



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

(11) BR 112014021546-4 B1



(22) Data do Depósito: 24/01/2013

(45) Data de Concessão: 20/07/2021

(54) Título: MÉTODO PARA O PREPARO DA PARTIDA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO E UNIDADE DE CÁLCULO

(51) Int.Cl.: F02N 11/04.

(30) Prioridade Unionista: 05/03/2012 DE 10 2012 203 374.2.

(73) Titular(es): ROBERT BOSCH GMBH.

(72) Inventor(es): ANDREAS JACOB; MATTHIAS SCHMIDT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2013051291 de 24/01/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/131680 de 12/09/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/08/2014

(57) Resumo: MÉTODO PARA O PREPARO DA PARTIDA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO ATRAVÉS DE UM GERADOR DE PARTIDA, ACIONADO POR CORREIA. A presente invenção refere-se a um método para o preparo da partida de um motor de combustão (33) por um gerador de partida (100), acionado por correia (100)I, o qual apresenta um enrolamento de estator (11) e um enrolamento de induzido (12), sendo que o gerador de partida (100) será operado de tal maneira que o seu torque, gerado progressivamente, aumenta por um período de tempo superior a duas constantes de tempo do enrolamento do induzido. O enrolamento do induzido (12) é energizado e, quando uma corrente excitada através do enrolamento do induzido (12), antes do início de sua energização, estiver situada abaixo de um valor de umbral inferior, o enrolamento do estator (11) será energizado antes de a corrente excitadora estar situada acima de um valor de umbral superior. Conforme a invenção, a correia do gerador de partida, antes do efetivo processo de partida, será protendida pela ativação do motor elétrico, de maneira que podem ser evitados trancos, vibrações e ruídos que surgem na partida do motor de combustão por um gerador de partida.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA O PREPARO DA PARTIDA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO E UNIDADE DE CÁLCULO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um método para o preparo de um da partida de um motor de combustão por meio de um gerador de partida, acionado por correia, bem como abrange uma unidade de cálculo para a sua realização.

ESTADO DA TÉCNICA

[002] Motores elétricos podem ser empregados em veículo automotor como os chamados geradores de partida, a fim de dar partida, por um lado, ao motor de combustão na operação do motor elétrico e, por outro lado, para gerar corrente para a rede de bordo e para carregar a bateria do veículo automotor na operação do gerador do motor elétrico. Geradores de partida podem estar unidos - por meio de um acionamento de correia - com o motor de combustão, ou seja, com o eixo virabrequim.

[003] Para o emprego como geradores de partida (RSG) acionados por correia, adaptam-se, especialmente motores síncronos de corrente trifásica, externamente acionados, visto que o seu momento motor pode ser especialmente bem regulado. Um torque desejado poderá ser ajustado por uma ativação correspondente do enrolamento de rotor (bobina excitadora) e/ou pelo enrolamento de rotor (são convencionais, por exemplo, três ou cinco fases de estator). Pode ser preferida uma modulação de tempo do torque, a fim de lograr um processo de partida na maior extensão possível com reduzido índice de ruídos e vibrações.

[004] O documento DE 10 2005 034 123 A1 revela um sistema de partida de gerador de corrente trifásica por correia para um veículo automotor. Com a ignição ligada e motor de combustão desligado, uma corrente, através de um enrolamento de rotor de um dispositivo

de gerador de corrente trifásica/starter será regulada em uma corrente de campo de pré-fluxo e uma corrente será registrada em zero através de um enrolamento de estator. Quando for recebido um comando de partida para ativar o motor de combustão, será ajustada a corrente pelo enrolamento de rotor e a corrente pelo enrolamento de estator será regulada em um valor de corrente de partida.

[005] Para reduzir o deslize na operação de correia, podem ser empregados tensores de correia, como por exemplo, os chamados sistemas tensores pendulares. Baseado na troca da seção de carga para a seção intermediária, com a operação motorizada e operação por gerador, quando se forma o tensionamento da correia, porém, de forma complexa. Especialmente, podem se apresentar trancos, vibrações e ruídos na parte do motor de combustão através de um RSG, que devem ser evitados.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[006] De acordo com a invenção, é proposto um método para o preparo da partida de um motor de combustão por um gerador de partida, acionado por correia, com as características da invenção. Modalidades vantajosas são objeto das concretizações, bem como da seguinte descrição.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

[007] A invenção propõe protender a correia de um RSG antes do processo da partida, por meio da ativação do motor elétrico. Para tanto, o torque gerado pelo RSG – diferente do que sucede no estado da técnica – não se caracteriza por trancos, porém será aumentado gradualmente. Isto poderá ser alcançado por uma aplicação de corrente especial do enrolamento de rotor.

[008] Preferencialmente, o enrolamento de estator será já energizado antes de a corrente excitadora ter alcançado o seu pico, preferencialmente já dentro de duas constantes de tempo, após o início

da energização do enrolamento do estado, mais preferencialmente dentro de uma constante de tempo. Em virtude de sua grande indutividade, o enrolamento do estado apresenta uma constante de tempo relativamente grande (indutividade dividida pela resistência de comumente alguns 100ms), de maneira que na sequência será necessário um determinado espaço de tempo até que após o início da energização do enrolamento do estado, se verifique, efetivamente, um fluxo da corrente excitadora desejado. Caso o enrolamento de rotor seja essencialmente não excitado (isto é, quando a corrente excitadora, através do enrolamento de rotor, estiver situada abaixo de um valor limite inferior, por exemplo, a 50% ou 25% da corrente excitadora, usada para a partida do motor de combustão, a sua constante de tempo, relativamente grande, poderá ser vantajosamente usada. Este efeito indesejado no estado da técnica da formação lenta do campo excitador, poderá ser aproveitado quando, simultaneamente, o enrolamento de rotor será energizado a formação do campo excitador. Por conseguinte, também aumenta lentamente o torque. O começo da energização do enrolamento de estator verifica-se de acordo com a invenção na dependência da corrente e/ou do tempo. O enrolamento de estator poderá ser energizado antes de a corrente excitadora estar situada através do enrolamento de rotor acima de um valor limite superior (p.ex. de 10%, 25%, 50% ou 75% da corrente excitadora usada para a partida do motor de combustão) e/ou dentro de, no máximo, duas constantes de tempo do enrolamento de rotor após o começo da energização do enrolamento de rotor, preferencialmente dentro de, no máximo, uma quarta parte de uma constante de tempo do enrolamento de rotor. O valor limite superior situa-se, portanto, preferencialmente entre cerca de 1A e 7A, e a energização se verifica dentro de cerca de 10-100 ms).

[009] O percurso do torque, de aumento progressivo e produzido no contexto da invenção serve para protender a correia e, desta forma,

garantir uma partida do motor mais rápida possível, bem como com reduzido índice de ruídos e vibrações. Pelo aumento do momento progressivo (especialmente em forma de rampa), um sistema de tensionamento pendular, eventualmente existente, poderá lentamente parar de oscilar. Desta maneira, serão evitados a formação de ruídos e vibrações incidentes, como surgem pelo tensionamento em forma de trancos.

[0010] No momento do aumento do momento, o momento aplicado no eixo virabrequim ainda não é suficiente para girar o motor de combustão. A intensidade do momento é, todavia, suficiente para protender a correia, tão logo estiver agora aplicado suficiente momento no eixo virabrequim, o motor de combustão começa a operar imediatamente. Como, gradualmente, o enrolamento de estator somente é energizado quando o enrolamento de rotor estiver excitado, e como neste momento a correia ainda não está protendida, a invenção resulta em uma dupla economia de tempo, visto que, de acordo com a invenção, a energização do enrolamento de estator já tem início em um momento anterior e a correia já está protendida quando o torque necessário estiver disponibilizado. Uma redução do tranco sobre a correia e um correspondente sistema tensor de correia (pendular) diminui a solicitação mecânica e, portanto, é protetor para os componentes. Desta maneira, com idêntica configuração, poderá ser logrado um aumento da duração de vida.

[0011] Uma unidade calculadora, de acordo com a invenção, por exemplo, um aparelho de controle de um veículo automotor, especialmente com programa técnico, está configurada para realizar um método de acordo com a invenção.

[0012] Também, a implementação do método na forma de software é vantajosa, já que isto ocasiona custos especialmente reduzidos, especialmente quando um aparelho de controle a ser realizado ainda

for usado para outras tarefas e, portanto, está presente de qualquer modo. Veículos de dados adequados para oferecer o programa computadorizado são especialmente disquetes, discos rígidos, memórias flash, EEPROMs, CD-ROMs, DVDs e vários outros. Também é possível um download de um programa através de redes computadores (Internet, Intranet, etc.).

[0013] Outras vantagens e modalidades da invenção resultarão da descrição e do desenho anexo.

[0014] Entende-se que as características acima mencionadas e que, em seguida, ainda serão explicitadas, não somente podem ser empregadas na respectiva combinação indicada, porém também podem ser usadas em outras combinações ou em posição exclusiva, sem abandonar o contexto da presente invenção.

[0015] A invenção é apresentada esquematicamente no desenho de um exemplo de execução e será, em seguida, detalhadamente descrita, com referência ao desenho.

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

[0016] Figura 1 apresenta, esquematicamente, um conjunto de um motor de partida, com conversores de corrente, com elementos comutadores acionáveis, como pode estar previsto como base da invenção.

[0017] Figura 2 apresenta em uma forma de realização uns geradores de motor de partida com conversores de corrente, com elementos comutadores acionáveis, como pode estar previsto como base da invenção.

FORMA DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO.

[0018] A invenção será em seguida descrita, com referências às figuras 1 e 2, nas quais elementos iguais possuem idênticos números de referência.

[0019] A figura 1 apresenta, esquematicamente, um conjunto 200 de um motor de combustão 300, um gerador de partida 100 acionado por

correia, com o motor elétrico, e uma rede de bordo 30, baseado nos quais será explicada uma forma de realização preferida da invenção.

[0020] Através de uma correia 310, o motor de combustão 300 está ligado com o gerador de partida 100, estando previsto um tensor de correia, conformado como sistema tensor de correia pendular 320, que pode protender a correia 310 durante a operação, independente da direção de momento.

[0021] Na figura 2, o gerador de partida 100 está apresentado em forma de planta comutadora. O gerador de partida apresenta um componente gerador 10 e um componente de conversor de corrente 20. Na operação geradora do motor, o componente conversor de corrente gradualmente é operado como retificador, e na operação de motor, como ondular.

[0022] O componente gerador 10 é apresentado em forma meramente esquemática, como enrolamentos de estator 11 e um enrolamento excitado, ou seja, de rotor 12, ligado em paralelo com um diodo. O enrolamento de rotor ligado em forma cadenciada por uma chave de potencial 13 que está ligada com um acoplamento 24 do componente de conversor de corrente 20. A ativação da chave de potencial 13 é feita sobre uma linha de ativação 14, de acordo com a indicação de um regulador de campo 15, sendo que a chave de potencial 13, da mesma forma como o diodo ligado em paralelo para com o enrolamento de rotor 12, normalmente estão integrados em um circuito integrado (ASIC), específico da área de uso, de um regulador de campo. A corrente excitadora poderá ser regulada sobre um sinal de tensão de modulação em regime de amplitude de pulso, sendo que na ativação permanente (ou seja, um ciclo de trabalho de 100, ou seja, 1) uma corrente excitadora flui com intensidade nominal de corrente. Depois de ajustar um ciclo de trabalho de 100%, baseado na elevada indutividade do enrolamento de rotor, a intensidade nominal de corrente somente é

alcançada com um determinado retardo de até cinco constantes de tempo de enrolamento de rotor.

[0023] No contexto do presente pedido, é mostrado um gerador trifásico. Em princípio, todavia, a presente invenção pode ser empregada também em geradores com menores ou mais fases, por exemplo, gerador de cinco fases. A constante de tempo do enrolamento de estator tipicamente é nitidamente mais curta do que a constante de tempo do enrolamento de rotor.

[0024] O componente do conversor de corrente 20 é aqui configurado como circuito B6 e apresenta elementos comutadores 21, os quais, por exemplo, podem ser configurados como MOSFET 21. Os MOSFET 21 são, por exemplo, interligados através de trilhos eletrificados com aos respectivos enrolamentos de estator 11 do gerador. Além disso, os MOSFET estão interligados com conexões 24,24' e com ativação correspondente oferecem uma corrente contínua para uma rede de bordo 30, inclusive bateria de um veículo automotor. A ativação dos elementos comutadores 21 é feita através de um conjunto de ativação 25 por meio de canais de ativação 26, dos quais, por motivos de melhor visibilidade, nem todos possuem números de referência. Através de canais de fase 27, o conjunto de ativação 25 recebe a tensão de fase dos diferentes enrolamentos de estator. Para prover estas tensões de fase, poderão estar previstos outros conjuntos, os quais, todavia, para melhor visibilidade, não são representados.

[0025] Na operação do motor, será usado o gerador de partida 100 a fim de dar partida ao motor de combustão 300. Aqui, o componente do conversor de corrente 20 será operado de acordo com uma configuração da invenção, conforme descrito em seguida. O gerador de partida é alimentado pela bateria.

[0026] Se, neste momento, o enrolamento de rotor 21 estiver essencialmente não excitado, isto é, se a corrente excitadora estiver

situada abaixo de um valor limite inferior, por exemplo, de 10% da corrente nominal (corresponde, aproximadamente, a 1 A), inicialmente será energizado o enrolamento de rotor 12, sendo que especialmente pela regulador de campo 15 será ajustado um ciclo de trabalho de 100%. O fluxo de corrente pelo enrolamento de rotor e, portanto, o campo excitador aumenta nas indutâncias, de acordo com o conhecido comportamento de ativação.

[0027] Este aumento do campo excitador será transferido para um aumento desejado do torque, sendo que, bem prematuramente, também será energizado o enrolamento de estator 11. Isto ocorre, de preferência, antes de a corrente excitadora alcançar um valor limite superior, por exemplo, de 25% da corrente nominal. É conhecido que a corrente, por uma bobina não excitada, após uma constante de tempo terá alcançado cerca de 63,2% da corrente nominal e depois de cinco constantes de tempo terá alcançado aproximadamente 99,3% da corrente nominal. Preferencialmente, o enrolamento de estator 11 será energizado dentro, ou seja, aproximadamente com uma quarta parte de constante de tempo, o mais tardar dentro de cerca duas constantes de tempo.

[0028] A energização do enrolamento de estator 11 pode se verificar em um regime de operação não cadenciado (a chamada operação de bloco) ou cadenciado (a chamada operação PWM, com modulação conforme amplitude de pulso), em regime de operação conversora de pulso. O padrão de ativação selecionado pode, no caso, ser selecionado na dependência das rotações e do torque desejado. Na comutação de bloco, contrário à operação de modulação de amplitude de pulso, a chave do semiconductor para o período de tempo de uma ativação de fase fica ligada continuamente. Na operação com modulação em amplitude de pulso, por meio de um determinado padrão de ativação, as chaves de semicondutores serão ativadas

preferencialmente com elevada frequência (tipicamente entre 2 e 20 kHz), com o que surge um traçado harmônico da corrente de fase, o que resulta em menor ondulação de torque e melhor grau de eficácia. Ambos os métodos são bem conhecidos no estado da técnica.

[0029] Na impulsão do gerador de partida é inicialmente regulado um reduzido torque, o qual, na dependência da constante de tempo do enrolamento de rotor, passa a aumentar. Em sentido proporcional para com o momento, aumenta a tensão mecânica na seção de carga da correia 310, com o que lentamente é exercida uma força sobre o sistema tensor de correia pendular 320. Como esta força não aumenta de modo saltiforme, ocorre uma lenta oscilação pendular do sistema tensor de correia pendular 320 e, com isto, um surgimento menor de ruídos e vibrações. Se depois de um determinado período a correia estiver protendida, sendo o momento suficiente extenso, ocorre uma aceleração do eixo virabrequim do motor de combustão 300 e, portanto, a partida.

[0030] Se, no momento acima mencionado, o enrolamento de rotor 12 ainda estiver excitado de forma significativa, isto é, se a corrente excitadora estiver situada acima do valor limite inferior de cerca de 10%, inicialmente será também, energizado o enrolamento de rotor 12, sendo que, especialmente pelo regulador de campo 15, é regulado um ciclo de trabalho de 100%. O campo excitador, todavia, neste íterim já está tão elevado que na energização acima descrita do enrolamento de estator já resulta um torque indesejado alto. Portanto, preferencialmente o enrolamento de estator 11 será energizado de tal forma, que resulta novamente um aumento progressivo do torque. A energização do enrolamento de estator 11 se verifica aqui, convenientemente, em uma operação alterada de pulso cadenciada (a chamada operação PWM). O padrão de ativação selecionado pode, no caso, ser selecionado na dependência das rotações e do torque desejado.

[0031] Em ambos os casos descritos, preferencialmente será obtido um aumento em forma de rampa do torque, sendo que o aclave da tampa do momento pode ser predeterminado na dependência do tipo de trabalho e as rampas podem também ser diversificadas para ambos os casos descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para o preparo da partida de um motor de combustão (300) por um gerador de partida (100) acionado por correia, o qual apresenta um enrolamento de estator (11) e um enrolamento de rotor (12), sendo que o gerador de partida (100) é operado de tal maneira que seu torque produzido aumenta gradualmente por um período de tempo superior a duas constantes de tempo do enrolamento de rotor, caracterizado pelo fato de que o enrolamento de rotor (12) é primeiramente energizado e um começo de uma energização do enrolamento de estator (11) ocorre na dependência de uma corrente excitadora através do enrolamento de rotor (12) e/ou na dependência do tempo.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o enrolamento de estator (11) é energizado de tal forma que o torque produzido aumenta gradualmente por um período de tempo superior a duas constantes de tempo do enrolamento de rotor.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que se a corrente excitadora através do enrolamento de rotor (12), antes do começo de sua energização, estiver situada abaixo de um valor limite inferior, o enrolamento de estator (11) é energizado antes de a corrente excitadora estar situada acima de um valor limite superior.

4. Método de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que se a corrente excitadora através do enrolamento de rotor (12), antes do começo de sua energização, estiver situada abaixo de um valor limite inferior, o enrolamento de estator (11) também é energizado dentro de no máximo duas, preferencialmente no máximo uma, especialmente no máximo de uma quarta parte de uma constante de tempo do enrolamento de rotor após o começo da energização do enrolamento de rotor (12).

5. Método de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que é aplicada no enrolamento de estator (11), para a energização, uma tensão de alimentação comutada em bloco.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que se a corrente excitadora através do enrolamento de rotor (12), antes do começo de sua energização, estiver situada acima de um valor limite inferior, é aplicada no enrolamento de estator (11), para a energização, uma tensão de alimentação comutada por PWM.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o enrolamento de rotor (12) é energizado com um ciclo de trabalho de pelo menos 50%, preferencialmente pelo menos 75% ou pelo menos 90% ou 100%.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o motor de combustão (300) é ativado pelo gerador de partida (100) acionado por correia.

9. Unidade de cálculo (25), caracterizada pelo fato de que é configurada para realizar um método, como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes.

Fig. 1

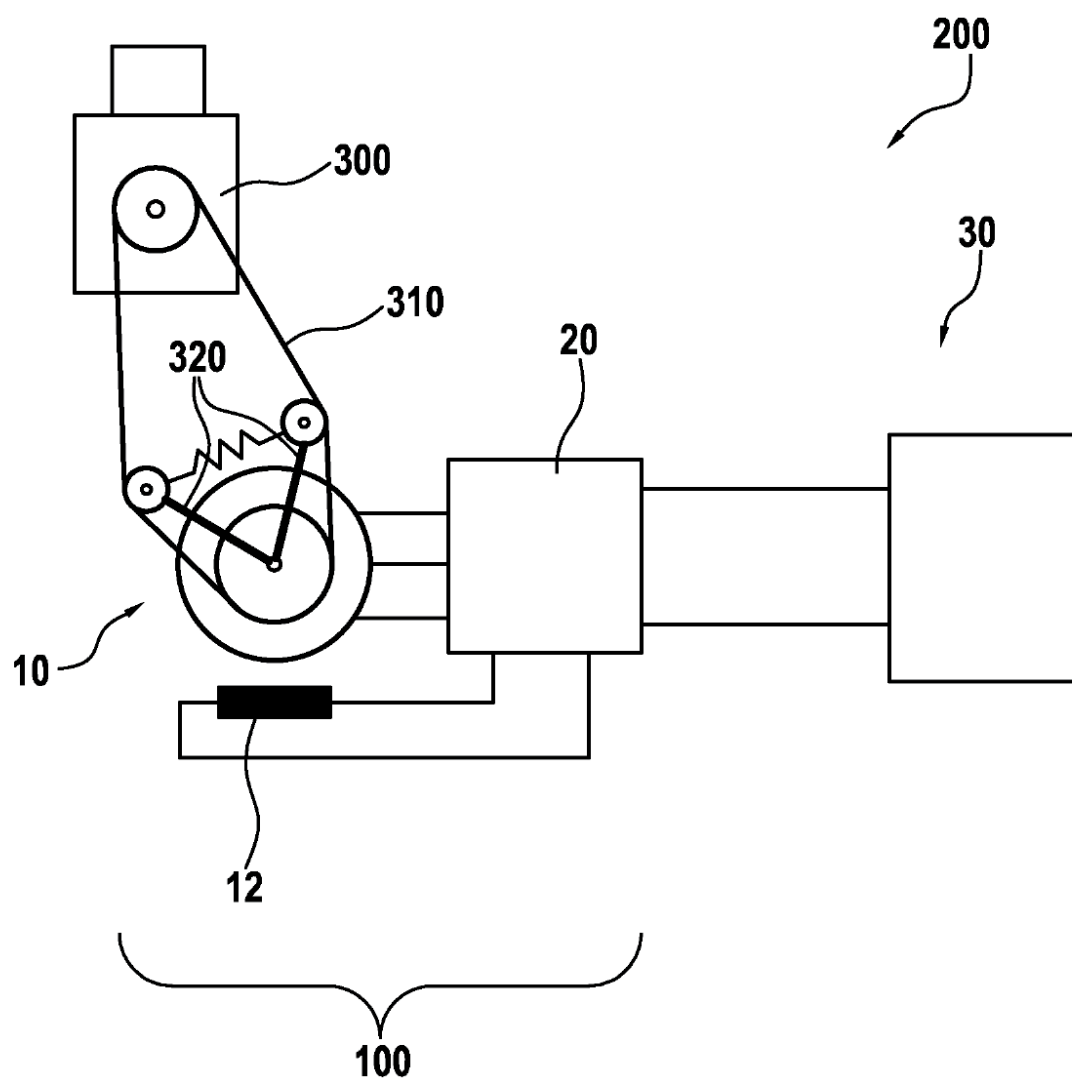


Fig. 2

