 0,78.

[00164] No motor CA MG, quando do aumento da velocidade de revolução e do torque de saída, a tensão induzida aumentará e a tensão exigida diminuirá. A tensão reforçada pelo conversor 12, isto é, a tensão do sistema VH, será ajustada maior do que esta tensão exigida do motor (tensão induzida). Enquanto isso, um valor restrito (tensão máxima VH) está presente na tensão reforçada pelo conversor 12, isto

é, na tensão do sistema.

[00165] Por isso, o método de controle PWM senoidal ou o método de controle PWM de sobremodulação é basicamente executado em uma região onde a tensão exigida do motor (tensão induzida) é menor do que o valor máximo (tensão máxima V_H), e o controle de corrente de motor de acordo com o diagrama de bloco da Figura 2 é executado nesta região para prover o torque de saída igual ao valor de comando de torque T_{qcom} .

[00166] Basicamente, nesta operação, o motor CA MG é operado na eficiência máxima e, quando necessário, o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} será ajustado maior do que 0 ($M_{lcom} > 0$). Assim, a fase da corrente do motor é modificada para aumentar a perda de potência no motor CA MG, de modo que a geração de potência regenerativa excessiva no motor CA MG seja impedida. Esta maneira e esta operação são executadas, conforme já descrito, em conexão com as primeira e segunda concretizações e modificação das mesmas.

[00167] Enquanto isso, quando a tensão exigida do motor (tensão induzida) alcançar o valor máximo (tensão máxima V_H) da tensão do sistema, o método de controle de tensão de onda retangular de acordo com o controle de campo magnético-enfraquecimento será empregado enquanto mantém a tensão de sistema V_H . No método de controle de tensão de onda retangular, uma vez que é fixada a amplitude do componente de onda básico, o controle de torque é executado pelo controle de fase de tensão do pulso de onda retangular com base no valor de realização de torque obtido pelo cálculo de potência e pelo valor de comando de torque.

[00168] Conforme ilustrado no fluxograma da Figura 14, a ECU (não mostrada) calcula o valor de comando de torque T_{qcom} do motor CA MG a partir da saída solicitada do veículo com base em um grau

de pressionamento do acelerador ou semelhante (etapa S400). Em resposta a isto, o dispositivo de controle 50 calcula, na etapa S410, a tensão exigida do motor (tensão induzida) proveniente do valor de comando de torque T_{qcom} e a velocidade de revolução N_{mt} do motor CA MG com base na tabela ou semelhante que já foi estabelecida.

[00169] Além disso, o dispositivo de controle 50 seleciona, para o controle do motor, o método de controle de tensão de onda retangular (controle de campo magnético-enfraquecimento) ou o controle de corrente de motor (método de controle PWM senoidal/método de controle PWM de sobremodulação) de acordo com a relação entre a tensão exigida do motor e o valor máximo (tensão máxima V_H) da tensão do sistema (etapa S420). A seleção do método de controle PWM senoidal do método de controle PWM de sobremodulação para o controle de corrente do motor é executada de acordo com uma faixa do fator de modulação exigido. De acordo com o fluxo de controle acima, o método de controle apropriado é selecionado dentre a pluralidade de métodos de controle ilustrados na Figura 13 de acordo com as condições de operação do motor CA MG.

[00170] Consequentemente, conforme mostrado na Figura 15, o método de controle aplicado é determinado de acordo com a região de operação (velocidade de revolução/torque) do motor CA MG. O método de controle PWM senoidal é usado em uma faixa de velocidade de baixa revolução A1 para reduzir variações de torque. O método PWM de sobremodulação é usado em uma faixa de velocidade de revolução intermediária A2, e o método de controle de tensão de onda retangular é usado em uma faixa de velocidade de revolução alta A3. Em particular, o emprego do método de controle PWM de sobremodulação e do método de controle de tensão de onda retangular aumenta a saída do motor CA MG.

[00171] No método de controle PWM senoidal e no método de con-

trole PWM de sobremodulação, conforme descrito acima, o controle de realimentação da corrente do motor é executado de acordo com o diagrama de bloco de controle da Figura 2. Contrariamente, no método de controle de tensão de onda retangular, o motor CA MG é controlado de acordo com o diagrama de bloco de controle da Figura 16.

[00172] Com referência à Figura 16, um bloco de controle de tensão de onda retangular 400 inclui uma unidade de cálculo de potência 410, uma unidade de cálculo de torque 420, uma unidade de cálculo PI 430, um gerador de onda retangular 440 e uma unidade de geração de sinal 450.

[00173] A unidade de cálculo de potência 410 calcula uma potência suprida do motor P_m de acordo com a seguinte equação (2) a partir de cada tensão de fase i_v , i_w e i_u ($= - (i_v + i_w)$) detectada pelo sensor de corrente 27 e cada tensão de fase V_u , V_v , V_w .

$$P_{mt} = i_u \cdot V_u + i_v \cdot V_v + i_w \cdot V_w \quad (2)$$

[00174] A unidade de cálculo de torque 420 calcula um valor de estimativa de torque Trq de acordo com a seguinte equação (3), usando a potência suprida do motor P_{mt} obtida pela unidade de cálculo de tensão 410 e pela velocidade angular ω calculada do ângulo de rotação θ do motor CA MG detectado pelo sensor de ângulo rotacional 28.

$$Trq = P_{mt}/\omega \quad (3)$$

[00175] A unidade de cálculo PI 430 recebe o desvio de torque ΔTrq com relação ao valor de comando de torque Trq_{com} ($\Delta Trq = Trq_{com} - Trq$). A unidade de cálculo PI 430 executa o cálculo PI com um ganho prescrito no desvio de torque ΔTrq para obter um desvio de controle, e ajusta a fase ϕ_v da tensão de onda retangular dependendo do desvio de controle obtido.

[00176] Especificamente, a fase de tensão ϕ_v é determinada dependendo do valor de comando de torque Tq_{com} de acordo com as características de mudança da fase de tensão ϕ_v e do torque de saída

mostrado na Figura 17. Desse modo, quando um torque positivo for gerado ($T_{qcom} > 0$), a fase de tensão será avançada no momento de torque insuficiente, e a fase de tensão será retardada no momento de torque excessivo. Além disso, quando um torque negativo for gerado ($T_{qcom} < 0$), a fase de tensão será retardada no momento de torque insuficiente, e a fase de tensão será avançada no momento de torque excessivo.

[00177] O gerador de onda retangular 440 gera cada valor de comando de tensão de fase (pulso de onda retangular) V_u , V_v ou V_w de acordo com a fase de tensão ϕ_v ajustada pela unidade de cálculo PI 430. A unidade de geração de sinal 450 gera sinais de controle de comutação S11 - S16 de acordo com cada valor de comando de tensão de fase V_u , V_v ou V_w . O inversor 20 executa uma operação de comutação de acordo com os sinais de controle de comutação S11 - S16, de modo que um pulso de onda retangular de acordo com a fase de tensão ϕ_v seja aplicado como cada tensão de fase do motor.

[00178] Conforme descrito acima, no método de controle de tensão de onda retangular, o controle de torque do motor CA MG pode ser executado pelo controle de realimentação de torque (potência). Contudo, no método de controle de onda retangular, a tensão aplicada ao motor é operada com a mudança apenas da fase, e, portanto, a resposta de controle é degradada, conforme comparado com o método de controle PWM no qual tanto a amplitude como a fase da tensão aplicada do motor podem ser operadas.

[00179] A Figura 18 é um diagrama conceitual que pode ser comparado com a Figura 3, e ilustra os pontos de operação de corrente no método de controle de tensão de onda retangular.

[00180] Com referência à Figura 18, no método de controle de tensão de onda retangular, a fase da corrente assume um valor fixo inajustável, e os pontos de operação de corrente são localizados dentro

de uma região 460. Desse modo, no método de controle de tensão de onda retangular, é impossível executar o controle de perda de potência que pode arbitrariamente mudar a perda de tensão no motor CA MG, conforme já descrito em conexão com as primeira e segunda concretizações e sua modificação.

[00181] Por isso, a terceira concretização será descrita no controle de perda de potência para o motor CA MG na região de operação que normalmente corresponde ao método de controle de tensão de onda retangular no método de controle de motor com base na premissa de que a comutação entre o controle de corrente de motor e o controle de tensão de onda retangular é executada de acordo com a região de operação.

[00182] A Figura 19 mostra um conjunto de linhas características 480 que representam as características de mudança de uma tensão de linha de motor que aparece através das linhas de motor no motor CA MG com relação à fase da corrente. Conforme pode ser entendido a partir da Figura 19, quando o torque gerado for constante, a tensão de linha de motor poderá ser diminuída pelo ajuste do ponto de operação de corrente no lado avançado. Particularmente, o ponto de operação de corrente pode ser ajustado em uma região 470 que é localizada no lado avançado da fase da corrente com relação à região 460 do ponto de operação de corrente no método de controle de tensão de onda retangular, e assim a tensão de linha do motor pode ser diminuída.

[00183] Por exemplo, quando o torque gerado for constante, o ponto de operação de corrente poderá ser deslocado de um ponto de operação de corrente OP1 no método de controle de tensão de onda retangular para um ponto de operação de corrente avançado QP2, e assim a tensão de linha de motor poderá ser mais baixa por ΔV . Isto representa o seguinte. Quando o controle de corrente do motor (Figura

2) for executado de acordo com o método de controle PWM para localizar o ponto de operação de corrente na região 470, a eficiência de acionamento do motor poderá ser adicionalmente diminuída enquanto assegura a controlabilidade de torque, e a perda de tensão no motor CA MG poderá ser aumentada para suprimir a potência regenerativa.

[00184] A Figura 20 é um fluxograma que ilustra o método de controle de motor no sistema de controle de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização.

[00185] Com referência à Figura 20, o dispositivo de controle 50 seleciona o controle de corrente do motor ou o controle de tensão de onda retangular para o modo de controle de motor, conforme ilustrado nas Figuras de 13 a 15 na etapa S500. Além disso, o dispositivo de controle 50 determina o valor de ajuste de aumento de perda de motor $Mlcom$, de acordo com as primeira e segunda concretizações e sua modificação na etapa S510.

[00186] Na etapa S520, o dispositivo de controle 50 determina se o método de controle de tensão de onda retangular é ou não selecionado na etapa S500. Quando o método de controle de tensão de onda retangular não for selecionado, isto é, quando o controle de corrente do motor for selecionado (Não, na etapa S520), os valores de comando de corrente serão determinados, de acordo com a primeira concretização, com base no valor de comando de torque $Tqcom$ e no valor de ajuste de aumento de perda de motor $Mlcom$ na etapa S530. Além disso, o dispositivo de controle 50 executa o controle de realimentação de corrente do motor mostrado na Figura 2 de acordo com os valores de comando de corrente ($Idcom$ e $Iqcom$) determinados na etapa S540.

[00187] Quando o método de controle de tensão de onda retangular for selecionado (Sim, na etapa S520), o dispositivo de controle 50 determinará se o valor de ajuste de aumento de perda de motor $Mlcom$ excedeu ou não um valor de determinação Pth (etapa S550). Por

exemplo, o valor de determinação P_{th} é ajustado correspondendo à perda de potência no método de controle de tensão de onda retangular.

[00188] Quando o valor M_{lcom} for igual ou menor do que o valor P_{th} (Não, na etapa S550), não será necessário aumentar intencionalmente a perda de potência do motor no motor CA MG, de modo que o dispositivo de controle 50 execute o método de controle de tensão de onda retangular de acordo com o diagrama de bloco de controle da Figura 15 na etapa S570, controlando assim o motor CA MG para gerar o torque de saída de acordo com o valor de comando de torque T_{qcom} .

[00189] Contrariamente, quando M_{lcom} for maior do que P_{th} (Sim, na etapa S550), isto é, quando a perda de potência que deve ser gerada no motor CA MG, quando visto a partir do equilíbrio de potência no sistema de acionamento de motor tiver excedido a perda de potência causada no método de controle de tensão de onda retangular, o dispositivo de controle 50 determinará o valor de comando de corrente na etapa S560 para executar o controle de realimentação de corrente de motor em vez do controle de tensão de onda retangular.

[00190] Na etapa S560, o dispositivo de controle 50 determina o valor de comando de corrente correspondente ao valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} na região avançada de fase da corrente 470 mostrada na Figura 19. Por exemplo, os pontos de operação de corrente são ajustados nas linhas características de aumento de perda similares às linhas CL1 - CL3 na Figura 3. Com a preparação de uma tabela similar à tabela TBL (Figura 4), valores de comando de corrente de eixo d e q I_{dcom} e I_{qcom} podem ser determinados para o valor de comando de corrente acima de acordo com o valor de comando de torque do motor T_{qcom} e o valor de ajuste de aumento de perda de motor M_{lcom} .

[00191] Na etapa S540, o dispositivo de controle 50 executa o controle de realimentação de corrente de motor mostrado na Figura 2 de acordo com os valores de comando de corrente (I_{dcom} e I_{qcom}) determinados na etapa S560 em vez do controle de tensão de onda retangular selecionado na etapa S500.

[00192] No sistema de acionamento de motor, de acordo com a terceira concretização, conforme descrito acima, o controle de corrente de motor para basicamente operar o motor CA na ótima eficiência e o controle de tensão de onda retangular para assegurar a potência do motor na faixa de alta velocidade podem ser seletivamente empregados, e assim a região operável do motor CA MG pode ser ampliada. Além disso, quando a perda de potência for aumentada na operação do método de controle de tensão de onda retangular, o controle de corrente do motor na região onde a fase da corrente é adicionalmente avançada, conforme comparado com o método de controle de tensão de onda retangular, poderá ser empregado em vez do controle de tensão de onda retangular. Por isso, em qualquer porção na região de operação ampliada, a potência excedente pode ser consumida pelo aumento intencional da perda de potência no motor CA MG. Consequentemente, é possível assegurar a saída em uma faixa de alta velocidade com o emprego do método de controle de tensão de onda retangular e impedir a geração da sobretensão no sistema de acionamento de motor que pode ocorrer devido ao aumento excessivo na potência regenerativa do motor CA MG.

[00193] Uma correlação entre a invenção e o exemplo de estrutura descrito como a terceira concretização é apresentada como se segue. O bloco de controle de tensão de onda retangular 400 na Figura 16 corresponde ao "meio de controle de tensão de onda retangular" na invenção. No fluxograma da Figura 20, a etapa S500 corresponde ao "meio de seleção de modo de controle", e as etapas S540 - S560 cor-

respondem ao "meio de correção do modo de controle" nesta invenção.

Quarta Concretização

[00194] Uma quarta concretização será agora descrita em conexão com a estrutura de controle no sistema de acionamento de motor provido com uma pluralidade de motores CA que é conectada para suprimento de força bidirecional e recepção para/de um suprimento de força comum, e, particularmente, com a estrutura de controle para impedir uma sobretensão devido à geração da potência regenerativa excessiva do motor CA.

[00195] A Figura 21 é um diagrama de bloco que ilustra uma estrutura de um carro híbrido 100# equipado com o sistema de acionamento de motor, de acordo com a quarta concretização.

[00196] Com referência à Figura 21, o carro híbrido 100# equipado com o sistema de acionamento de motor, de acordo com a quarta concretização, inclui um dispositivo de divisão de potência 3, um motor 4, motores / geradores MG1 e MG2 (motores CA), um eixo de transmissão 62 e uma roda de acionamento 65. O eixo de transmissão 62 e a roda de acionamento 65 formam a carga 60 do sistema de acionamento de motor.

[00197] O carro híbrido 100 adicionalmente inclui a unidade de geração de tensão CC 10#, o capacitor de filtração final C0, os inversores 20 e 30, e um dispositivo de controle 50#.

[00198] A unidade de geração de tensão CC 10# apresenta substancialmente a mesma estrutura que aquela na Figura 1, e é conectada a uma linha terra 5 e a uma linha de suprimento de força 7.

[00199] O motor / gerador MG1 apresenta substancialmente a mesma estrutura que o motor CA MG na Figura 1, e inclui enrolamentos de bobina de fase U, V e W U1, V1 e W1 dispostos em um estator bem como um rotor (não mostrado). Extremidades em um lado dos

enrolamentos de bobina de fase U, V e W U1, V1 e W1 são conectadas entre si em um ponto neutro N1, e as outras extremidades dos mesmos são conectadas aos braços de fase U, V e W 22, 24 e 26 do inversor 20, respectivamente. Os elementos de comutação Q11 - Q16 executam a operação de comutação em resposta aos sinais de controle de comutação S11 - S16 providos do dispositivo de controle 50#, e assim o inversor 20 executa a conversão de potência bidirecional entre a unidade de geração de tensão CC 10# e o motor / gerador MG1.

[00200] O inversor 30 apresenta substancialmente a mesma estrutura que o inversor 20, e inclui os elementos de comutação Q21 - Q26 controlados para serem ligados/desligados pelos sinais de controle de comutação S21 - S26, bem como antiparalelos D21 - D26.

[00201] O motor / gerador MG2 apresenta substancialmente a mesma estrutura que o motor / gerador MG1, e inclui enrolamentos de bobina de fase U, V e W U2, V2 e W2 dispostos em um estator, bem como um rotor (não mostrado). Similarmente ao motor / gerador MG1, as extremidades em um lado dos enrolamentos de bobina de fase U, V e W U2, V2 e W2 são conectadas entre si em um ponto neutro N2, e as outras extremidades dos mesmos são conectadas aos braços de fase U, V e W 32, 34 e 36 do inversor 30, respectivamente.

[00202] Os elementos de comutação Q21 - Q26 executam a operação de comutação em resposta aos sinais de controle de comutação S21 - S26 providos do dispositivo de controle 50#, e assim o inversor 30 executa a conversão de potência bidirecional entre a unidade de geração de tensão CC 10# e o motor / gerador MG2.

[00203] O dispositivo de divisão de potência 3 é acoplado ao motor 4 e aos motores / geradores MG1 e MG2 para distribuir a potência entre eles. Por exemplo, o dispositivo de divisão de potência 3 pode ser formado de um mecanismo de engrenagem planetária apresentando três eixos de rotação de uma engrenagem solar, uma engrenagem

planetária e uma engrenagem anular. Estes três eixos de rotação são conectados aos eixos de rotação do motor 4 e aos motores / geradores MG1 e MG2, respectivamente. Por exemplo, o rotor do motor / gerador MG1 apresenta uma estrutura oca, através da qual o eixo de manivela do motor 4 coaxialmente se estende, de modo que o motor 4 e os motores / geradores MG1 e MG2 possam ser mecanicamente conectados ao dispositivo de divisão de potência 3.

[00204] O eixo de rotação do motor / gerador MG2 é acoplado ao eixo de transmissão 62 através de uma engrenagem de redução e de uma engrenagem de operação (ambas não mostradas). As engrenagens de redução para o eixo de rotação do motor / gerador MG2 podem ser incorporadas no dispositivo de divisão de potência 3.

[00205] O motor / gerador MG1 é incorporado no carro híbrido 100# para operações como um gerador elétrico acionado pelo motor 4 e um motor elétrico para dar partida ao motor 4. O motor / gerador MG2 é incorporado no carro híbrido 100# como o motor para acionar a roda de acionamento 65.

[00206] Cada dos motores / geradores MG1 e MG2 é provido com o sensor de corrente 27 e o sensor de ângulo de rotação (resolvedor) 28 similarmente ao motor CA MG na Figura 1. Estes sensores detectam a corrente do motor MCRT(1) e o ângulo de rotação do rotor $\theta(1)$ do motor / gerador MG1, bem como a corrente do motor MCRT(2) e o ângulo de rotação do rotor $\theta(2)$ do motor / gerador MG2, e os suprem para o dispositivo de controle 50#.

[00207] Similarmente ao dispositivo de controle 50, o dispositivo de controle 50# recebe um valor da tensão CC V_b do suprimento de força CC B detectado pelo sensor de tensão 10 e um valor do sistema de tensão VH detectado pelo sensor de tensão 13, bem como a informação referente ao suprimento de força CC B, tal como o SOC (Estado de Carga) e a quantidade de potência introduzível W_{in} , indicando a

restrição de carregamento.

[00208] Além disso, o dispositivo de controle 50# recebe um valor de comando de torque T_{qcom} (1) do motor / gerador MG1 e um sinal de controle RGE(1) indicando a operação regenerativa do mesmo, bem como um valor de comando de torque T_{qcom} (2) do motor / gerador MG2 e um sinal de controle RGE(2) indicando a operação regenerativa do mesmo.

[00209] O dispositivo de controle 50# inclui um dispositivo de controle 50(1) para controlar o motor / gerador MG1 e um dispositivo de controle 50(2) para controlar o motor / gerador MG2. O dispositivo de controle 50(1) apresenta substancialmente a mesma estrutura de controle que o dispositivo de controle 50 mostrado na Figura 1, e assim produz os sinais de controle de comutação S11 - S16 para o inversor 20, de modo que o motor / gerador MG1 possa operar de acordo com os valores de comando. Do mesmo modo, o dispositivo de controle 50(2) apresenta substancialmente a mesma estrutura de controle que o dispositivo de controle 50, e assim produz os sinais de controle de comutação S21 - S26 para o inversor 30, de modo que o motor / gerador MG2 possa operar de acordo com os valores de comando.

[00210] O sistema de acionamento de motor mostrado na Figura 21 é configurado de tal modo que as potências regenerativas da pluralidade de motores / geradores MG1 e MG2 possam ser supridas para o suprimento de força CC B. Por isso, para o aumento intencional das perdas de potência nos respectivos motores / geradores MG1 e MG2 similarmente às primeira e terceira concretizações, é necessário determinar as potências excedentes (isto é, os valores de ajuste de aumento de perda do motor) a serem consumidas pelos respectivos motores / geradores enquanto monitoram o equilíbrio de potência de todos os motores / geradores MG1 e MG2.

[00211] A Figura 22 é um fluxograma que ilustra um método de de-

terminar o valor de ajuste de aumento de perda de motor em cada dos motores / geradores MG1 e MG2 no sistema de acionamento de motor, de acordo com a quarta concretização.

[00212] Com referência à Figura 22, o dispositivo de controle 50# estima potências de entrada/saída $P_{mg}(1)$ e $P_{mg}(2)$ nos respectivos motores / geradores (motores CA) MG1 e MG2, de acordo com a equação (1) na etapa S600. Cada das potências de entrada/saída $P_{mg}(1)$ e $P_{mg}(2)$ assumirá um valor positivo, quando o motor / gerador correspondente executar a operação regenerativa (geração de potência), e assumirá um valor negativo durante o fluxo de potência.

[00213] Na etapa S610, o dispositivo de controle 50# obtém uma soma de potências de entrada/saída $P_{mg}(1)$ e $P_{mg}(2)$ obtidas na etapa S600, e assim calcula todo um equilíbrio de potência P_{mg} ($=P_{mg}(1) + P_{mg}(2)$) dos motores / geradores MG1 e MG2. Assim, mesmo quando um dos motores / geradores (motores CA) estiver executando o fluxo de potência para reduzir a potência, será possível monitorar se todo o sistema está produzindo a potência excedente quando o outro motor / gerador (motor CA) estiver gerando potência.

[00214] Na etapa S620, o dispositivo de controle #50 ajusta uma quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} correspondendo à potência excedente de todos os motores / geradores MG1 e MG2 com base em uma comparação entre o equilíbrio de tensão P_{mg} de todos os motores / geradores MG1 e MG2 e a quantidade P_{in} ($P_{in} \geq 0$) da potência regenerável para o lado de entrada do sistema de acionamento de motor 100#.

[00215] Mais especificamente, na etapa S620, a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} será ajustada em zero ($M_{lttl} = 0$) no caso de ($P_{mg} \leq P_{in}$), e será ajustada para exceder zero ($M_{lttl} > 0$) no caso de ($P_{mg} > P_{in}$). Neste processamento, é preferível ajustar a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} de acordo com todo

o equilíbrio de potência P_{mg} ou uma quantidade excessiva ($P_{mg} - P_{in}$) de todo o equilíbrio de potência P_{mg} com relação ao P_{in} de potência regenerável.

[00216] Na etapa S620, a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} de todo o motor pode ser determinada pela reflexão adicional da detecção da tensão de sistema VH pelo sensor de tensão 13, similarmente à segunda concretização. Alternativamente, a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} pode ser aumentada de acordo com a força de frenagem do veículo exigida pelo motorista, similarmente à modificação da segunda concretização.

[00217] Na etapa S630, o dispositivo de controle 50# ajusta as potências excedentes a serem consumidas pelos respectivos motores / geradores MG1 e MG2 na quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} , ajustando assim os comandos de aumento de perda para os respectivos motores / geradores, de modo que todos os motores / geradores MG1 e MG2 possam consumir a potência excedente de todos os motores / geradores MG1 e MG2 obtidos na etapa S620.

[00218] Em uma primeira maneira, o comando de aumento de perda de motor pode ser distribuído entre os motores / geradores MG1 e MG2 de acordo com a seguinte equação (4), de modo que a perda de motor possa aumentar em uma base de prioridade no motor / gerador MG2 que é conectado ao eixo de transmissão 62 para diretamente emitir o torque.

$$M_{lcom}(1) = 0, \text{ e } M_{lcom}(2) = M_{lttl} \quad (4)$$

[00219] Em particular, quando a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} for aumentada em resposta à solicitação de força de frenagem do veículo pelo motorista, o motor / gerador MG2 aumentará a perda do motor em uma base de prioridade, de modo que a sensação de desaceleração do veículo possa ser intensificada, similarmente à modificação da segunda concretização.

[00220] Como uma segunda maneira, a quantidade de aumento de perda necessária M_{lttl} em todo o motor poderá ser determinada para distribuí-la entre os motores / geradores MG1 e MG2 de acordo com a equação (5).

$$M_{lcom}(1) = M_{lcom}(2) = M_{lttl}, M_{lcom}(1) > 0, \text{ e } M_{lcom}(2) > 0 \quad (5)$$

[00221] Em particular, de acordo com esta segunda maneira, é possível reduzir a potência excedente consumida por motor / gerador (motor CA), e, portanto, é possível esperar a redução no tempo de transição exigido para mudar o estado de operação da ótima eficiência para o aumento de perda, e esperar a supressão das variações de torque. Além disso, é possível suprimir o valor de aquecimento por motor / gerador, de modo que o equilíbrio de potência de todo o sistema de acionamento de motor possa ser aperfeiçoado mais suavemente. Ademais, a quantidade de supressão da potência regenerativa pode ser confiavelmente aumentada, conforme comparado com o caso em que a perda de potência é aumentada para concentradamente consumir a potência excedente no único motor / gerador (motor CA).

[00222] Depois que os valores de ajuste de aumento de perda de motor $M_{lcom}(1)$ e $M_{lcom}(2)$ dos respectivos motores / geradores MG1 e MG2 forem determinados na etapa S630, o dispositivo de controle 50(1) controla o motor / gerador MG1 com base no valor de comando de torque $T_{qcom}(1)$ e no valor de ajuste de aumento de perda de motor $M_{lcom}(1)$. Do mesmo modo, o dispositivo de controle 50(2) controla o motor / gerador MG2 com base no valor de comando de torque $T_{qcom}(2)$ e no valor de ajuste de aumento de perda de motor $M_{lcom}(2)$. As operações de controle dos dispositivos de controle 50(1) e 50(2) com base nos valores de comando de torque e nos valores de ajuste de aumento de perda de motor são substancialmente iguais às aquelas já descritas em conexão com a primeira ou a terceira concretização, e, portanto, a descrição das mesmas não será repetida.

[00223] Nesta concretização, uma vez que cada motor / gerador pode consumir a potência excedente, não obstante o estado de operação do motor (isto é, a operação regenerativa e o fluxo de potência), os motores / geradores podem consumir a potência excedente de todo o sistema de acionamento de motor em uma maneira bem equilibrada. Assim, a distribuição da potência excedente, de acordo com a segunda maneira acima, pode ser executada suavemente.

[00224] Uma correlação entre a invenção e a estrutura exemplificada como a quarta concretização é apresentada como se segue. Na Figura 21, os motores / geradores MG1 e MG2 correspondem à "pluralidade de motores CA" na invenção, cada dos inversores 20 e 30 corresponde ao "circuito de acionamento de motor" na invenção, e cada dispositivo de controle 50(1) ou 50(2) corresponde ao "meio de controle de motor" na invenção. As etapas S620 e S630 na Figura 22 correspondem ao "meio de distribuição" na invenção.

Quinta Concretização

[00225] Uma quinta concretização será descrita em conexão com uma maneira preferível de distribuir as potências excedentes de consumo entre a pluralidade de motores CA que é empregada no sistema de acionamento de motor e é descrita em conexão com a quarta concretização.

[00226] A quinta concretização será agora descrita em conexão com a distribuição preferível da potência excedente de consumo entre os motores / geradores MG1 e MG2 no sistema de acionamento de motor mostrado na Figura 21. Um método de distribuição de distribuir a potência excedente de consumo entre os motores / geradores MG1 e MG2, conforme descrito abaixo, é executado pelo dispositivo de controle 50# como uma sub-rotina que corresponde ao processamento na etapa S630 na maneira de determinar o valor de ajuste de aumento de perda de motor em cada motor / gerador mostrado na Figura 22

[00227] Distribuição com Base na Potência Excedente Consumível

[00228] Com referência primeiro à Figura 23, será fornecida descrição sobre uma maneira (primeiro exemplo) de determinar o valor de ajuste de aumento de perda de motor dentro de uma faixa de potência excedente consumível para cada motor / gerador.

[00229] Com referência à Figura 23, o dispositivo de controle 50# calcula a potência excedente consumível P_{max1} ou P_{max2} , que é o valor máximo da presente potência excedente consumível para os respectivos motores / geradores MG1 e MG2 com base no presente estado de operação e especificamente com base no ponto de operação de corrente (o torque e a fase da corrente) na etapa S700.

[00230] Uma maneira de calcular as potências excedentes consumíveis P_{max1} e P_{max2} será agora descrita com referência à Figura 24.

[00231] A Figura 24 ilustra as características de fase da corrente-torque similarmente à Figura 3. De acordo com a concretização da invenção, cada motor / gerador MG (que geralmente representa os motores / geradores MG1 e MG2 adiante) consome a potência excedente com a mudança do ponto de operação de corrente para diminuir a eficiência de acionamento de motor de acordo com as características de fase da corrente-saída.

[00232] Na Figura 24, é assumido que $P1$, $P2$ e $P3$ ($P1 < P2 < P3$) representam as potências excedentes consumíveis nos pontos de operação de corrente nas linhas características CL1, CL2 e CL2, respectivamente. Quando o torque de saída for igual a T_a , a potência excedente consumível excederá $P3$ de acordo com as mudanças na fase da corrente. Quando o torque de saída for igual a T_b ($T_b > T_a$), o valor máximo da potência excedente consumível será igual a $P3$ de acordo com as mudanças na fase da corrente. Do mesmo modo, quando o torque de saída for igual a T_c ($T_c > T_b$), o valor máximo da potência

excedente consumível será igual a P2 de acordo com as mudanças na fase de corrente. Quando o torque de saída for igual a Td ($T_d > T_c$), o valor máximo da potência excedente consumível será igual a P1 de acordo com as mudanças na fase da corrente.

[00233] Conforme descrito acima, a presente potência excedente consumível muda de acordo com o estado de operação de cada motor / gerador MG, e especificamente a potência excedente consumível diminui com o relativo aumento no torque de saída. Por isso, de acordo com as linhas características ilustradas na Figura 24, é possível preparar de antemão uma tabela na qual a potência excedente consumível Pmax (que geralmente representa Pmax1 e/ou Pmax2, adiante) em cada ponto de operação de corrente é ajustada para cada motor / gerador MG.

[00234] Por exemplo, é possível preparar a tabela na qual as respectivas seções são similares às aquelas na tabela dos valores de comando de corrente Idcom e Iqcom ilustrados na Figura 4 e o valor de tabela representa a potência excedente consumível Pmax. De acordo com o processamento na etapa S700, as potências excedentes consumíveis Pmax1 e Pmax2 podem ser calculadas com referência à tabela com base no presente ponto de operação de corrente para cada dos motores / geradores MG1 e MG2.

[00235] Com referência à Figura 23, na etapa S710, o dispositivo de controle 50# determina os comandos de aumento de perda Mlcom(1) e Mlcom(2) nos motores / geradores MG1 e MG2 dentro de faixas de potências excedentes consumíveis Pmax1 e Pmax2 obtidas na etapa S700, respectivamente. Desse modo, os comandos de aumento de perda para os motores / geradores MG1 e MG2 são determinados de acordo com a seguinte equação (6):

$$Mlcom(1) \leq Pmax1, \text{ e } Mlcom(2) \leq Pmax2 \quad (6)$$

[00236] Com o emprego desta estrutura de controle, as potências

excedentes nas faixas consumíveis podem ser distribuídas para os respectivos motores / geradores, de modo que a pluralidade de motores / geradores possa consumir a potência excedente para manter um equilíbrio entre a pluralidade de motores / geradores de acordo com o estado de operação (tanto na operação regenerativa quanto no fluxo de potência) de cada motor / gerador.

[00237] No carro híbrido 100# mostrado na Figura 21, a saída do motor / gerador MG2 supre a potência de acionamento da roda de acionamento 65, mas a saída do motor / gerador MG, que opera como o gerador de potência, não é diretamente usada para acionar a roda de acionamento 65. Por isso, as variações de saída do motor / gerador MG2 que formam o "motor de acionamento" diretamente afetam a dirigibilidade do veículo, mas as variações de saída do motor / gerador MG1 não afetam diretamente a dirigibilidade do veículo. Em vista desta diferença em função entre os motores / geradores MG1 e MG2, a operação do consumo de potência excedente que muda a corrente do motor é preferivelmente executada com o uso, tanto quanto possível, do motor / gerador MG1 (isto é, o motor que não se destina a acionar a roda). Desse modo, a maneira de distribuição na qual toda a potência excedente é consumida pelo motor / gerador MG1 em uma base de prioridade pode suprimir a possibilidade de a operação de consumir a potência excedente, de acordo com a concretização da invenção, afetar todo o acionamento do veículo.

[00238] Por isso, o ajuste do processamento de aumento de perda dos respectivos motores / geradores na etapa S710 pode incluir as prioridades que são atribuídas aos motores / geradores para consumo da potência excedente, conforme ilustrado na Figura 25.

[00239] Com referência à Figura 25, o processamento na etapa S710 ilustrada na Figura 23 é preferivelmente formado das etapas S720-S740.

[00240] Na etapa S720, o dispositivo de controle 50# compara a quantidade de aumento de perda de saída MI_{ttl} correspondendo à potência excedente de todos os motores / geradores MG1 e MG2 com a potência excedente P_{max1} obtida na etapa S700 (Figura 23), isto é, potência consumível P_{max1} do motor / gerador MG1 a ser operado principalmente para consumir a potência excedente.

[00241] Quando ($MI_{ttl} \leq P_{max1}$) for satisfeita (Sim, na etapa S720), o motor / gerador MG1 poderá consumir toda a potência excedente MI_{ttl} , de modo que o dispositivo de controle 50# distribua a potência excedente de consumo de acordo com a seguinte fórmula (7) para consumir a potência excedente apenas pelo motor CA MG1.

$$MI_{com}(1) = MI_{ttl}, \text{ e } MI_{com}(2) = 0 \quad (7)$$

[00242] Contrariamente, quando ($MI_{ttl} > P_{max1}$) for satisfeita (Não, na etapa S72), o motor / gerador MG1 a ser operado principalmente para consumir a potência excedente não poderá consumir toda a potência excedente, de modo que outro motor / gerador MG2 tenha que ser adicionalmente usado para consumir a potência excedente. Por isso, o dispositivo de controle 50# distribui a potência excedente de consumo de acordo com a seguinte equação (8) na etapa S740.

$$MI_{com}(1) = P_{max1}, \text{ e } MI_{com}(2) = MI_{ttl} - P_{max1} \quad (8)$$

(onde $MI_{com}(2) \leq P_{max} \times 2$)

[00243] Devido à estrutura de controle mostrada na Figura 25, quando o sistema for empregado no carro híbrido, ele poderá suprimir a possibilidade de a operação de consumo de potência excedente nos motores / geradores afetar toda a dirigibilidade do veículo.

[00244] Distribuição com Base no Monitoramento de Temperatura do Motor

[00245] Conforme descrito acima, a operação de consumo da potência excedente em cada motor / gerador MG diminui a eficiência de acionamento do motor, e assim causa a geração de calor a partir dos

motores. Por isso, quando a quantidade de consumo da potência excedente e o tempo de operação de consumo aumentarem, o calor gerado dentro do motor poderá aumentar excessivamente a temperatura do motor. Particularmente, no motor de ímã permanente apresentando ímãs permanentes conectados a um rotor, quando uma força magnética do ímã permanente significativamente diminuir devido ao fenômeno de desmagnetização causado pela elevação da temperatura, o motor não poderá operar corretamente. Por isso, quando a operação de consumo de potência excedente estiver sendo executada, os motores incluindo outro tipo de motor terão que ser monitorados de modo que a temperatura do motor não possa entrar na faixa de temperatura causando problemas em vista da diminuição das propriedades de motor e da proteção de elemento.

[00246] A Figura 26 mostra uma maneira (segundo exemplo) de determinar os valores de ajuste de aumento de perda de motor nos respectivos motores / geradores MG1 e MG2 refletindo na temperatura do motor.

[00247] Com referência à Figura 26, o dispositivo de controle 50# determina na etapa S750 se a temperatura do motor T(1) do motor / gerador MG1 ou a temperatura do motor T(2) do motor / gerador é maior ou não do que uma temperatura de determinação T_{jd}.

[00248] Os sensores de temperatura 29 dispostos nos motores / geradores MG1 e MG2, conforme mostrado na Figura 27, detectam as temperaturas do motor T(1) e T(2), respectivamente. Para medir a temperatura dentro do motor, o sensor de temperatura 29 para particularmente o motor de ímã permanente é disposto em uma posição onde a temperatura do rotor pode ser detectada. Desse modo, é preferível que o sensor de temperatura 29 seja disposto em uma posição onde a temperatura tenda a aumentar até o ponto mais alto de acordo com as características do motor, em vista do tipo e das características do mo-

tor / gerador (motor CA). As estruturas na Figura 27 exceto o sensor de temperatura 29 acrescentado às mesmas são substancialmente iguais àsquelas do sistema de acionamento de motor mostrado na Figura 21, e, portanto, a descrição das mesmas não é repetida.

[00249] Com referência à Figura 26 novamente, é preferível que a temperatura de determinação Tjd na etapa S750 seja ajustada relativamente baixa de acordo com as características dos motores / geradores (motores CA) usados no sistema com a provisão de uma margem com relação à temperatura que causa mudanças nas características do motor.

[00250] Quando ambas as temperaturas do motor T(1) e T(2) forem mais baixas do que a temperatura de determinação Tjd (Não, na etapa S750), o dispositivo de controle 50# executará o processamento nas etapas S700 e S710 similar àsquelas nas Figuras 23 e 25, e assim distribui a potência excedente de consumo entre os motores / geradores MG1 e mG2 em vista das potências excedentes consumíveis nos respectivos motores / geradores MG1 e MG2.

[00251] Contrariamente, quando uma das temperaturas do motor T(1) e T (2) for igual ou mais alta do que a temperatura de determinação Tjd (Sim, na etapa S750), o dispositivo de controle 50# ajustará o comando de aumento de perda Mlcom no motor / gerador MG (que geralmente representa os motores / geradores MG1 e MG2 adiante) apresentando a temperatura do motor igual ou mais alta do que a temperatura de determinação Tjd em zero (Mlcom = 0).

[00252] Além disso, na etapa S770, o dispositivo de controle 50# executa o processamento similar àquele na etapa S700 na Figura 23 para o motor / gerador MG apresentando a temperatura de motor mais baixa do que a temperatura de determinação Tjd e, mais especificamente, calcula a potência excedente consumível Pmax no presente ponto de tempo de operação. Ademais, na etapa S780, o dispositivo

de controle 50# ajusta o comando de aumento de perda MI_{com} no motor / gerador MG para satisfazer uma relação de $(MI_{com} \leq P_{max})$ dentro da faixa de potência excedente consumível obtida na etapa S770.

[00253] Esta estrutura de controle pode sucessivamente monitorar a elevação de temperatura do motor / gerador causada pelo consumo de potência excedente, podendo assim impedir a operação de consumo de potência excedente que pode aumentar a temperatura do motor em uma faixa de alta temperatura causando mudanças nas características do motor. Assim, a operação de consumo da potência excedente pode ser executada enquanto impede a estabilidade na operação do motor.

[00254] Além disso, a partir do ponto de vista de refletir a operação de consumo de potência excedente na temperatura do motor, é possível refletir a temperatura do motor no cálculo (etapa S700 na Figura 23 e outras) da potência excedente consumível P_{max} em cada motor / gerador. Por exemplo, a potência excedente consumível P_{max} pode ser ajustada mais baixa do que o valor original de acordo com a redução nas margens das temperaturas do motor $T(1)$ e $T(2)$ com relação à temperatura de determinação T_{jd} .

[00255] Maneira de Distribuição em Vista do Tempo Exigido para o Consumo de Potência excedente

[00256] Conforme já descrito com referência à Figura 3 e outras, a operação de consumo de potência excedente, de acordo com a concretização, é executado com a mudança do ponto de operação de corrente. Esta mudança no ponto de operação de corrente necessariamente muda os valores de comando de corrente I_{dcom} e I_{qcom} . Entretanto, quando a corrente de motor mudar significativamente dentro de um curto tempo, a controlabilidade será deteriorada. Por isso, em vista da estabilidade de controle, um certo valor limitado será geralmente empregado para uma taxa de mudança (uma quantidade de

mudança por tempo unitário) do valor de comando de corrente. Por exemplo, a unidade de produção de comando de corrente 210 na Figura 2 executa a operação de produção de comando de corrente em um ciclo de um valor predeterminado, mas a quantidade de mudança do valor de comando de corrente do último valor de comando de corrente será limitada a um certo valor, ou abaixo de um certo valor, quando o comando de corrente for produzido.

[00257] A Figura 28 ilustra uma maneira (terceiro exemplo) de determinar valores de ajuste de aumento de perda de motor MG1 e MG2 em vista dos tempos exigidos para consumir a potência excedente.

[00258] Com referência à Figura 28, o dispositivo de controle 50# calcula, na etapa S800, as potências excedentes de consumo Ptm1 e Ptm2 pelas quais o aumento é permitido dentro de um certo tempo no presente estado de operação e especificamente no presente estado de corrente para os motores / geradores MG1 e MG2, respectivamente.

[00259] Conforme mostrado na Figura 29, quando o valor de comando de corrente for alterado em grande parte, será impossível obter imediatamente o valor de comando de corrente desejado a partir do ponto de vista da estabilidade de controle de motor já descrita, e um certo tempo poderá ser exigido para mudar o valor para o ponto de operação de corrente desejado.

[00260] A Figura 29 ilustra, por meio de exemplo, uma operação de controle será executada quando o ponto de operação de corrente mudar do ponto de operação de corrente presente (tempo t_0) P1o para o ponto de operação de corrente P1a para aumentar a perda (consumo de potência excedente). Nesta operação, é assumido que o valor de comando de corrente Idcom ou Oqcom muda de I_o para I_a de acordo com a mudança do ponto de operação de corrente de P1o para P1a.

[00261] Entretanto, há um valor de restrição de mudança I_{vmax} do valor de comando de corrente para cada período de controle T_c . Por

isso, no caso de $((I_a - I_o) > I_{vmax})$, é impossível produzir o comando de corrente que imediatamente muda o ponto de operação de corrente para uma posição desejada no próximo período de controle, sendo necessário mudar gradualmente o ponto de operação de corrente.

[00262] Por isso, quando uma grande diferença estiver presente no valor de comando de corrente entre os pontos de operação de corrente P1o a P1a, um período relativamente longo será exigido para mudar do presente ponto de operação de corrente para o ponto de operação de corrente a ser estabelecido para o consumo de potência excedente desejado (isto é, entre os tempos t_0 a t_1).

[00263] Em outras palavras, a potência excedente de consumo pela qual o aumento é permitido em cada ponto de operação de corrente dentro de um tempo predeterminado pode ser calculada com base no valor na tabela de valor de comando de corrente (Figura 4) que é obtida de antemão, enquanto reflete o valor de restrição de mudança I_{vmax} do valor de comando de corrente.

[00264] Por isso, conforme ilustrado na Figura 30, é possível preparar de antemão a tabela à qual será feita referência para potência excedente de consumo aumentável dentro de um tempo predeterminado para cada ponto de operação de corrente. De acordo com o processamento na etapa S800 na Figura 28, é feita referência à tabela na Figura 30, e, desse modo, as potências excedentes de consumo P_{tm1} e P_{tm2} por meio das quais o aumento é permitido dentro de um tempo predeterminado no presente estado de operação (ponto de operação de corrente) podem ser determinadas para os motores / geradores MG1 e MG2, respectivamente.

[00265] Com referência novamente à Figura 28, o dispositivo de controle 50# determina, na etapa S810, os comandos de aumento de perda $Mlcom(1)$ e $Mlcom(2)$ nos motores / geradores MG1 e MG2 dentro das faixas de P_{tm1} e P_{tm2} obtidos na etapa S800.

[00266] De acordo com a estrutura de controle descrita acima, as potências excedentes dentro das faixas que permitem o aumento dentro de um tempo predeterminado podem ser distribuídas para os respectivos motores / geradores. Por isso, a potência excedente de todo o sistema pode ser consumida dentro de um curto tempo de acordo com o estado de operação (tanto a operação regenerativa como o fluxo de potência) de cada motor / gerador.

[00267] O processamento na etapa S810 pode ter uma estrutura de controle que distribui a potência excedente de consumo com a atribuição das prioridades similares àsquelas na Figura 25 para os motores / geradores, conforme ilustrado na Figura 31.

[00268] Com referência à Figura 31, o processamento na etapa S810 mostrado na Figura 28 é preferivelmente formado das etapas S820 - S840.

[00269] Na etapa S820, o dispositivo de controle 50# compara a quantidade de aumento de perda de saída ML_{ttl} correspondendo à potência excedente dos motores / geradores MG1 e MG2 com a potência excedente de consumo P_{tm1} que é obtida na etapa S800 (Figura 28) e é aumentável dentro do tempo predeterminado no motor / gerador MG1 a ser operado principalmente para consumir a potência excedente.

[00270] No caso de $(ML_{ttl} \leq P_{tm1})$ (Sim, na etapa S820), o motor / gerador MG1 pode consumir toda a potência excedente ML_{ttl} dentro do tempo predeterminado. Por isso, o dispositivo de controle 50# distribui a potência excedente de consumo para consumir a potência excedente apenas pelo motor / gerador MG1 de acordo com a seguinte equação (9) na etapa S830.

$$Mlcom(1) = ML_{ttl}, \text{ e } Mlcom(2) = 0 \quad (9)$$

[00271] Contrariamente, no caso de $(ML_{ttl} > P_{tm1})$ (Não, na etapa S820), é impossível consumir toda a potência excedente dentro do

tempo predeterminado apenas pelo motor / gerador MG1 a ser operado principalmente para consumir a potência excedente. Por isso, o outro motor / gerador MG2 tem que ser adicionalmente usado para consumir a potência excedente. Por isso, o dispositivo de controle 50# distribui a potência excedente de consumo de acordo com a seguinte equação (10):

$$Mlcom(1) = Ptm1, \text{ e } Mlcom(2) = Mlttl - Ptm1 \quad (10)$$

(onde $Mlcom(2) \leq Ptm2$)

[00272] Com o emprego da estrutura de controle mostrada na Figura 31 no carro híbrido, é possível suprimir a possibilidade de a operação de consumo de potência excedente nos motores / geradores afetar a dirigibilidade do veículo, similarmente à estrutura na Figura 25.

[00273] Naturalmente, as potências excedentes de consumo $Ptm1$ e $Ptm2$ por meio das quais o aumento é permitido dentro do tempo predeterminado (vide Figuras 28 e 31) são iguais ou menores que as potências excedentes consumíveis $Pmax1$ e $Pmax2$ ilustradas na Figura 23, respectivamente ($Ptm1 \leq Pmax1$, e $Ptm2 \leq Pmax2$).

[00274] No fluxograma da Figura 26, no entanto, as etapas S800 e S810 na Figura 28 ou 31 podem ser executadas no lugar das etapas S700 e S710, e processamento adicional similar àqueles nas etapas S800 e S810 pode ser executado em vez das etapas S770 e S780, por meio do que é possível prover a estrutura de controle que pode consumir toda a potência excedente dentro de um curto tempo enquanto mantém um equilíbrio na potência excedente de consumo entre os motores / geradores MG1 e MG2, e monitora o aumento excessivo da temperatura do motor.

[00275] Uma correlação entre a invenção e a estrutura exemplificada como a quinta concretização é apresentada como se segue. A etapa S700 na Figura 23 e etapa S800 na Figura 28 correspondem ao "meio de ajuste de limite superior" na invenção, e a etapa S710 na Fi-

gura 23, as etapas S750 - S780 na Figura 26 e a etapa S810 na Figura 28 correspondem ao "meio de determinação de distribuição" na invenção.

[00276] Nas quarta e quinta concretizações, os sistemas de acionamento de motor para o veículo híbrido provido com motores / geradores MG1 e MG2 foram descritos como exemplos típicos. Entretanto, o número de motores / geradores (motores CA) neste tipo de sistema de acionamento de motor não é limitado a dois. No sistema de acionamento de motor provido com um número arbitrário de motores / geradores (motores CA), é possível executar a distribuição de potência excedente de consumo que reflete a potência excedente consumível correspondente ao estado de operação ou à potência excedente de consumo através da qual o aumento é permitido dentro de um tempo predeterminado, bem como a temperatura de motor em cada motor / gerador (motor CA), similarmente à quinta concretização.

[00277] Como as concretizações da invenção, os sistemas de acionamento de motor dispostos no veículo híbrido ou carro elétrico foram descritos por meio de exemplo, embora a invenção não seja limitada a estes casos. Portanto, o sistema de acionamento de motor, de acordo com a invenção, pode ser aplicado a sistemas de acionamento de motor incluindo um motor CA do qual a saída é controlada pelo controle de realimentação da corrente do motor, sem restringir o número de motores CA submetidos ao controle de acionamento. Particularmente, a invenção é apropriadamente aplicada ao sistema de acionamento de motor provido com o motor CA, tal como um motor de ímã permanente ou um motor de relutância que são configurados para executar o controle variável do torque de saída com a mudança da magnitude e da fase da corrente do motor.

[00278] Embora a presente invenção tenha sido descrita e ilustrada em detalhes, é claramente entendido que a mesma se dá por meio de

ilustração e exemplo apenas e não deve ser tomada como limitação, o escopo da presente invenção sendo interpretado pelos termos das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de acionamento de motor para acionar um motor CA, montado em um veículo, e que possui um eixo de saída conectado a uma roda (65) do veículo para transmissão de torque que compreende:

um circuito de acionamento de motor (20) que é capaz de bidirecionalmente suprir e receber uma potência para e do motor CA, e suprir uma potência de acionamento para o dito motor CA; e

um meio de controle de motor (50) para controlar uma operação do dito circuito de acionamento de motor para executar uma operação de consumo de consumir uma energia excedente determinada dependendo do estado do sistema de acionamento de motor pelo motor AC, e executar uma operação de acompanhamento de causar um torque de saída para seguir mudanças no valor de comando do torque enquanto mantém a operação de consumo quando o valor de comando do torque para o motor CA muda durante a operação de consumo, em que

caracterizado pelo fato de que o meio de controle de motor inclui:

meio de produção de comando de corrente (210) para produzir, como um comando de corrente, um conjunto de valor de comando de corrente d-eixo e um valor de comando de corrente q-eixo correspondente a uma fase e uma amplitude de uma corrente de motor causando um torque de saída do motor CA para comparar-se ao valor de comando de torque e causar energia excedente para ser consumida pelo motor CA,

meio de controle de corrente (200) para controlar a operação do circuito de acionamento do motor para gerar a corrente do motor de acordo com o comando de corrente produzido pelo meio de produção de comando de corrente, e

o valor de comando de torque é calculado a partir de uma saída requerida do veículo.

2. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o meio de produção de comando de corrente (210) produz o conjunto de valor de comando de corrente d-axis e valor de comando de corrente q-eixo para acionar o motor CA com uma fase da corrente que relativamente diminui a eficiência de acionamento do dito motor CA de acordo com o aumento na potência excedente determinada na dita operação de consumo.

3. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de controle de motor (50) apresenta um meio de estimativa de potência (S200) para estimar uma potência (Pgm) gerada pelo motor CA com base em uma velocidade angular de rotação (ω) do motor CA (20) e o valor de comando de torque (Tqcom), e determina a potência excedente (Mlcom) consumida pela operação de consumo de acordo com a potência gerada estimada pelo dito de estimativa de potência.

4. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

o circuito de acionamento de motor (20) é capaz de bidirecionalmente suprir e receber potência para e de um suprimento de força CC recarregável (B),

o sistema de acionamento de motor adicionalmente compreende um detector de tensão (13) que detecta uma tensão em uma interconexão que eletricamente conecta o dito circuito de acionamento de motor e o dito suprimento de tensão CC entre si, e

o meio de controle de motor (50) determina a dita potência excedente (Mlcom) consumida pela operação de consumo de acordo com a tensão (VH) detectada pelo detector de tensão.

5. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de controle de motor (50) determina a potência excedente a ser consumida pela operação de consumo de acordo com uma força de frenagem exigida no veículo.

6. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de controle de motor (50) adicionalmente inclui um meio de armazenamento de característica (TBL) para armazenar de antemão uma correlação entre o valor de comando de torque (T_{qcom}) e um comando de corrente (I_{dcom} , I_{qcom}) correspondendo ao dito consumo de potência excedente da mesma magnitude no motor CA, e

o meio de produção de comando de corrente produz o conjunto de valor de comando de corrente d-eixo e valor de comando de corrente q-eixo de acordo com o dito valor de comando de torque e a potência excedente determinada (M_{lcom}) com base na dita correlação armazenada no dito meio de armazenamento de característica.

7. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de controle de motor (50) adicionalmente inclui um meio de ajuste de aumento de perda (300) para ajustar um comando de perda de motor (M_{lcom}) indicando uma perda de potência a ser aumentada no dito motor CA (MG) correspondendo à potência excedente determinada, e

o meio de produção de comando de corrente (210) produz o conjunto de valor de comando de corrente d-eixo e o valor de comando de corrente q-eixo tal que a eficiência de acionamento do dito motor CA relativamente diminui de acordo com o aumento na dita perda de potência causada pelo dito comando de perda de motor de acordo com o valor de comando de torque e o comando de perda do

motor ajustado pelo meio de ajuste de aumento de perda.

8. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de controle de motor (50) adicionalmente inclui

um meio de controle de tensão de onda retangular (400) para controlar a operação do circuito de acionamento de motor (20) para aplicar uma tensão de onda retangular de uma fase dependendo do valor de comando de torque (Tqcom) para o motor CA (MG),

um meio de seleção de modo de controle (S500) para selecionar um controle de motor pelo meio de controle de corrente (200) e o controle de motor pelo dito meio de controle de tensão de onda retangular de acordo com o estado de operação do motor CA, e

um meio de correção de modo de controle (S540-S560) para cancelar a seleção pelo dito meio de seleção de modo de controle e selecionar o controle de motor pelo dito meio de controle de corrente de acordo com o dito comando de perda de motor (Mlcom) determinado pelo dito meio de ajuste de aumento de perda (300) quando o meio de seleção de modo de controle selecionar o dito meio de controle de tensão de onda retangular; e

quando o dito meio de correção de modo de controle seleciona o controle de motor pelo meio de controle de corrente, o meio de produção de comando de corrente (210) produz o conjunto de valor de comando de corrente d-eixo e valor de comando de corrente q-eixo em uma região (470) de eficiência de acionamento do dito motor CA mais baixa do que aquela alcançada pelo acionamento de motor usando o dito meio de controle de tensão de onda retangular.

9. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que:**

o sistema de acionamento de motor aciona uma pluralidade de ditos motores CA (MG1, MG2),

o circuito de acionamento de motor (20, 30) e o meio de controle de motor (50(1), 50(2)) são dispostos correspondendo a cada dos ditos motores CA, e cada dos ditos circuitos de acionamento de motor é capaz de bidirecionalmente suprir e receber a potência para e de um suprimento de força comum recarregável (B),

o sistema de acionamento de motor adicionalmente compreende um meio de distribuição (S620-S630) para ajustar as potências excedentes de consumo na dita pluralidade de motores CA, respectivamente, de tal modo que toda a dita pluralidade de motores CA consuma a dita potência excedente, e

cada dos ditos meios de controle de motor correspondendo a um dos ditos motores CA para executar a operação de consumo de consumir uma potência excedente de consumo correspondendo a uma das ditas potências excedentes de consumo determinadas pelo dito meio de distribuição.

10. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de distribuição inclui:

um meio de ajuste de limite superior (S700) para calcular as potências excedentes consumíveis (Pmax1, Pmax2) da pluralidade de motores CA (MG1, MG2), respectivamente, com base em um presente estado de operação no motor CA correspondente, e,

um meio de determinação de distribuição (S710) para ajustar as potências excedentes de consumo (Mlcom(1), Mlcom(2)) na respectiva pluralidade de motores CA de tal modo que cada das ditas potências excedentes de consumo fique dentro de uma faixa de potência excedente consumível correspondente calculada pelo dito meio de ajuste de limite superior.

11. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** o meio de distribuição

inclui um meio de determinação de distribuição (S750-S780) para ajustar as potências excedentes de consumo (Mlcom(1), Mlcom(2)) na pluralidade de motores CA, respectivamente, em vista das temperaturas (T(1), T(2)) da pluralidade de motores CA (MG(1), MG(2)).

12. Sistema de acionamento de motor de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que**

o meio de distribuição inclui

um meio de ajuste de limite superior (S800) para calcular, para os respectivos motores CA (MG1, MG2), as potências excedentes (Ptm1, Ptm2), cada qual sendo consumível dentro de um tempo predeterminado com base em um estado de operação atual do motor CA correspondente, e

um meio de determinação de distribuição (S810) para ajustar as potências excedentes de consumo nos respectivos motores CA (Mlcom(1), Mlcom(2)) de tal modo que cada das ditas potências excedentes de consumo fique dentro de uma faixa de potência excedente correspondente que é consumível dentro do tempo predeterminado calculado pelo dito meio de ajuste de limite superior.

13. Sistema de acionamento de motor de acordo com qualquer das reivindicações de 9 a 12, **caracterizado pelo fato de que**

a pluralidade de motores CA (MG1, MG2) inclui:

um motor de acionamento (MG2) que gera uma força de acionamento de roda para um veículo, e

um motor de não-acionamento não diretamente (MG1) gerando a potência de acionamento de roda; e

o meio de distribuição ajusta as potências excedentes de consumo (Mlcom(1), Mlcom(2)) nos respectivos motores CA de tal modo que o dito motor de não-acionamento consuma a potência excedente em uma base de prioridade.

FIG.2

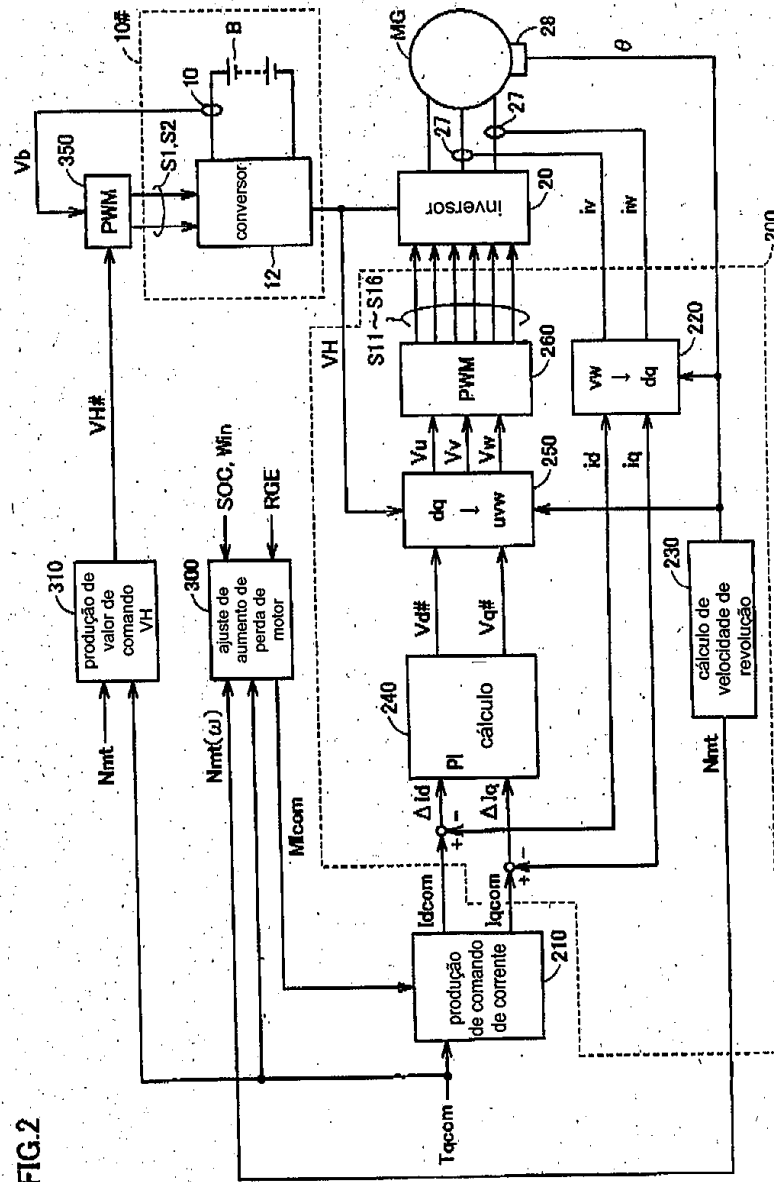


FIG.3

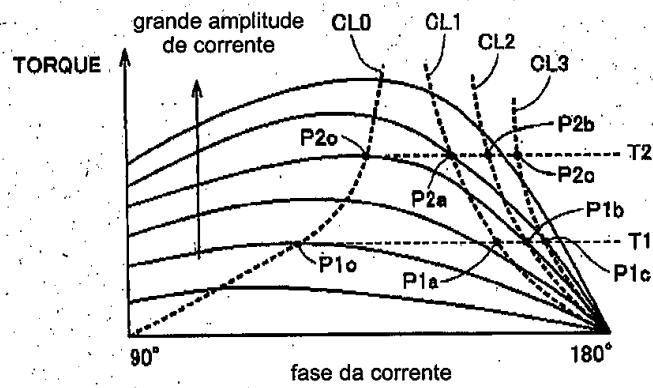


FIG.4

TBL

		valor de ajuste de aumento de perda de motor Mlcom			
		0	L1	L2	L3
valor de comando de torque Trqcom	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T2	(Idcom,Iqcom) ← P2o	(Idcom,Iqcom) ← P2a	(Idcom,Iqcom) ← P2b	(Idcom,Iqcom) ← P2c
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T1	(Idcom,Iqcom) ← P1o	(Idcom,Iqcom) ← P1a	(Idcom,Iqcom) ← P1b	(Idcom,Iqcom) ← P1c
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

FIG.5

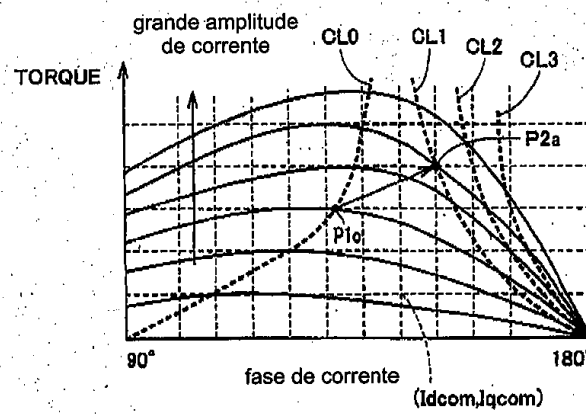


FIG.6

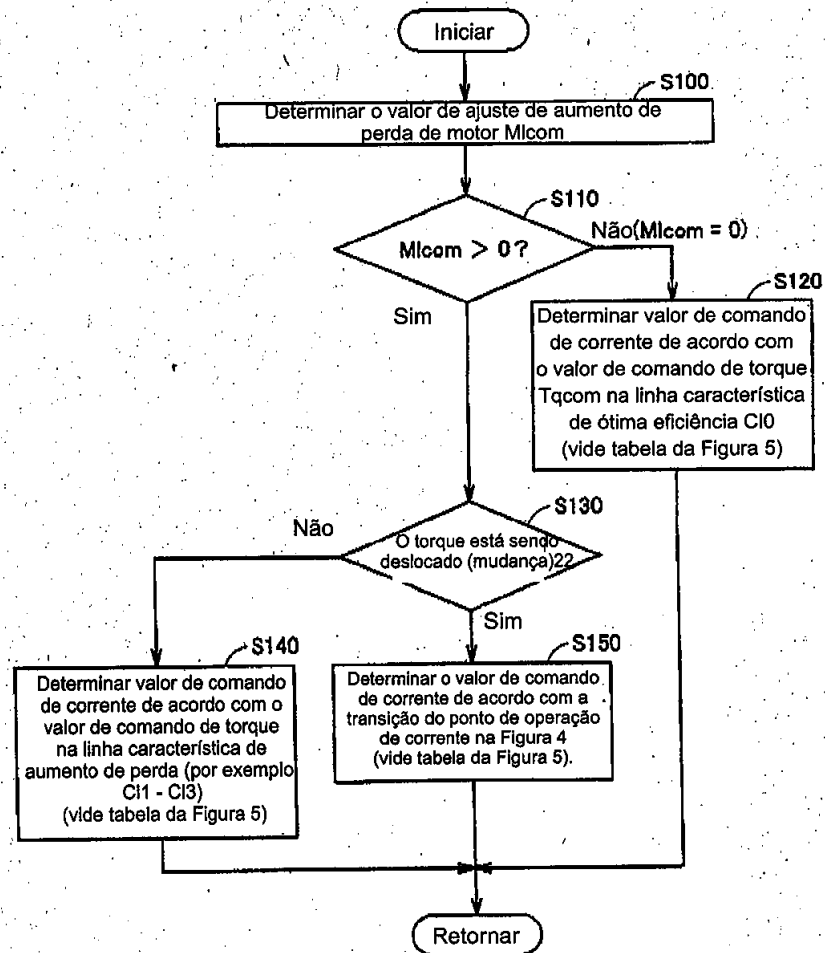


FIG.7

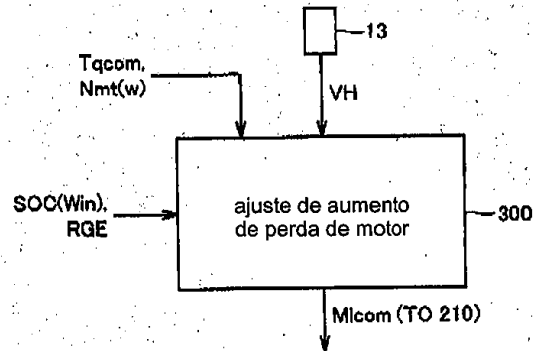


FIG.8

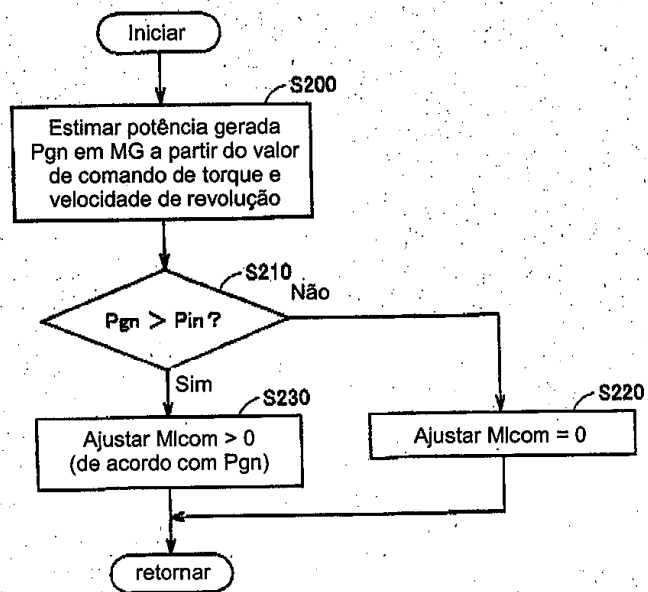


FIG.9

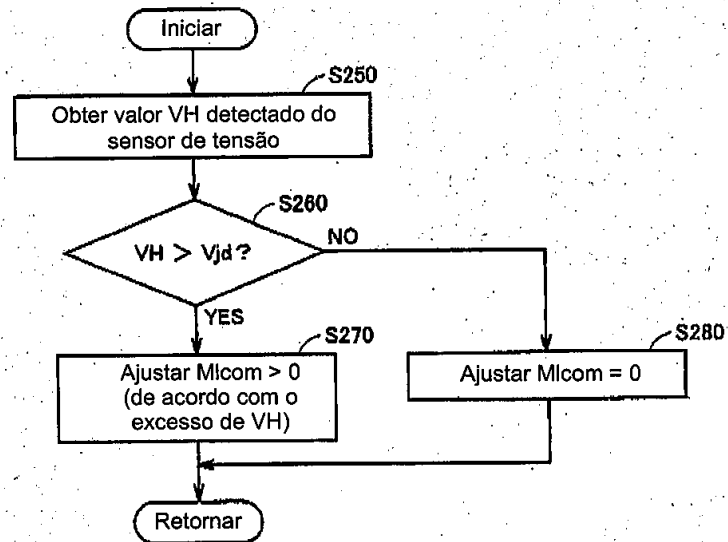


FIG.10

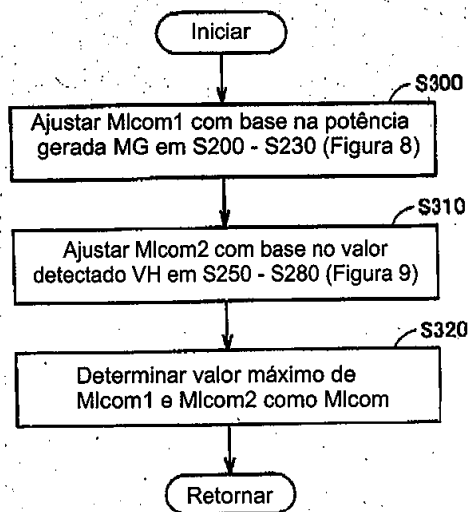


FIG.11

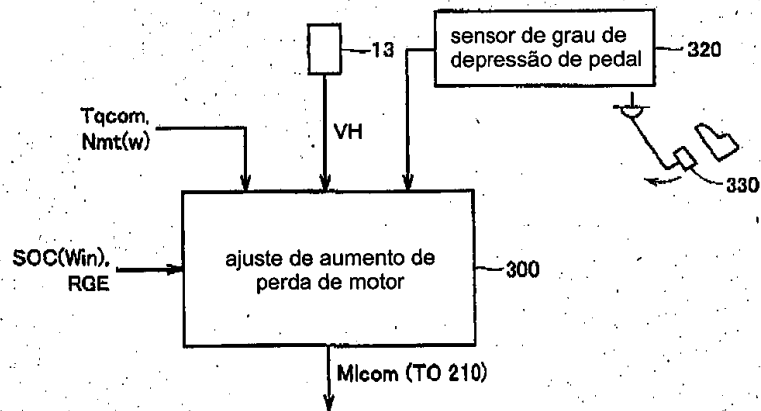


FIG.12

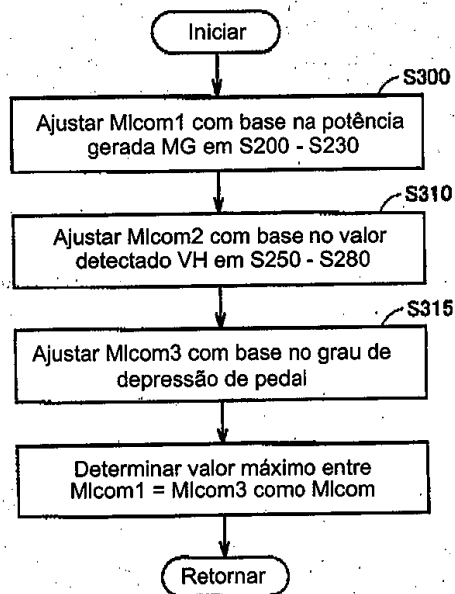


FIG.13

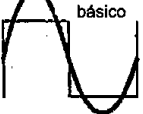
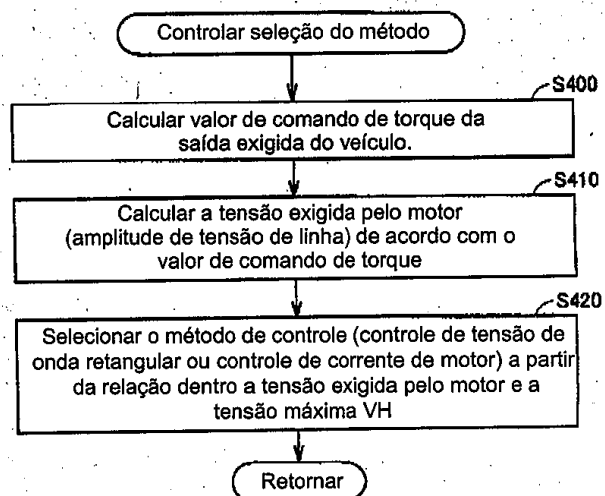
método de controle	controle de corrente de motor		controle de tensão de onda retangular (controle de campo magnético-enfraquecimento)
	PWM senoidal	PWM de sobremodulação	onda retangular (1 pulso)
forma de onda de tensão de saída do inversor	componente de onda básico 	componente de onda básico 	componente de onda básico 
fator de modulação	0~0.61	0.61~0.78	0.78
característica	pequenas variações de torque	saída aperfeiçoada na faixa de velocidade intermediária	saída aperfeiçoada na faixa de alta velocidade

FIG.14



10/22

FIG.15

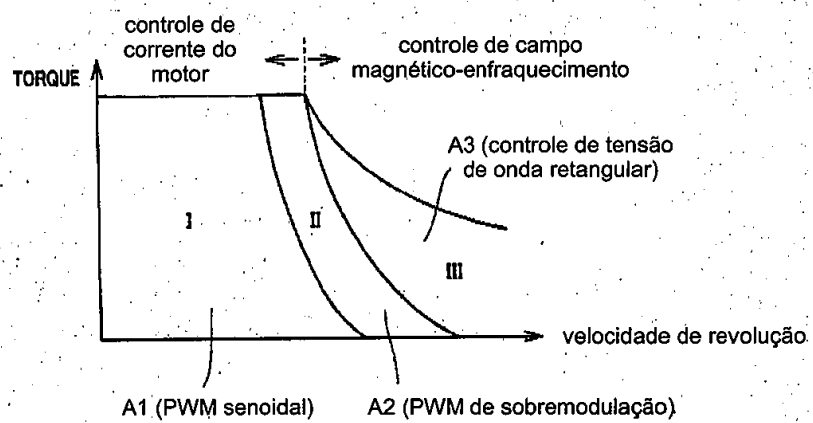
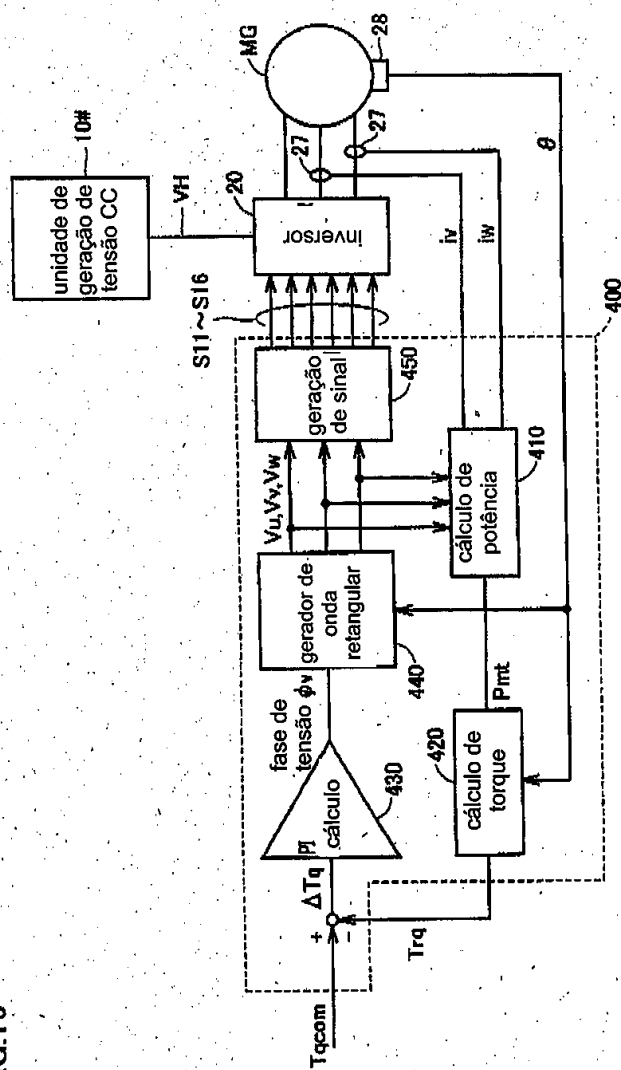


FIG.16



12/22

FIG.17

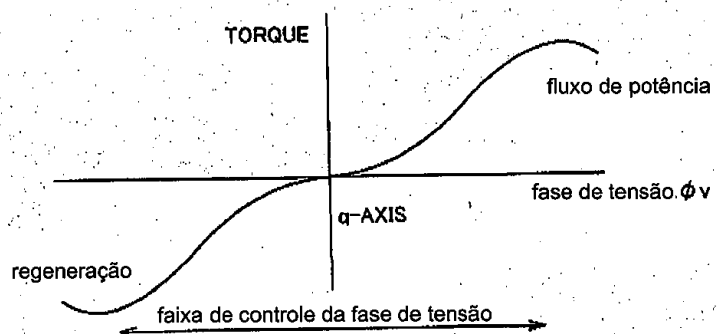
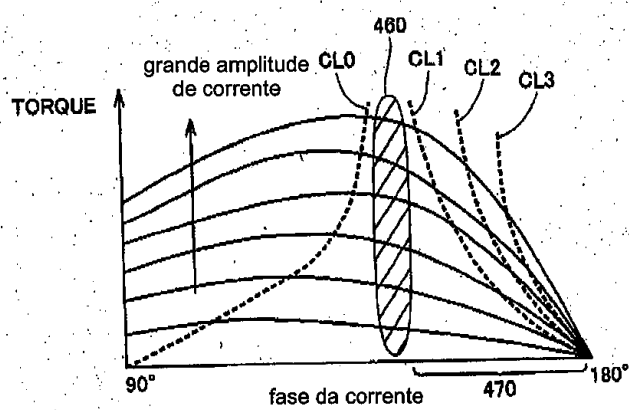


FIG.18



13/22

FIG.19

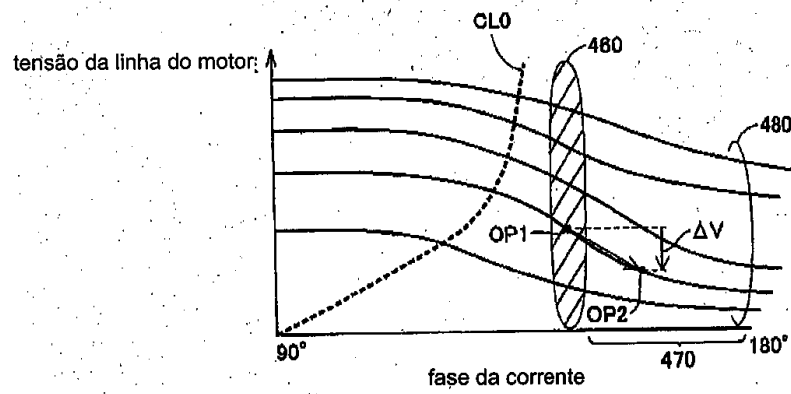
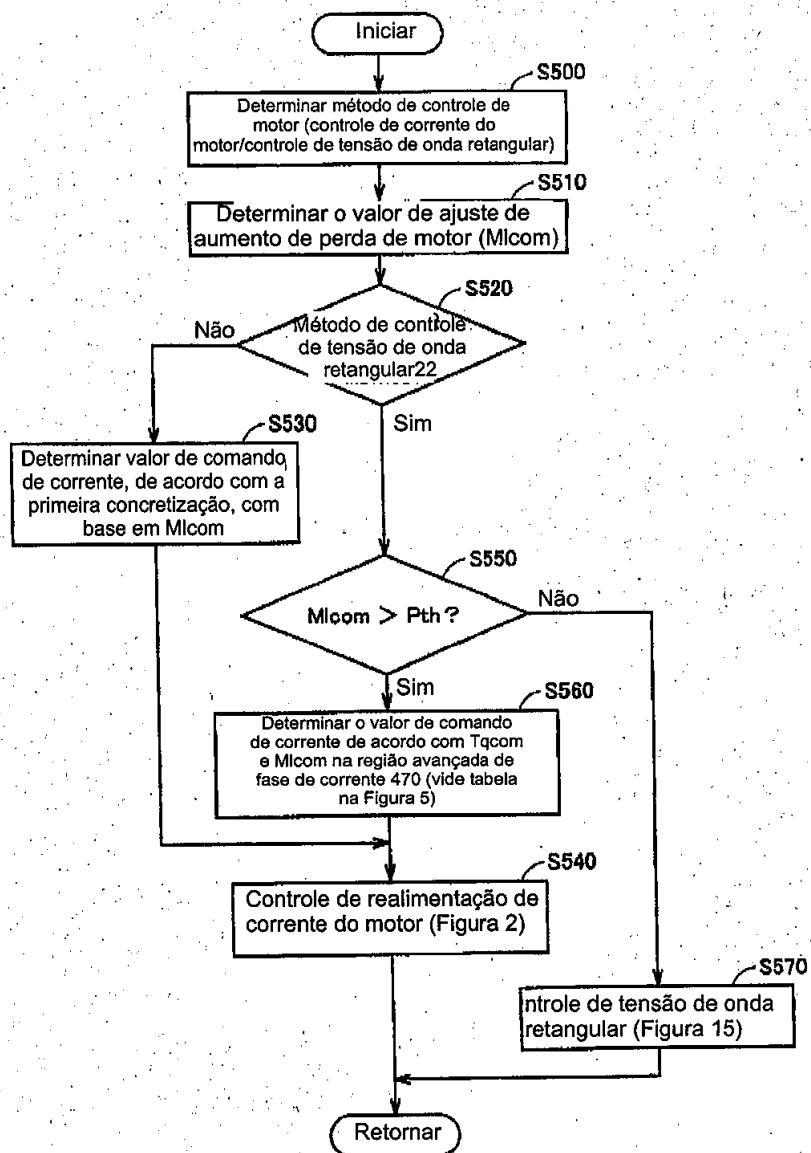


FIG.20



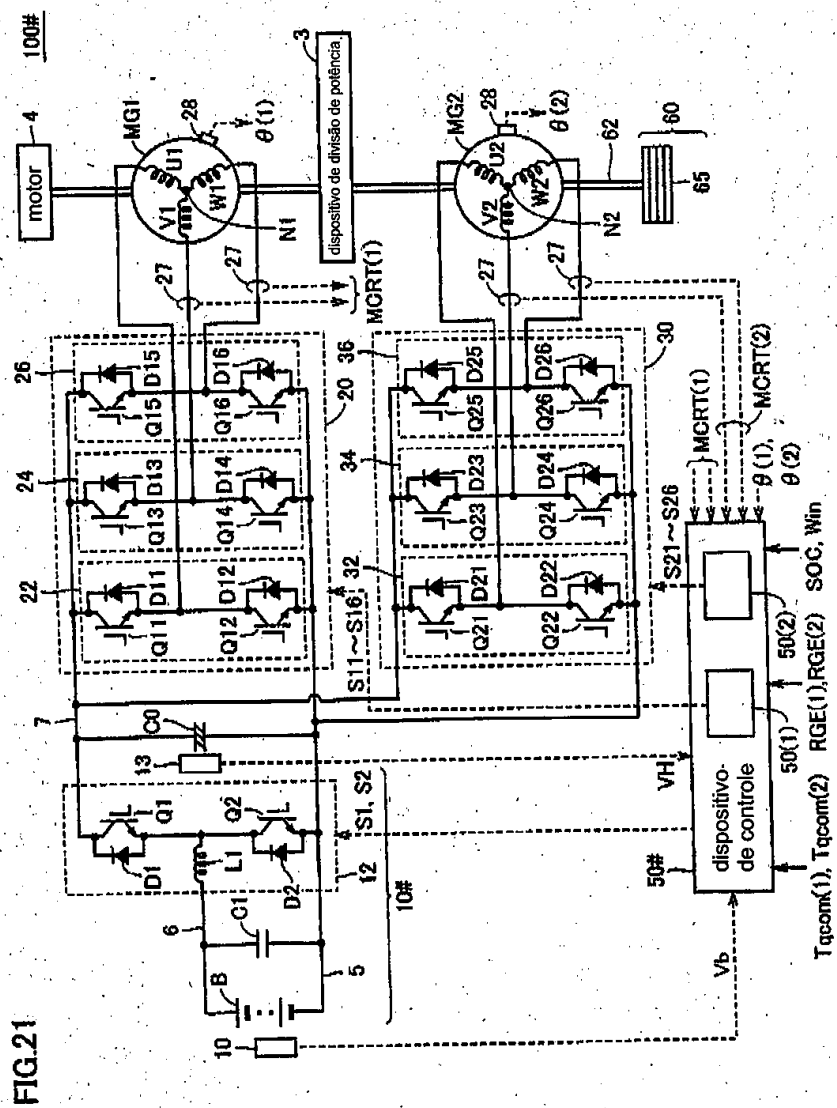


FIG.22

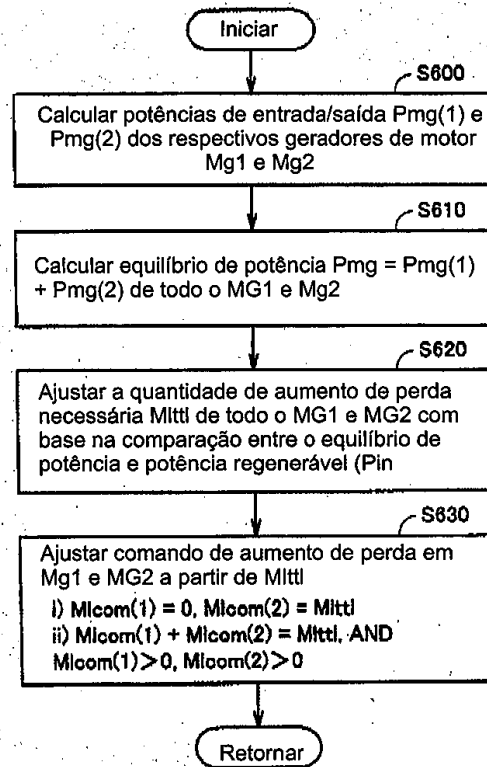


FIG.23

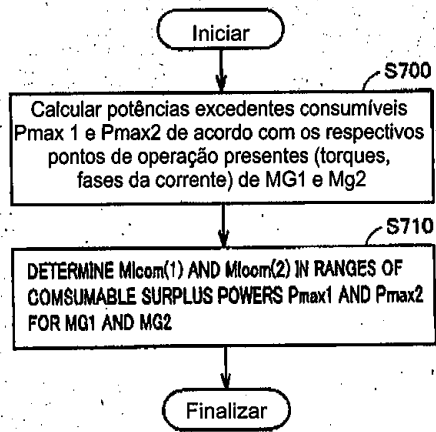


FIG.24

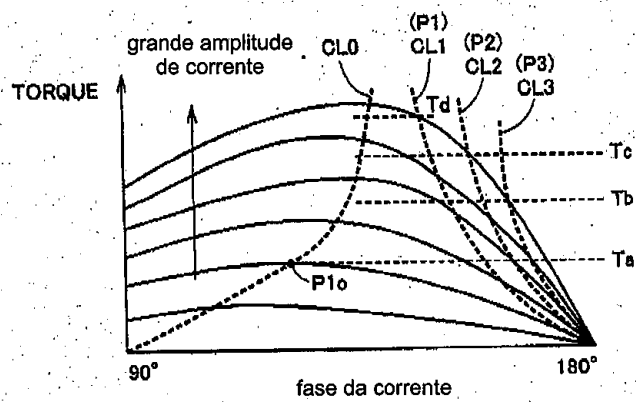


FIG.25

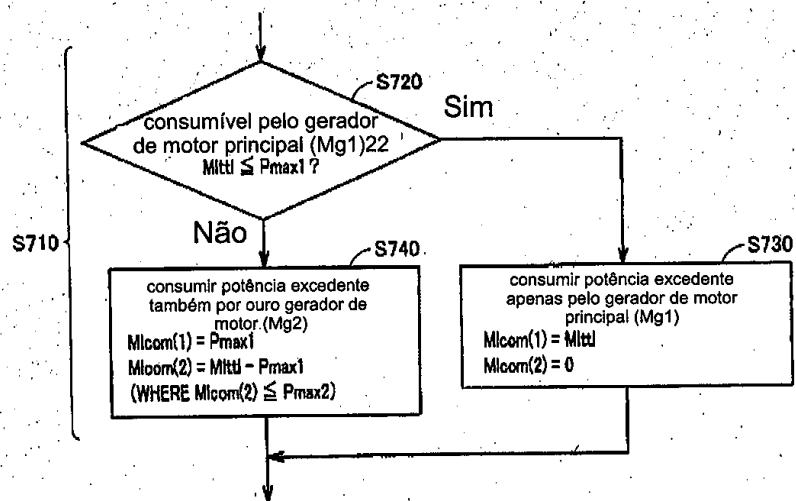
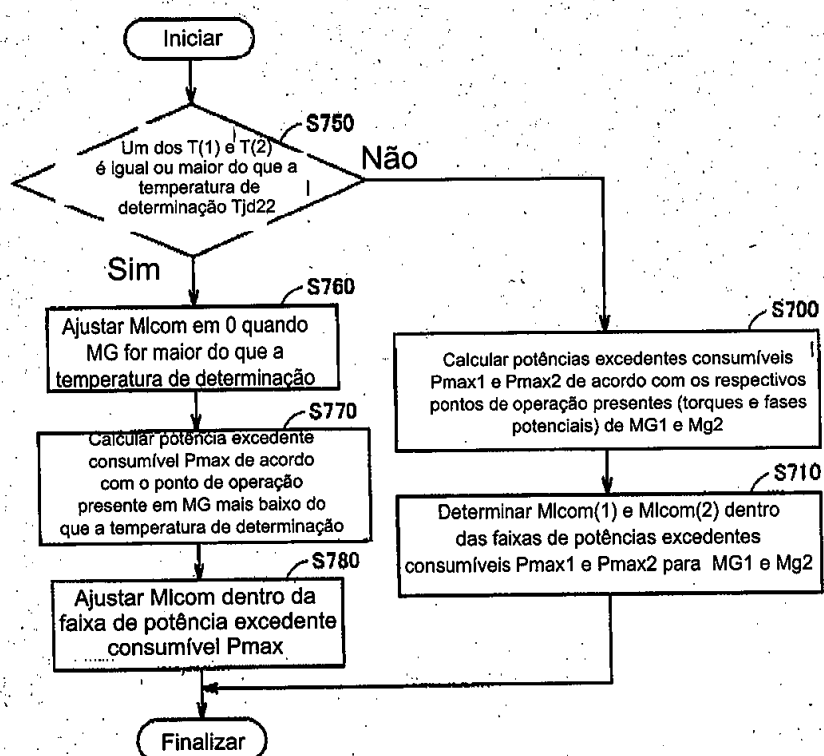


FIG.26



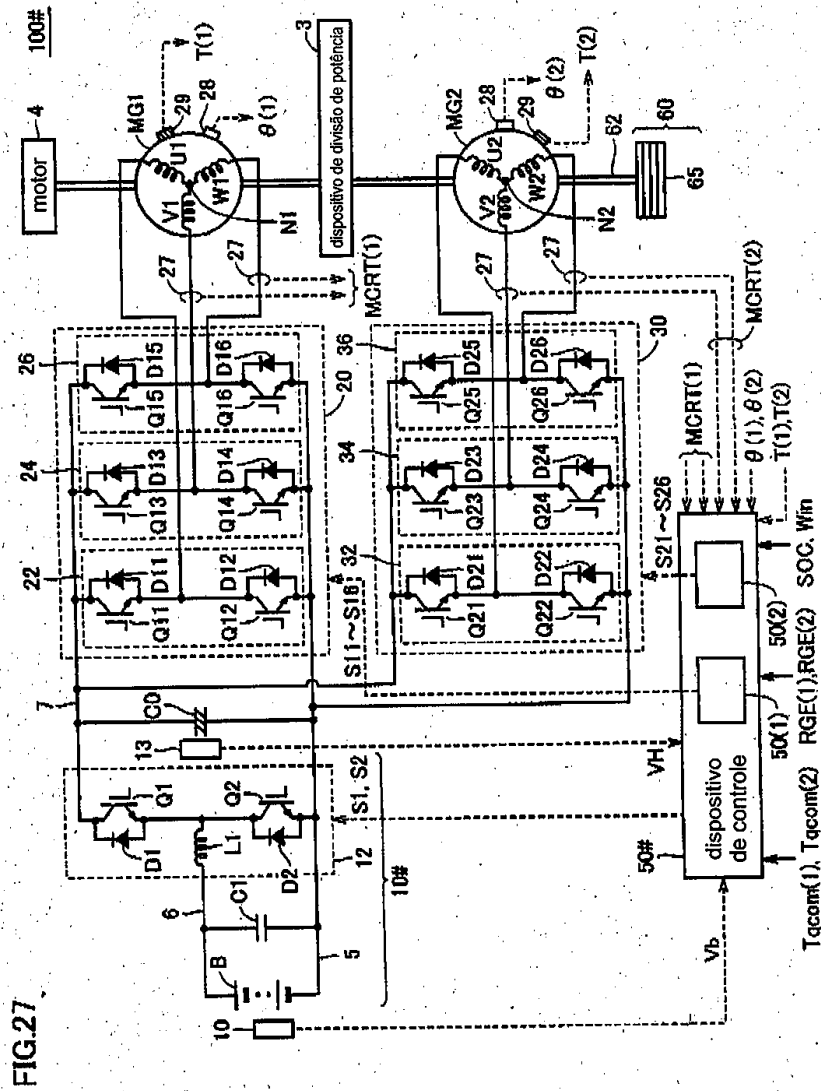


FIG.28

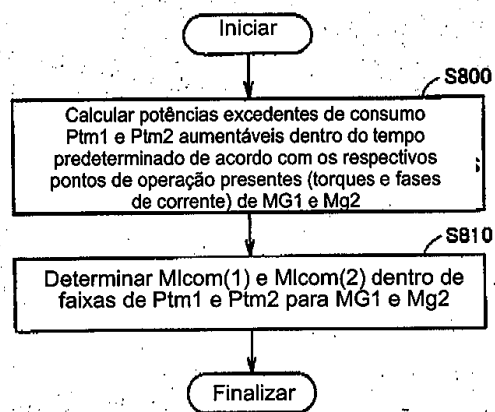


FIG.29

valor de comando de corrente
(Idcom, Iqcom)

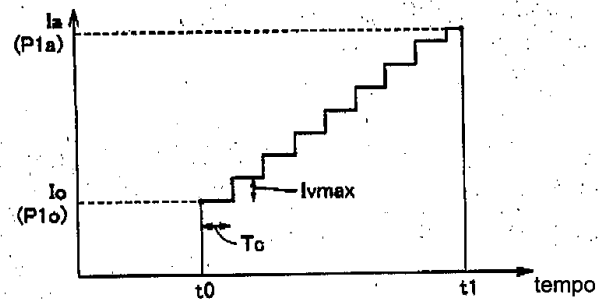


FIG.30

corrente de ponto de operação	potência excedente de consumo aumentável dentro do tempo predeterminado
⋮	⋮
(torque, fase da corrente)	P _{tm1} (P _{tm2})
⋮	⋮

FIG.31

