

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

(21) **PI0617962-2 A2**



(22) Data de Depósito: 18/10/2006
(43) Data da Publicação: 09/08/2011
(RPI 2118)

(51) *Int.Cl.:*
B60K 6/04 2007.10
B60W 30/18 2007.10
F02D 13/08 2007.10

(54) Título: **MÉTODO PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA EM UM VEÍCULO HÍBRIDO E SISTEMA PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

(30) Prioridade Unionista: 18/10/2005 US 11/252.678

(73) Titular(es): Eaton Corporation

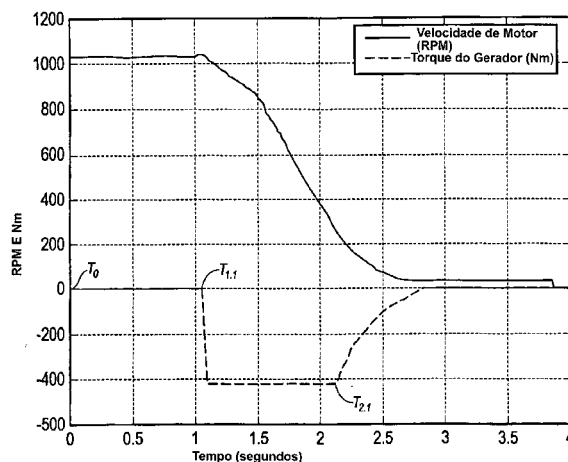
(72) Inventor(es): Douglas Anthony Hughes, Matthew R. Busdiecker

(74) Procurador(es): Antonio Mauricio Pedras Arnaud

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006002914 de 18/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/045970 de 26/04/2007

(57) Resumo: MÉTODO PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA EM UM VEÍCULO HÍBRIDO E SISTEMA PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE UM VEÍCULO HÍBRIDO. Provê-se um método para desligar um motor de combustão interna (12) em um veículo híbrido incluindo um motor elétrico (30) e um gerador (32) operativamente conectados ao virabrequim de motor (21). O método inclui as etapas de reduzir a compressão em pelo menos um cilindro de motor e operar o motor elétrico (30) ou gerador (30) de modo a exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim (12) durante o desligamento do motor, para atenuar oscilações e provocar a redução de velocidade de virabrequim de motor. Ademais, se provê um sistema para desligar o motor de combustão interna (12) de um veículo híbrido.



"MÉTODO PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA EM UM VEÍCULO HÍBRIDO E SISTEMA PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE UM VEÍCULO HÍBRIDO".

Campo da Invenção

- 5 A presente invenção se relaciona a veículos híbridos e a um método e sistema para desligar o motor de um veículo híbrido e melhorar as características de ruído, vibração, e aspereza relativas ao evento de desligamento de motor.

Histórico da Invenção

- 10 A indústria automobilística trabalha ativamente para desenvolver sistemas alternativos de trem de força (powertrain) para melhorar o consumo de combustível e reduzir o nível de poluentes descarregados no ambiente por sistemas de trem de força com motores de combustão
- 15 interna. Esforços significativos têm sido dirigidos a veículos elétricos e a veículos a célula de combustível. Infelizmente, tais sistemas de trem de força alternativos correntemente apresentam limitações, e na prática ainda estão em desenvolvimento. No entanto, veículos híbridos,
- 20 que são veículos que tipicamente incluem um motor de combustão interno e um motor elétrico e gerador, oferecem um compromisso entre um veículo equipado com motor de combustão interna e um veículo totalmente elétrico.
- Veículos híbridos são classificados de modo geral como
- 25 híbrido em série ou híbrido paralelo. Em um veículo híbrido em série, o gerador é acionado mecanicamente por um motor de combustão interna, e o gerador gera energia para uma bateria que provê corrente elétrica a um motor elétrico, que por sua vez movimenta o veículo. De outro
- 30 lado, os híbridos paralelos usualmente são movidos diretamente pelo motor de combustão interna. Mas, quando o veículo acelera ou desacelera de um valor que não pode ser atendido somente pelo motor de combustão interna, o moto-gerador elétrico, mecanicamente conectado ao motor
- 35 de combustão interna, atua como motor (para acelerar) ou gerador (para desacelerar), para conseguir o pretendido valor de aceleração/ desaceleração, por uma ação

combinada do motor de combustão interna com o moto-gerador.

Em certas configurações, o motor desliga periodicamente durante a operação do veículo, quando não se requer
5 potência, para poupar combustível e reduzir emissões. Durante o desligamento, o efeito de bombeamento no motor provoca perturbações no torque e oscilações de virabrequim, afetando adversamente a suavidade da
10 operação. As características de ruído, vibrações e aspereza associadas a um desligamento são geralmente indesejáveis, uma vez que são perceptíveis aos ocupantes do veículo.

Sumário da Invenção

A presente invenção provê um método para desligar o motor
15 de combustão interna em um veículo híbrido, incluindo um motor elétrico e gerador operativamente conectados a um virabrequim de motor. Em uma configuração, o método inclui as etapas de reduzir a compressão em pelo menos um
20 cilindro de motor, e operar o motor elétrico ou gerador de modo a exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim do motor durante o desligamento do motor para atenuar oscilações e provocar uma redução de velocidade de virabrequim de motor. Ademais, a invenção provê um
25 sistema para desligar o motor de combustão interna de um veículo híbrido.

Descrição Resumida dos Desenhos

As configurações da invenção serão agora descritas com ajuda de exemplos, fazendo referência aos desenhos anexos, nos quais:

30 A figura 1 é uma ilustração esquemática de um trem de força de veículo híbrido incluindo um sistema para desligar seu motor de combustão interna de acordo com uma configuração da presente invenção;

A figura 2 é uma ilustração esquemática de um trem de
35 força de veículo híbrido incluindo um sistema para desligar seu motor de combustão interna de acordo com outra configuração da presente invenção;

A figura 3 é uma ilustração gráfica da velocidade do motor durante o desligamento de motor em um trem de força de técnica anterior;

5 A figura 4 é uma ilustração gráfica da velocidade de motor em um trem de força híbrido durante desligamento de motor em um trem de força híbrido de uma configuração da presente invenção; e

10 A figura 5 é uma ilustração gráfica de velocidade de motor e torque de moto-gerador durante o desligamento de motor em um trem de força híbrido de uma configuração da presente invenção.

Descrição Detalhada

Referindo-se à figura 1, na qual é mostrado um trem de força de veículo híbrido 10 que utiliza um método e
15 sistema para desligar seu motor de combustão interna, de acordo com uma configuração da presente invenção. Como ilustrado na figura 1, um trem de força híbrido 10 inclui um motor de combustão interna 12, tal como um motor de combustão interna diesel ou gasolina, um moto-gerador
20 elétrico ou hidráulico 14, e um motor e/ou um mecanismo de transmissão 16 acionado pelo motor. Na figura 1, o trem de força híbrido 10 opera como um sistema de trem de força híbrida paralelo permitindo que o moto-gerador 14 movimente o mecanismo de transmissão 16 somente ou
25 em combinação com o motor de combustão interna 12 para prover torque ao eixo do veículo 18. Uma embreagem opcional 20 pode ser colocada entre o motor de combustão interna 12 e o moto-gerador 14 para seletivamente acoplar ou desacoplar o motor de combustão interna 12 do moto-
30 gerador 14 e/ou do mecanismo de transmissão 16. Desta maneira, o moto-gerador 14 é operativamente conectado ao virabrequim de motor 21 e seletivamente operado para exercer uma ação em seu movimento.

35 A energia requerida para operar o moto-gerador 14 é suprida por uma fonte de energia 22 inclui, mas não se limita a, uma bateria, um banco de baterias, ou um acumulador hidráulico. Por exemplo, a fonte de energia 22

será descrita daqui por diante como uma bateria que armazena a energia elétrica necessária para energizar um moto-gerador elétrico 14. Também deve ser apreciado que o moto-gerador elétrico 14 também funciona como gerador para converter a energia mecânica do trem de força em energia elétrica, a ser usada para carregar a fonte de energia 22 e/ou energizar os vários componentes elétricos. A operação do trem de força híbrido 10 é controlada por um controlador 26, tal como uma unidade de controle eletrônico utilizando micro-processadores. O controlador 26 pode incluir ou ser ligado a um ou mais sub-controladores (não mostrados), tal como um controlador de bateria, para controlar a operação de um ou mais componentes do trem de força. O controlador 26 também pode se comunicar com o controlador de motor do veículo (não mostrado), que pode estar contido na mesma unidade. O controlador 26 pode ser ligado a um ou mais sensores de veículo (não mostrados), tal como sensores de velocidade de motor e virabrequim (convencionais), que suprem dados, tal como velocidade de virabrequim e motor, ao controlador 26 utilizados para controlar o moto-gerador 14. Como será descrito em uma configuração da invenção, o controlador 26 pode receber sinais a partir dos sensores e, com base nestes sinais recebidos, controlar a operação do moto-gerador 14 durante o evento de desligamento do motor, de modo a exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim 21.

Em uma configuração, o motor de combustão interna 12 inclui um dispositivo redutor de compressão 28. O dispositivo redutor de compressão 28 inclui, mas não se limita a, um freio motor ou sistema de atuação de válvula hidráulica que controla a atuação de uma válvula (ou de várias válvulas) do motor independentemente da posição do virabrequim. Em uma configuração, o dispositivo redutor de compressão 8 é montado no cabeçote do motor de combustão interna e adaptado para variar o tempo de abertura das válvulas de admissão/ exaustão para reduzir

a compressão em pelo menos um cilindro de motor (nenhum dos quais sendo mostrado). Desta maneira, a compressão do cilindro e, por conseguinte, o torque aplicado ao virabrequim 21 pelo cilindro comprimido, será seletivamente reduzida. Em uma configuração particular, o dispositivo redutor de compressão 28 é configurado para continuamente abrir pelo menos uma válvula de admissão durante o evento de desligamento do motor.

A configuração do sistema de trem de força híbrido mostrada na figura 1 é dada somente como referência e não limita o escopo da presente invenção. Como mostrado na figura 2, por exemplo, o trem de força híbrido 10 também pode ser configurado incluindo um motor elétrico 30 separado e distinto do gerador 32. O motor elétrico 30 e o gerador 32 podem ser operativamente conectados ao virabrequim de motor 21 por um dispositivo divisor 34, tal como uma caixa planetária e similares, que permite que o trem de força híbrido 10 atue em série ou paralelo. Serão descritos agora, com referência às figuras 3 a 5, um método e sistema para desligar um motor de combustão interna 12 em veículos híbridos, de acordo com uma configuração da presente invenção. Em uma configuração, quando um comando para desligar um motor de combustão interna 12 é recebido pelo controlador 26, o controlador 26 é configurado para seletivamente operar um dispositivo redutor de compressão 28, de modo a reduzir o torque aplicado ao virabrequim 21. Por exemplo, o dispositivo redutor de compressão 28 pode operar pelo menos uma válvula de admissão durante o desligamento do motor, daí reduzindo ou eliminando completamente a pressão do cilindro e a correspondente força aplicada ao virabrequim de motor 21. O controlador 26 pode operar o dispositivo redutor de compressão 28 para abrir a válvula de admissão em um número qualquer de cilindros, para efetuar a desejada descompressão de cilindro. O controlador 26 também pode ser configurado para operar o dispositivo redutor de compressão 28 durante todo o evento de

desligamento de motor ou somente em uma porção finita do evento de desligamento de motor.

Durante o evento de desligamento de motor, o controlador 26 também é configurado para operar o moto-gerador 14, ou motor elétrico 30 e gerador 32, independentemente de integrados ou não, como mostrado na figura 2, para exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor 21. Em uma configuração, o moto-gerador 14 pode ser operado de modo a aplicar um pré-determinado torque ao virabrequim de motor 21, ou um perfil de torque alvo variável no tempo, para exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor 21. O torque pode ser aplicado ao virabrequim 21, quando o moto-gerador 14 opera como gerador, quando a energia mecânica a partir do virabrequim 21 é convertida em energia elétrica pelo moto-gerador 14 e armazenada em uma fonte de energia 22. O perfil de torque pode ser substancialmente sincronizado com a velocidade de virabrequim de motor durante o evento de desligamento de motor. O pré-determinado torque ou perfil de torque alvo pode ser pré-programado no controlador 26 e referenciado durante o evento de desligamento para gerar um comando para operação do moto-gerador 14 ou determinado no modo loop-fechado com base nos dados recebidos dos sensores do veículo.

A operação da presente invenção ademais deve ser apreciada com referência às figuras 3 a 5. A figura 3 ilustra a velocidade do motor durante o evento de desligamento de motor em um trem de força de técnica anterior. Oscilações na velocidade que contribuem para o aparecimento de ruídos, vibrações e asperezas no trem de força são visíveis no gráfico de velocidade de motor, particularmente próximas das extremidades do evento de desligamento de motor, a medida que o virabrequim de motor vai parando. Ao contrário, a figura 4 ilustra graficamente a velocidade do motor durante o desligamento de motor, de acordo com uma configuração da invenção. Reduzindo a pressão em pelo menos um cilindro do motor e

operando o moto-gerador 14 de modo a exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor 21 durante o evento de desligamento de motor, atenua as oscilações visíveis na figura 3 e provoca uma redução de velocidade de virabrequim.

A figura 5 sobrepõe o torque do moto-gerador ao gráfico de velocidade de motor da figura 4. Na configuração ilustrada na figura 5, o controlador 26 determina o torque requerido no modo loop-fechado, com base nos dados recebidos dos sensores, tal como sensores de velocidade de virabrequim ou motor objetivando levar a velocidade do moto-gerador para zero rotação *per* segundo. Em T_0 , o motor de combustão interna 12 opera a aproximadamente 1030 RPM e o moto-gerador 14 não aplica nenhum torque ao virabrequim de motor 21. Em aproximadamente $T_{1.1}$, o motor de combustão interna 12 é comandado para desligar e o controlador 26 opera o moto-gerador 14, quando o gerador aplica o torque máximo (cerca de 420 Nm) para retirar energia do virabrequim 21. A energia mecânica retirada do virabrequim 21 é convertida em energia elétrica pelo moto-gerador 14 e armazenada na fonte de energia 21, daí carregando a fonte de energia. Em aproximadamente $T_{2.1}$, o controlador 6 atua sobre o moto-gerador 14, de modo a aplicar um torque geralmente proporcional à velocidade do virabrequim. Reduzir gradualmente o torque aplicado o virabrequim 21 evita que o moto-gerador 14 aplique uma quantidade de torque que gire o motor para trás depois de o motor ter parado.

Alternativamente, o moto-gerador 14 pode ser operado em uma pré-determinada velocidade ou de acordo com um perfil de velocidade alvo variável no tempo durante o evento de desligamento de motor. Em uma configuração, por exemplo, o moto-gerador 14 pode ser levado a operar em zero rotação por minuto, de modo que o moto-gerador 14 retire energia do virabrequim durante o evento de desligamento. Em outra configuração, o controlador 26 pode ser

configurado para alternadamente operar o moto-gerador 14 como motor 30 e gerador 32 na sua capacidade individual, para ativamente amortecer oscilações na velocidade de virabrequim de motor durante o evento de desligamento de motor. Desta maneira, um torque positivo pode ser aplicado ao virabrequim 21 em virtude de o moto-gerador 14 atuar como motor, e um torque negativo pode ser aplicado ao virabrequim em virtude de o moto-gerador 14 atuar como gerador.

A presente invenção foi particularmente descrita com referência às configurações acima, que não obstante são meramente ilustrativas com referência ao melhor modo de executá-la. Deve ser entendido, por aqueles habilitados na técnica, que as várias alternativas das configurações descritas poderão ser empregadas na prática da invenção sem sair de seu espírito e escopo, como definidos nas reivindicações que se seguem. Pretende-se ainda, que as reivindicações que se seguem definam o escopo da invenção e que o método e aparelho dentro do escopo destas reivindicações e seus equivalentes sejam cobertos pelas reivindicações. Esta descrição da invenção deve ser entendida englobando novas combinações não-óbvias usando os elementos descritos, e as reivindicações podem ser apresentadas nesta ou em um pedido posterior com referência a qualquer nova combinação não-óbvia destes elementos. Adicionalmente, as configurações dadas são meramente ilustrativas, onde nenhum elemento ou aspecto é essencial a todas combinações possíveis, que podem ser reivindicadas nesta ou em uma aplicação posterior.

REIVINDICAÇÕES

- 1- Método para desligar um motor de combustão interna em um veículo híbrido, incluindo pelo menos um motor elétrico (30) e um gerador (32) operativamente conectados a um virabrequim de motor (21), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:
- reduzir a compressão em pelo menos um cilindro de motor; e
 - operar o motor elétrico (30) ou gerador (32) para exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor (21) durante o desligamento de motor para atenuar oscilações e provocar a redução de velocidade do virabrequim de motor.
- 2- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de reduzir adicionalmente incluir abrir pelo menos uma válvula de motor.
- 3- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de reduzir adicionalmente incluir reduzir a compressão em pelo menos um cilindro, até a compressão ser substancialmente eliminada.
- 4- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o motor elétrico (30) e o gerador (32) serem integrados em um conjunto motor-gerador (14).
- 5- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de operar incluir operar o motor elétrico (30) ou gerador (32) de modo a aplicar um pré-determinado torque ao virabrequim de motor (21), ou um perfil de torque alvo variável no tempo.
- 6- Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o perfil de torque ser substancialmente sincronizado com a velocidade de virabrequim de motor durante o desligamento do motor.
- 7- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de etapa de operar incluir operar

o motor elétrico (30) ou gerador (32) em uma pré-determinada velocidade, de acordo com um perfil de velocidade alvo variável no tempo.

8- Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a velocidade pré-determinada ser aproximadamente igual a zero rotação por minuto.

9- Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de a etapa de operar incluir alternativamente operar o motor elétrico (30) e gerador (32) para ativamente amortecer as oscilações de velocidade do virabrequim do motor durante o desligamento do motor.

10- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o sistema de trem de força híbrido (10) adicionalmente incluir uma embreagem (20) entre o motor a combustão (12) e o motor elétrico (30), e de o método adicionalmente incluir a etapa de ativar a embreagem (20) para conectar o motor elétrico (30) ao motor a combustão (12) antes da etapa de operar.

11- Método para desligar um motor de combustão interna em um veículo híbrido, incluindo um motor elétrico (30) e um gerador (32) operativamente conectados ao virabrequim do motor (21), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- reduzir a compressão em pelo menos um cilindro de motor; e

- operar o gerador (32) de modo a retirar a energia do virabrequim de motor (21) durante o desligamento do motor, sendo que a etapa de operar inclui operar o gerador (32) de modo a aplicar uma pré-determinada carga de torque ao virabrequim (21), ou um perfil de carga de torque alvo variável no tempo, ou de modo a operar o gerador (32) em uma pré-determinada velocidade ou de acordo com um perfil de velocidade alvo variável no tempo.

12- Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o motor elétrico (30) e

gerador (32) serem integrados em um conjunto moto-gerador (14).

13- Sistema para desligar um motor de combustão interna de um veículo híbrido, incluindo pelo menos um cilindro e virabrequim (21), caracterizado pelo fato de compreender:

- um dispositivo redutor de compressão de cilindro de motor (28);
- pelo menos um de motor elétrico (30), gerador (32) operativamente conectados para exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor (21) durante o desligamento do motor; e
- um controlador (26) configurado para seletivamente operar o dispositivo redutor de velocidade (28) para reduzir a compressão em pelo menos um cilindro de motor e para seletivamente operar o motor elétrico (30) ou gerador (32) para exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim de motor (21) durante o desligamento do motor.

14- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a etapa de reduzir adicionalmente incluir abrir pelo menos uma válvula de motor.

15- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o controlador (26) ser configurado de modo a reduzir a compressão em pelo menos um cilindro até a compressão ser substancialmente eliminada.

16- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o motor elétrico (30) e gerador (32) serem integrados em um conjunto moto-gerador (14).

17- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o controlador (26) ser configurado de modo a operar o motor elétrico (30) ou gerador (32) para aplicar um pré-determinado torque ao virabrequim de motor (21) ou um perfil de torque alvo variável no tempo.

- 18- Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o perfil de carga de torque ser substancialmente sincronizado com a velocidade de virabrequim de motor durante o desligamento do motor.
- 5 19- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o controlador ser configurado de modo a operar o motor elétrico (30) ou gerador (32) em uma pré-determinada velocidade ou de acordo com um perfil de velocidade alvo variável no tempo.
- 10 20- Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de a pré-determinada velocidade ser aproximadamente igual a zero rotação por minuto.
- 21- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o controlador (26) ser
- 15 configurado para seletivamente operar o motor elétrico (30) e gerador (32) no modo loop-fechado.
- 22- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o controlador (26) ser configurado para alternativamente operar o motor elétrico
- 20 (30) e gerador (32) de modo a ativamente amortecer as oscilações de velocidade de virabrequim de motor durante o desligamento do motor.
- 23- Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o sistema de trem de força
- 25 híbrido (10) adicionalmente incluir uma embreagem (20) entre o motor de combustão interna (12) e o motor elétrico (30), e de o controlador (26) ser configurado de modo a ativar a embreagem (20) para conectar o motor elétrico (30) ao motor de combustão interna (12) antes de
- 30 operar o motor elétrico (30).

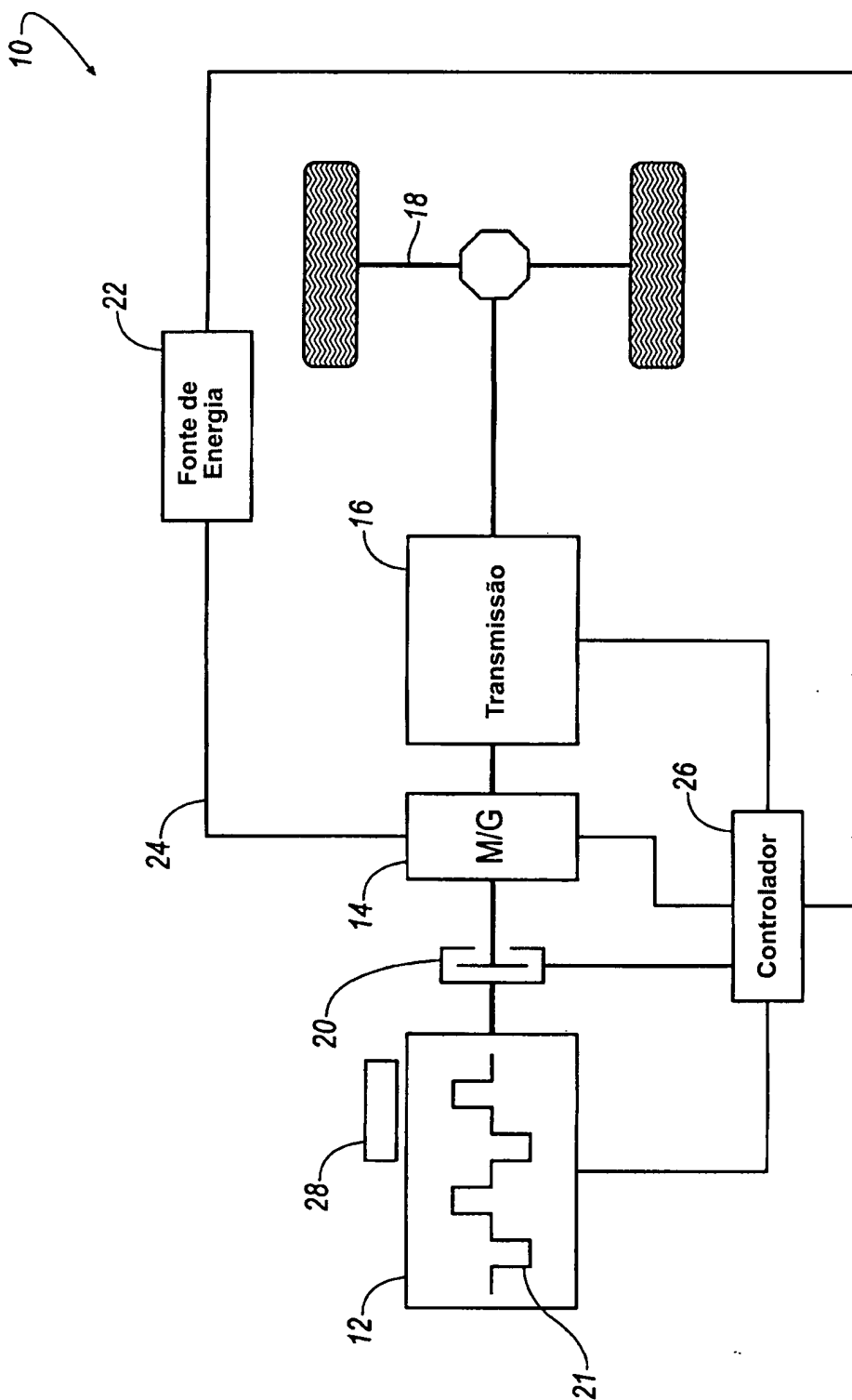


FIG.1

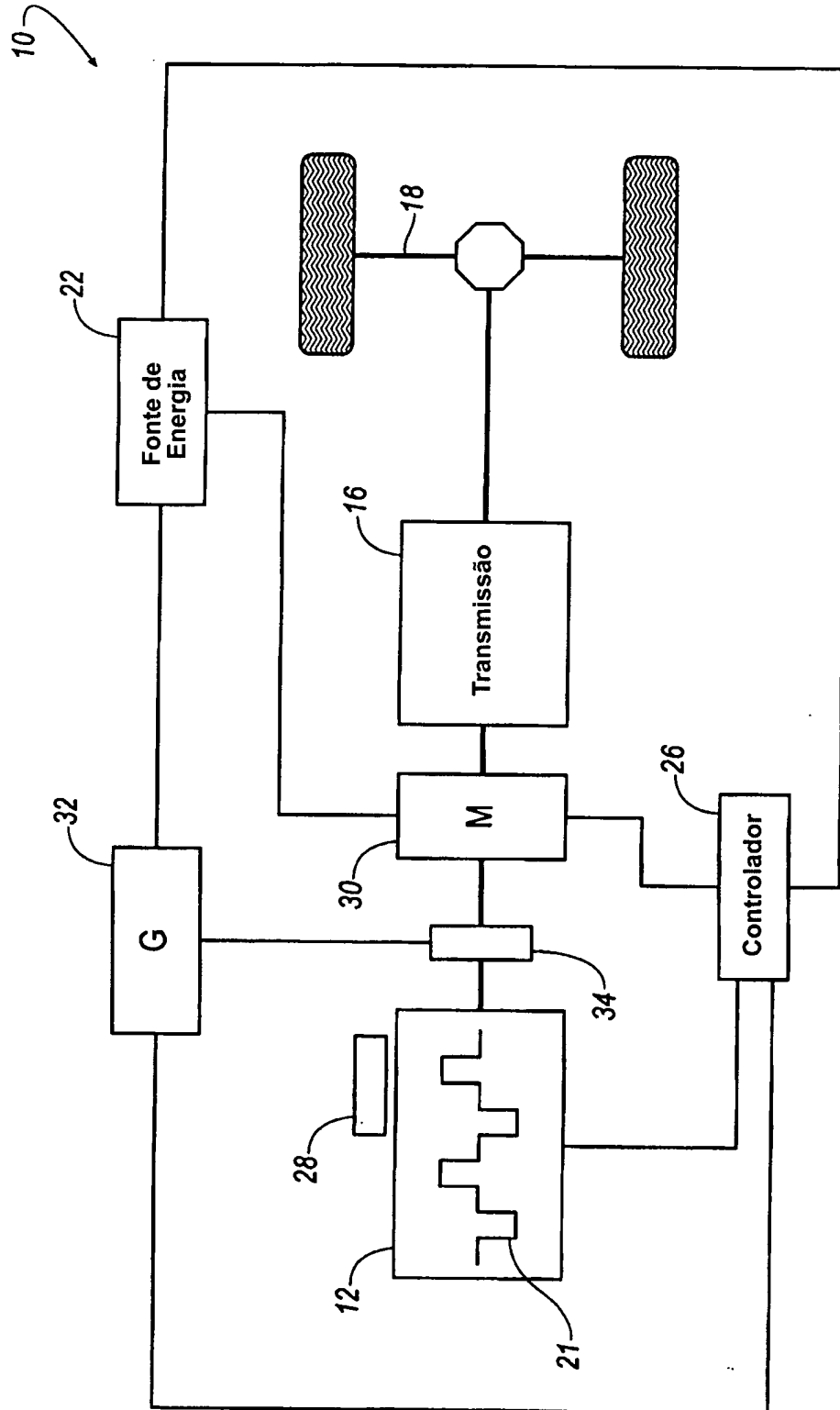


FIG.2

FIG.3

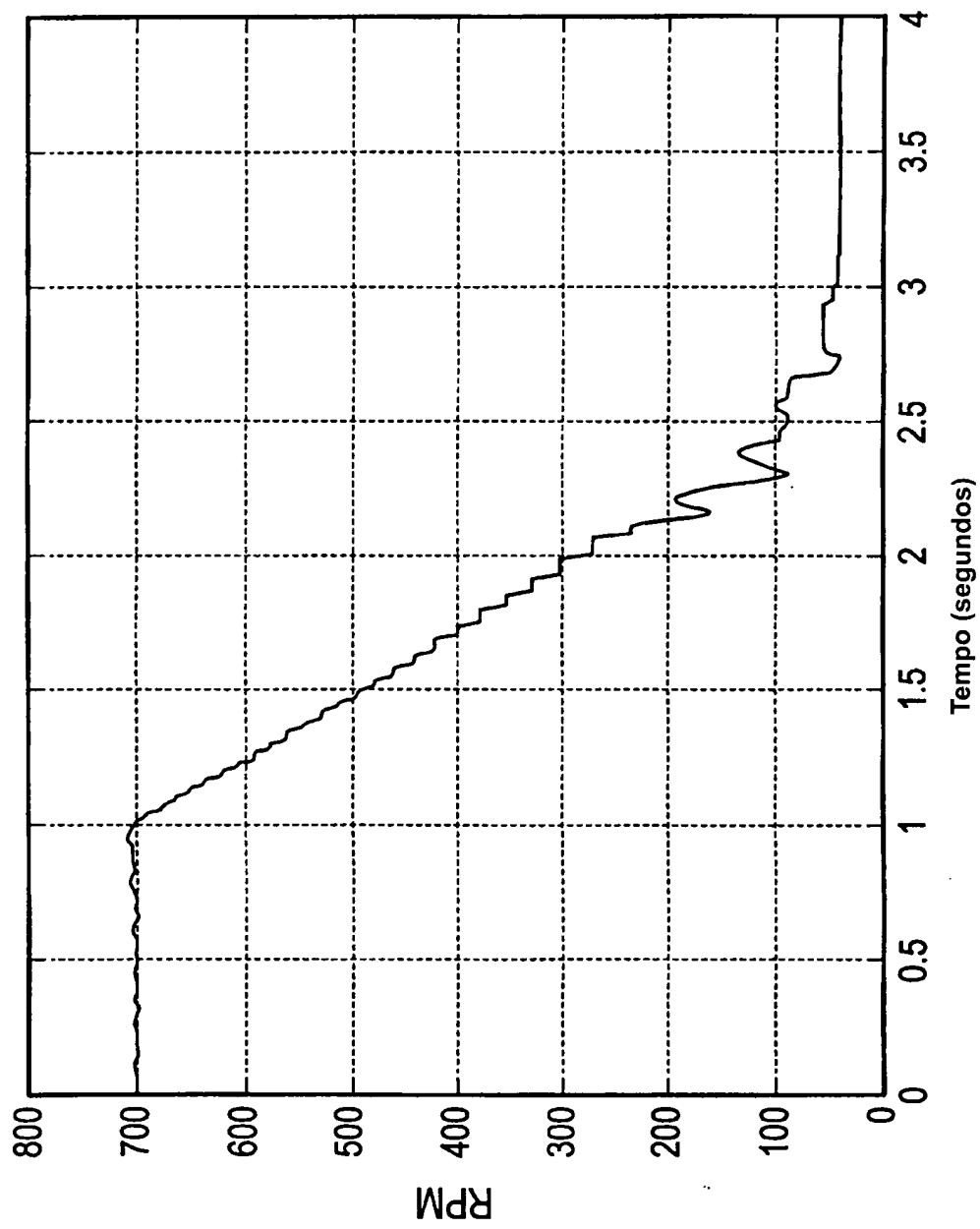
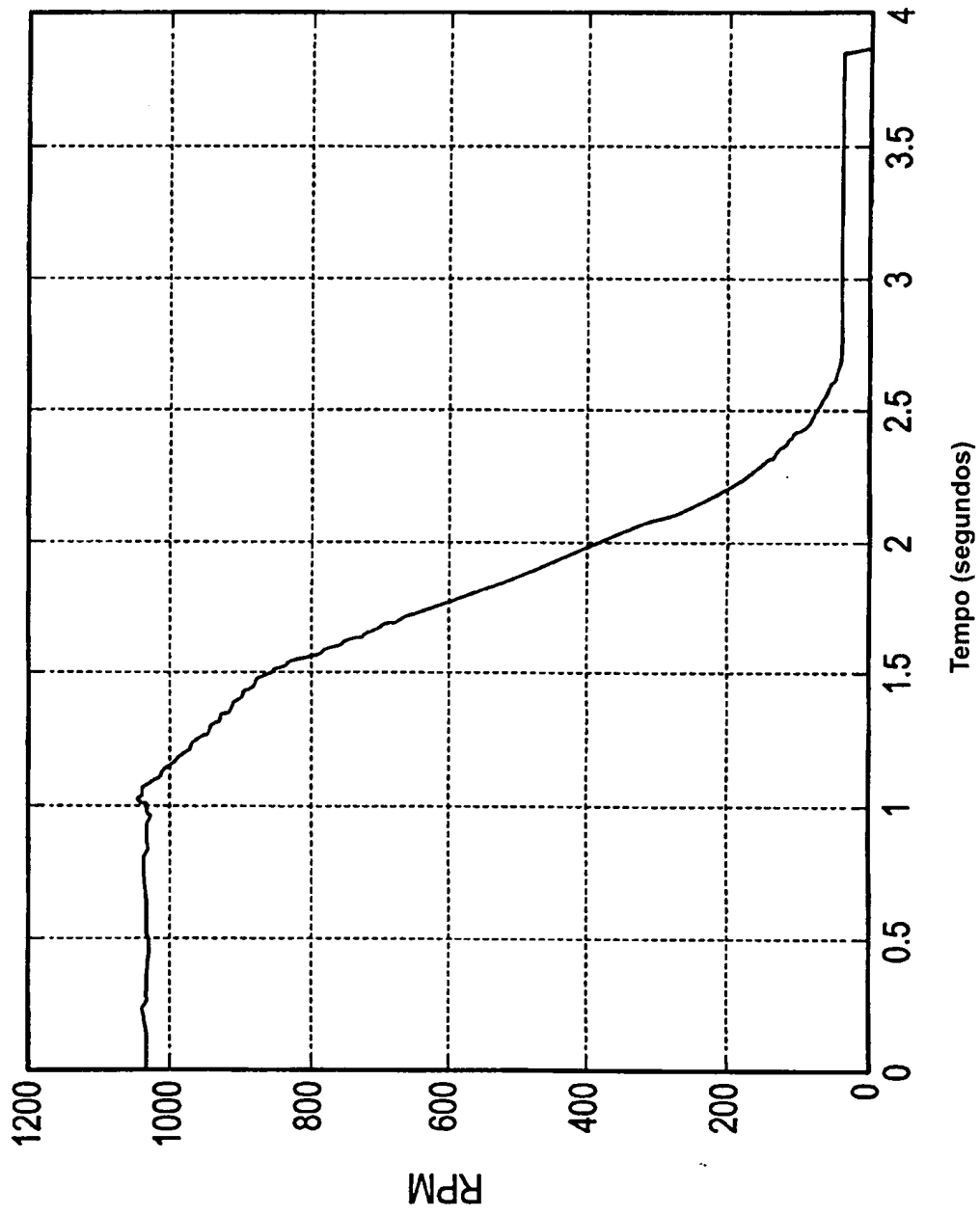


FIG.4



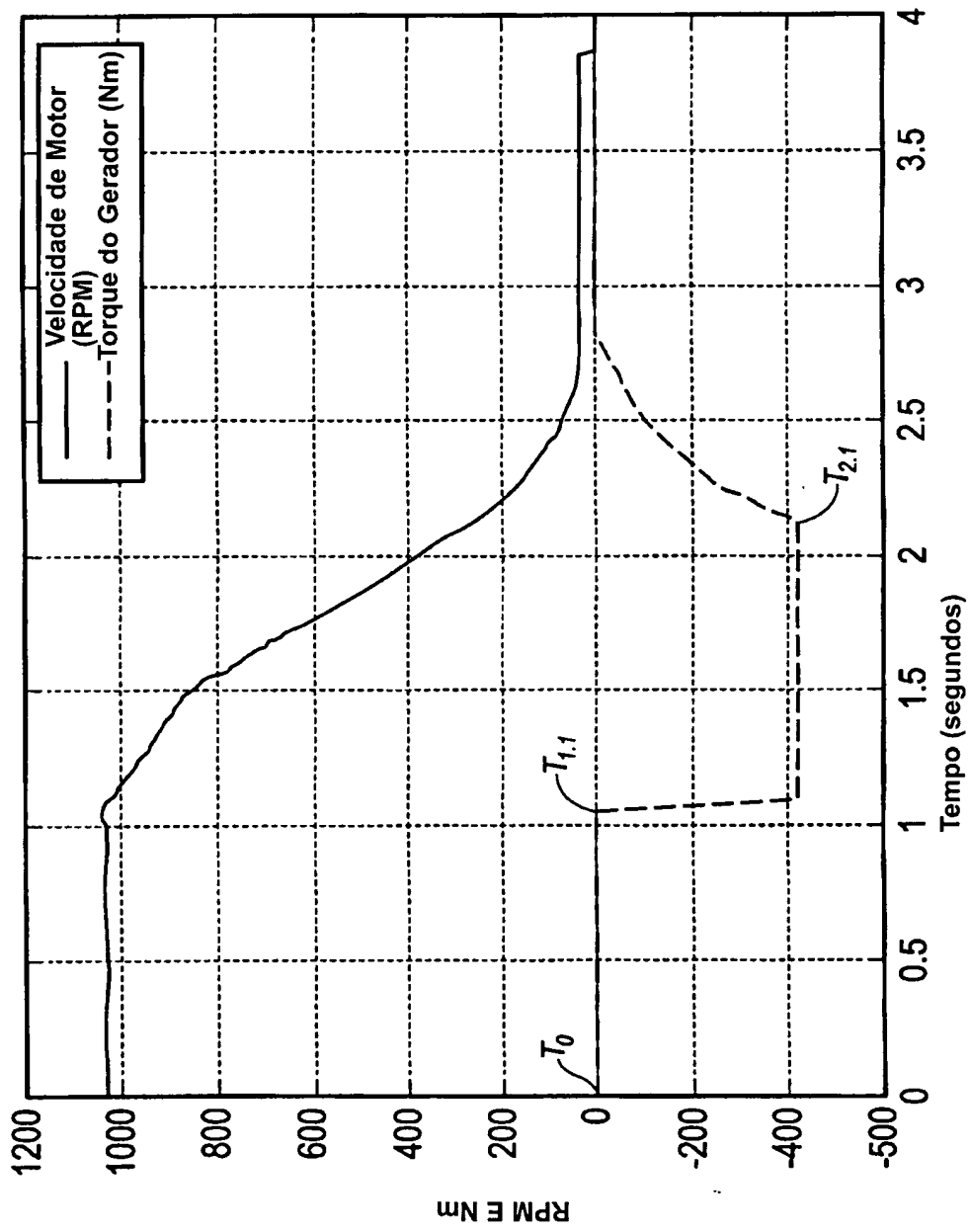


FIG.5

RESUMO

"MÉTODO PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA EM UM VEÍCULO HÍBRIDO E SISTEMA PARA DESLIGAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE UM VEÍCULO HÍBRIDO".

- 5 Provê-se um método para desligar um motor de combustão interna (12) em um veículo híbrido incluindo um motor elétrico (30) e um gerador (32) operativamente conectados ao virabrequim de motor (21). O método inclui as etapas de reduzir a compressão em pelo menos um cilindro de
- 10 motor e operar o motor elétrico (30) ou gerador (30) de modo a exercer uma ação sobre o movimento do virabrequim (12) durante o desligamento do motor, para atenuar oscilações e provocar a redução de velocidade de virabrequim de motor. Ademais, se provê um sistema para
- 15 desligar o motor de combustão interna (12) de um veículo híbrido.