



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

(11) PI 0909706-6 B1



(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(45) Data de Concessão: 17/02/2021

(54) Título: MÉTODOS DE TRANSIÇÃO ENTRE OPERAÇÕES DE POTÊNCIA POSITIVA E DE TRAVAMENTO

(51) Int.Cl.: F02D 13/04.

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2008 US 12/073.020.

(73) Titular(es): JACOBS VEHICLE SYSTEMS, INC..

(72) Inventor(es): ZHOU YANG; RAYMOND D. GOSSELIN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009035535 de 27/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/138108 de 02/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/08/2010

(57) Resumo: MÉTODO PARA ATUAÇÃO DE VÁLVULA VARIÁVEL PARA PROVIMENTO DE POTÊNCIA POSITIVA E FRENAGEM DE MOTOR Método de controle de transição entre potência positiva e travagem do motor (e vice-versa) é divulgado. Esta transição pode ser feita utilizando acionamento de válvula variável e travagem de dois tempos. O processo pode envolver três modos de operação do motor: potência positiva (isto é, ignição ou não-travagem), travagem do motor, e transição entre travagem do motor e potência positiva. Os acionamentos da válvula de admissão e escape fornecidos por cada um dos diferentes modos de operação podem ser diferentes um do outro.

“MÉTODOS DE TRANSIÇÃO ENTRE OPERAÇÕES DE POTÊNCIA POSITIVA E DE TRAVAMENTO”

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se geralmente a métodos de acionamento de uma ou mais válvulas de admissão, escape e/ou auxiliares em um motor. Em particular, a presente invenção refere-se a métodos para fornecer acionamento de válvula variável para transição entre operação de potência positiva e operação de travagem do motor de válvulas de motor.

Fundamento da Invenção

O acionamento de válvula em um motor de combustão interna é requerido a fim de que o motor produza potência positiva, travagem do motor, recirculação de gás de escape (EGR) e/ou recirculação de gás de travagem (BGR). Durante a potência positiva, uma ou mais válvulas de admissão podem ser abertas para entrada de combustível e ar em um cilindro para combustão. Uma ou mais válvulas de escape podem se abertas para permitir que gás de combustão escape do cilindro. Válvulas de admissão, escape e/ou auxiliares podem ser também abertas para eventos de recirculação de gás de escape durante potência positiva em vários tempos para recircular gases do coletor de escape para o cilindro do motor para emissões melhoradas.

O acionamento da válvula do motor também pode ser utilizado para produzir travagem do motor e recirculação de gás de travagem quando o motor não está sendo utilizado para produzir potência positiva. Durante a travagem do motor, uma ou mais válvulas de escape podem ser seletivamente abertas para converter, pelo menos temporariamente, o motor em um compressor de ar. Fazendo isso, o motor desenvolve HP de desaceleração para auxiliar a redução de marcha do veículo. Isto pode prover ao operador maior controle do veículo e substancialmente reduzir desgaste no sistema de travagem do veículo. As válvulas de escape e/ou auxiliares podem também ser abertas durante a travagem do motor nos tempos em que o pistão do motor estiver perto do ponto morto inferior para recircular gases do coletor de escape para dentro do cilindro do motor para melhor travagem do motor.

A(s) válvula(s) do motor pode(m) ser acionada(s) para produzir travagem por liberação de compressão e/ou travagem por purga. A operação de uma travagem de motor do tipo liberação de compressão ou retardador é bem conhecida. À medida que um pistão se move para cima durante seu curso de compressão, os gases que estão presos no cilindro são comprimidos. Os gases comprimidos se opõem ao movimento para cima do pistão. Durante a operação de travagem do motor, à medida que o pistão se aproxima do ponto morto superior (TDC), pelo menos uma válvula de escape é aberta para liberar os gases comprimidos no cilindro para o coletor de escape, evitando que a energia armazenada nos gases comprimidos seja retornada ao motor no curso inferior de expansão subsequente. Desta forma, o motor desenvolve alimentação tardia para auxiliar a desaceleração do veículo. Um exem-

plo de uma travagem de motor por liberação de compressão da técnica anterior é fornecido pela divulgação de Cummins, Patente U.S. Nº 3.220.392 (Novembro, 1965), que é aqui incorporada por referência.

Os princípios básicos de recirculação de gás de escape (EGR) e recirculação de gás de travagem (BGR) são também conhecidos. Após um motor em operação adequada ter realizado trabalho em combinação de combustível e ar de entrada em sua câmara de combustão, o motor escapa o gás remanescente do cilindro do motor. Um sistema de EGR ou BGR permite que uma parte desses gases de escape flua novamente para dentro do cilindro do motor. Esta recirculação de gases no cilindro do motor pode ser utilizada durante operação de potência positiva, e/ou durante ciclos de travagem do motor para fornecer benefícios significativos.

Durante a operação de potência positiva, um sistema EGR pode ser primariamente utilizado para melhorar emissões do motor. Durante potência positiva do motor, uma ou mais válvulas de admissão podem ser abertas para admitir combustível e ar da atmosfera, o qual contém o oxigênio necessário para queima do combustível no cilindro. O ar, no entanto, também contém uma grande quantidade de nitrogênio. A alta temperatura encontrada dentro do cilindro do motor faz com que o nitrogênio reaja com qualquer oxigênio não utilizado e forme óxidos de nitrogênio (NOx). Óxidos de nitrogênio são um dos maiores poluentes emitidos por motores a diesel. Os gases recirculados fornecidos por um sistema EGR já foram utilizados pelo motor e contêm apenas uma quantidade pequena de oxigênio. Misturando esses gases com ar fresco, a quantidade de oxigênio que entra no motor pode ser reduzida e menos óxidos de nitrogênio podem ser formados. Além disso, os gases recirculados podem ter o efeito de baixar a temperatura de combustão no cilindro do motor abaixo do ponto em que o nitrogênio se combina com oxigênio para formar NOx. Como resultado, sistemas EGR podem trabalhar para reduzir a quantidade de NOx produzido e para melhorar emissões do motor. Padrões ambientais atuais para motores a diesel, bem como regulamentos propostos, nos Estados Unidos e outros países indicam que a necessidade por emissões melhoradas se tornará mais importante somente no futuro.

Um sistema BGR pode ser utilizado para otimizar alimentação tardia durante a operação de travagem do motor. Como discutido acima, durante a travagem do motor, uma ou mais válvulas de escape podem ser seletivamente abertas para converter, pelo menos temporariamente, o motor em um compressor. Controlando a pressão e temperatura no motor utilizando BGR, o nível de travagem pode ser otimizado em várias condições de operação.

Em muitos motores de combustão interna, as válvulas de admissão e escape do motor podem ser abertas e fechadas por excêntricos de perfil fixo e, mais especificamente, por um ou mais lóbulos que podem ser parte integral de cada um dos excêntricos. Benefícios, tais como maior desempenho, melhor economia de combustível, baixas emissões e

melhor dirigibilidade do veículo podem ser obtidos se o tempo e elevação da válvula de admissão e escape puderem ser alterados. A utilização de excêntricos de perfil fixo, no entanto, pode dificultar o ajuste dos tempos e/ou quantidades de elevação da válvula do motor para otimizá-las para as várias condições de operação do motor.

5 Um método de ajuste de tempo e elevação de válvula, dado um perfil de excêntrico fixo, foi desenvolvido para fornecer acionamento de válvula que incorpora um sistema de “movimento perdido” no engate do trem de válvula entre a válvula e o excêntrico. Movimento perdido é o termo aplicado a uma classe de soluções técnicas para modificar o movimento de válvula proscrito por um perfil de excêntrico com um conjunto mecânico, hidráulico e/ou
10 outro engate de comprimento variável. Em um sistema de movimento perdido, um lóbulo de excêntrico pode fornecer o movimento “máximo” (maior intervalo e elevação superior) necessário sobre um intervalo total de condições de operação de motor. Um sistema de comprimento variável pode ser então incluído no engate do trem de válvula, intermediário da válvula a ser aberta e o excêntrico fornecendo o movimento máximo, para subtrair ou perder
15 parte ou todo o movimento transmitido pelo excêntrico à válvula.

Alguns sistemas de movimento perdido anteriores utilizaram mecanismos de alta velocidade para rapidamente variar o comprimento do sistema de movimento perdido. Utilizando um mecanismo de alta velocidade para variar o comprimento do sistema de movimento perdido, controle preciso pode ser obtido no acionamento da válvula, e conseqüentemente ótimo acionamento da válvula pode ser obtido para um amplo intervalo das condições de operação do motor. Sistemas utilizando mecanismos de controle de alta velocidade,
20 no entanto, podem ser custosos para fabricar e operar.

Um método proposto de ajuste de tempo e elevação da válvula em alta velocidade, dado um perfil de excêntrico fixo, foi fornecer acionamento de válvula variável (VVA) através da incorporação de um dispositivo de “movimento perdido” no engate do trem de válvula entre a válvula e o excêntrico, o que provê mais do que acionamento de movimento perdido liga-desliga total. Um sistema de movimento perdido VVA pode ser incluído no engate do trem de válvula, intermediário da válvula a ser aberta e o excêntrico fornecendo o movimento máximo, para seletivamente subtrair ou perder parte ou todo o movimento transmitido
25 pele excêntrico à válvula em uma base ciclo-por-ciclo do motor de forma a prover vários níveis de acionamento da válvula. Quando um sistema VVA perde todo o movimento transmitido a partir de um excêntrico para uma válvula de motor, o não-acionamento resultante da válvula do motor para o cilindro é referido como “eliminação de cilindro”. Um exemplo de um sistema VVA capaz do acima é divulgado na Patente U.S. Nº 6.883.492, a qual é aqui incorporada por referência.
30

Ainda outros sistemas de movimento perdido utilizaram um excêntrico dedicado para fornecer acionamento da válvula de travagem do motor. Em tais sistemas, lóbulos de ex-

cêntrico separados podem ser utilizados para fornecer o movimento de acionamento de válvula necessário para travagem do motor para uma ou mais válvulas de escape. Em tais sistemas, o movimento de acionamento da válvula de travagem do motor pode ser adicionado ao movimento de acionamento da válvula de escape principal sem interferir com o tempo ou magnitude do anterior. Um exemplo de tal sistema de movimento perdido de excêntrico de travagem do motor dedicado é divulgado na Patente U.S. Nº de Série 11/123.063, depositada em 6 de maio de 2005, a qual é aqui incorporada por referência.

Embora tenha havido substancial desenvolvimento de métodos de operação de válvulas de motor para ambas as operação de potência positiva e operação de travagem do motor, ocorreu pequeno desenvolvimento de métodos de operação de válvulas de motor durante o tempo em que o motor está em transição entre a operação de potência positiva e a travagem do motor. Durante este tempo de transição, uma ou mais válvulas do motor e trens de válvula associados a elas podem ser submetidos a cargas indesejadas se o acionamento de válvula do motor for imediatamente alterado entre operação de potência positiva e operação de travagem do motor. As cargas indesejadas, se repetidas ou suficientemente severas podem causar dano e/ou falha do motor. Conseqüentemente, existe uma necessidade por um método de operação de válvulas de motor quando o motor está em transição entre operação de potência positiva e travagem do motor, que possa reduzir cargas localizadas nas válvulas do motor e/ou trem de válvula.

Adicionalmente, embora tenha havido significativo desenvolvimento de métodos de acionamento de válvula variável para válvulas de admissão, escape e/ou auxiliares nos últimos anos, permanece a necessidade por métodos eficazes e eficientes em custo de acionamento de válvula variável durante operação de potência positiva e/ou operação de travagem do motor. Em particular, existe uma necessidade de métodos melhorados para fornecimento de acionamento de válvula variável, que possam fornecer melhor desempenho do motor pela utilização de uma variedade de funções de acionamento de válvula variável para válvulas de admissão, escape e auxiliares incluindo, mas não limitadas a, combinações de abertura tardia de válvula de admissão, fechamento prematuro de válvula de admissão, fechamento tardio de válvula de admissão, abertura tardia da válvula de escape, fechamento prematuro da válvula de escape, recirculação de gás de escape, dois ou quatro ciclos de recirculação de gás de travagem, e desativação do evento de escape principal e/ou admissão principal.

Sumário da Invenção

Em resposta aos desafios anteriores, o requerente desenvolveu um método de acionamento de válvula variável de uma ou mais válvulas, tais como uma válvula de admissão, uma válvula de escape e uma válvula de travagem. O método inclui o acionamento de válvula variável em um modo de potência positiva, um modo de travagem do motor e transições

entre estes modos. Quando a transição do modo de potência positiva para o modo de travagem do motor, a abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) é acionada, um fechamento de válvula de admissão prematuro (EIVC) é acionado, um fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) é acionado e a válvula de travagem é ativada. Quando da transição do modo de travagem do motor para o modo de potência positiva, a abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) é acionada, o fechamento da válvula de admissão prematuro (EIVC) é acionado, o fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) é acionado e a válvula de travagem é desativada. A abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) é seletivamente acionada para um evento de admissão principal. A abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) pode ocorrer em algum lugar perto do ponto morto superior de admissão (TDC). O fechamento da válvula de admissão prematuro (EIVC) é seletivamente acionado para o evento de admissão principal. O fechamento da válvula de admissão prematuro (EIVC) pode ocorrer em algum lugar entre o ponto morto inferior de admissão (BDC) e o ponto morto superior de compressão (TDC). O fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) é seletivamente acionado por um evento de escape principal. O fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) pode ocorrer em algum lugar perto do ponto morto superior de admissão (TDC).

É preciso entender que tanto a descrição geral acima como a seguinte descrição detalhada são explicativas e apenas exemplares, e não são restritivas da invenção reivindicada. Os desenhos anexos, os quais estão aqui incorporados por referência, e que constituem uma parte desta especificação, ilustram determinadas modalidades da invenção e, juntamente com a descrição detalhada, servem para explicar os princípios da presente invenção.

Breve Descrição dos Desenhos

A fim de facilitar a compreensão desta invenção, referência será feita agora aos desenhos anexos, em que números de referência iguais referem-se a elementos iguais. Os desenhos são apenas exemplares, e não devem ser interpretados como limitantes da invenção.

A Figura 1 é uma modalidade exemplar de um sistema de aplicação do método de transição entre potência positiva e travagem do motor da Figura 8.

A Figura 2 ilustra um exemplo de perfis de elevação de válvula e excêntrico de admissão para utilização de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

A Figura 3 ilustra um exemplo de perfis de utilização e excêntrico de escape, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

A Figura 4 ilustra um exemplo de perfis de elevação e excêntrico de travagem para utilização de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

A Figura 5 ilustra um exemplo de perfis de elevação da válvula de escape e admis-

são que pode ser fornecido de acordo com a primeira modalidade da presente invenção durante a operação de potência positiva do motor.

A Figura 6 ilustra um exemplo de perfis de elevação da válvula de escape e admissão que pode ser fornecido de acordo com a primeira modalidade da presente invenção durante a operação de travagem do motor.

A Figura 7 ilustra um exemplo de perfis de elevação da válvula de escape e admissão que pode ser fornecido de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, durante a transição entre a operação de potência positiva e operação de travagem do motor, e vice-versa.

A Figura 8 é um fluxograma das etapas de operação da válvula do motor que pode ser utilizado para alcançar os perfis de elevação da válvula de admissão e escape das Figuras 5 a 7, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas da Invenção

Referência será feita agora em detalhes a modalidades do sistema e método da presente invenção, cujos exemplos são ilustrados nos desenhos anexos. Como aqui enunciado, a presente invenção compreende sistemas e métodos para proporcionar o acionamento de uma ou mais válvulas de motor.

A Figura 1 é uma modalidade de um sistema de acionamento de válvula 100 capaz de implementar as modalidades dos métodos de operação do motor de potência positiva, operação de travagem do motor e transição entre a operação de potência positiva e travagem do motor. O sistema de acionamento de válvula 100 pode ter um cilindro 102 no qual um pistão 104 pode reciprocitar para cima e para baixo várias vezes durante o tempo em que o motor está em funcionamento. Na parte superior do cilindro 102, pode haver pelo menos uma válvula de admissão 106 e pelo menos uma válvula de escape 108. A válvula de admissão 106 e a válvula de escape 108 podem ser abertas e fechadas para fornecer comunicação com uma passagem de gás de admissão 110 e uma passagem de gás de escape 112, respectivamente. As válvulas de admissão 106 e de escape 108 podem ser abertas e fechadas por subsistemas de acionamento de válvula 114, tal como, por exemplo, um subsistema de acionamento de válvula 116, um subsistema de acionamento de válvula de escape de potência positiva 118, e um subsistema de acionamento de válvula de escape de travagem do motor 120. Os subsistemas de acionamento de válvula 114 podem ser mecânicos, hidráulicos, hidromecânicos, eletromagnéticos, ou outro tipo de sistema, e podem opcionalmente incluir um trem comum ou sistema de movimento perdido. Os subsistemas de acionamento de válvula 114 podem acionar a válvula de admissão 106 e válvula de escape 108 para produzir eventos de válvula do motor, tais como, mas não limitados a, os seguintes eventos: admissão principal, escape principal, travagem por liberação de compressão, travagem de purga, recirculação de gás de travagem e recirculação de gás de escape. Além

disso, os subsistemas de acionamento de válvula podem ser controlados seletivamente prover combinações dos seguintes eventos de acionamento de válvula variável, incluindo, mas não necessariamente limitados a, abertura do evento de válvula de admissão principal tardia, fechamento do evento de válvula de admissão principal prematuro, fechamento do evento de válvula de admissão principal tardia, abertura do evento de válvula de escape principal prematuro, fechamento do evento de válvula de escape principal prematuro, recirculação de gás de escape, um ou dois eventos de recirculação de gás de travagem, dois ou quatro tempos motor de liberação de compressão de travagem, travagem do motor por purga, travagem do motor por purga parcial, desativação do evento de admissão principal, e/ou desativação do evento de escape principal.

Os subsistemas de acionamento de válvula 114 podem ser controlados por um controlador 122 para seletivamente controlar, por exemplo, a quantidade e o tempo dos acionamentos. O controlador 122 pode incluir qualquer dispositivo de controle eletrônico, mecânico, hidráulico, eletro-hidráulico, ou de outro tipo para comunicação com os subsistemas de acionamento de válvula 114 e fazer com que alguns ou todos os acionamentos de válvula de escape e admissão possíveis sejam transferidos para a válvula de admissão 106 e válvula de escape 108. O controlador 122 pode incluir um microprocessador e instrumentos ligados a outros componentes do motor para determinar e selecionar o funcionamento adequado das válvulas do motor. As informações podem ser coletadas de componentes do motor e podem incluir, sem limitação, a velocidade do motor, velocidade do veículo, temperatura do óleo, temperatura do coletor (ou porta), pressão do coletor (ou porta), temperatura do cilindro, pressão do cilindro, informação de partículas, outros parâmetros de gases de escape e ângulo de manivela. Estas informações podem ser usadas pelo controlador 122 para controlar os subsistemas de acionamento de válvula 114 sobre várias condições de funcionamento de várias operações, tal como potência positiva, travagem do motor, recirculação de gás do motor (EGR) e recirculação de gás de travagem (BGR).

Uma modalidade exemplar de um sistema de acionamento de válvula, tal como o sistema de acionamento de válvula 100 da Figura 1, pode proporcionar abertura de válvula variável e / ou fechamento de uma ou mais válvulas de motores, conforme ilustrado nas Figuras 2 a 7. Pela variação do comando de válvulas (isto é, as vezes em que as válvulas de motor são abertas e / ou fechadas), o desempenho do motor durante a operação de potência positiva, travagem do motor, e/ou recirculação de gás do motor / recirculação de gás de travagem (EGR / BGR) pode ser melhorado. As Figuras 2 a 7 ilustram perfis de excêntrico e elevações de válvula de motor ao longo de um total de quatro ciclos do motor de 720 graus, que inclui duas posições de pistão do motor em ponto morto superior (TDC) e duas posições de pistão do motor em ponto morto inferior (BDC) espaçadas ao longo do eixo horizontal. As quatro fases ou cursos de operação de diesel de um típico motor de combustão interna, ou

seja, de expansão, escape, admissão e compressão estão marcados na Figura 2 e destinam-se a definir as quatro fases ou cursos, tais como colunas verticais para todas as Figuras 2 a 7. Cada um dos quatro ciclos individual é geralmente indicado por 180 graus de rotação do eixo da manivela. Nas Figuras 2 a 7, as linhas sólidas representam operação normal (ou perfis de excêntricos) e as linhas tracejadas representam operações opcionais ou seletivas, tais como, mas não limitadas a, operações utilizadas durante os períodos de transição entre a operação de potência positiva e operação de travagem do motor. Reconhece-se, no entanto, que alguns acionamentos ilustrados com linhas sólidas podem ser seletivamente interrompidos, como, por exemplo, desativação dos eventos de válvula de escape principal e/ou admissão principal.

A Figura 2 é um diagrama de um exemplo de excêntrico de admissão e perfil de elevação que pode ser fornecido de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 2 geralmente mostra um evento de válvula de admissão principal e perfil de excêntrico 200 que pode ser realizado durante a fase de admissão e um segundo evento de válvula de admissão principal opcional 210 que pode ser realizado durante a fase de expansão de travagem do motor em dois tempos. Durante a fase de admissão, o subsistema de acionamento da válvula de admissão pode variar o tempo de acionamento da válvula de admissão modo que a válvula de admissão seja fechada prematuramente ou tardiamente a uma válvula de admissão convencional e / ou aberta depois da operação padrão (linhas sólidas). O tempo pode variar para produzir a abertura da válvula de admissão tardia opcional (LIVO) (linha tracejada) 202 e / ou fechamento da válvula de admissão prematuro opcional (EIVC) (linha tracejada) 206 ou fechamento da válvula de admissão tardio (LIVC) 204. A abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) 202 pode ser adiada uma quantidade variável de tempo em torno da posição de ponto morto superior (TDC) durante a fase de admissão. O fechamento da válvula de admissão tardio (LIVC) 204 pode ser adiado uma quantidade variável de tempo medido a partir do perfil convencional de fechamento da válvula de admissão 208 entre a posição de ponto morto inferior (BDC) na fase de admissão e a posição de centro morto superior (TDC) na fase de compressão. A abertura da válvula de admissão tardia seletiva (LIVO) pode ser desejável para um segundo evento de travagem do motor 410 (como mostrado na Figura 4) e fechamento da válvula de admissão tardio seletivo (LIVC) pode ser desejável para reduzir as emissões durante a operação de potência positiva.

A Figura 3 é um diagrama de um exemplo de excêntrico de escape e perfil de elevação que pode ser provido de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 3, em geral, apresenta um evento de válvula de escape principal evento e perfil de excêntrico 300 que pode ser realizado durante a fase de escape e um evento de válvula de recirculação de gás do motor opcional (EGR) 310 que pode ser realizado durante a fase de

admissão. Durante a fase de escape, o subsistema de acionamento da válvula de escape de potência positiva pode variar o tempo de acionamento da válvula de escape para que a válvula de escape seja fechada prematuramente e / ou aberta tardiamente à operação padrão (linhas sólidas). A Figura 3 ilustra abertura da válvula de escape tardia opcional (LEVO) (linhas tracejadas) 302 e fechamento da válvula de escape prematuro opcional (EEVC) (linha tracejada) 304. A abertura da válvula de escape tardia (LEVO) pode ser adiada (ou cortada) uma quantidade variável de tempo para começar tão tarde como perto do ponto morto inferior (BDC) da fase de escape. Durante a fase de admissão, a válvula de escape pode, opcionalmente, ser aberta para um evento de recirculação de gás do motor (EGR) (linha sólida) 310.

A Figura 4 é um diagrama de um exemplo de excêntrico de travagem e perfil de elevação que pode ser feito de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 4 geralmente apresenta um evento de liberação por compressão opcional 400 e um segundo evento de liberação por compressão opcional 410, e dois eventos de recirculação de gás de travagem opcional (BGR) 420 e 430 para cada ciclo do motor de 720 graus. Cada evento de liberação por compressão e recirculação de gás de travagem pode ser seletivamente fornecido durante a travagem do motor e / ou a transição entre a operação de potência positiva e travagem do motor. Um primeiro evento de elevação de válvula de travagem de liberação por compressão opcional (BVL) 400 pode ser realizado em torno do ponto morto superior (TDC) entre as fases de compressão e expansão. Um segundo evento de elevação de válvula de travagem de liberação por compressão opcional (BVL) 410 pode ser realizado em torno do ponto morto superior (TDC), entre as fases de escape e admissão. Um segundo evento de recirculação de gás de travagem opcional (BGR) 420 pode ser realizado em torno do ponto morto inferior (BDC) entre as fases de expansão e escape. Um primeiro evento de recirculação de gás de travagem opcional (BGR) 430 pode ser realizado em torno do ponto morto inferior (BDC) entre as fases de admissão e compressão.

A Figura 5 é um diagrama de exemplo de acionamentos das válvulas de admissão e escape que podem ser fornecidos durante a operação de potência positiva do motor utilizando uma combinação dos acionamentos de válvula ilustrados nas Figuras 2 e 3, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 5 geralmente ilustra um evento de abertura de válvula de admissão principal 200, com perfis de fechamento de válvula de admissão tardio opcional 204 e perfil de fechamento de válvula de admissão convencional 208, e um evento de abertura da válvula de escape principal 300 com diferentes perfis de abertura da válvula de escape 302, e um evento de recirculação de gás de escape opcional 310, que pode ser seletivamente fornecido durante a operação de potência positiva do motor com base em diversos parâmetros de operação do motor acima referenciado. Especificamente, a abertura da válvula de escape progressivamente mais cedo pode ser selecionada

para aumentar a temperatura de gás de escape, que pode beneficiar o sistema de tratamento com redução de NOx.

Com referência contínua à Figura 5, durante a fase de admissão da operação de potência positiva, a válvula de admissão pode ser aberta para um evento de entrada principal 200 de acordo com o perfil de acionamento da válvula de admissão principal convencional definido pela linha sólida com círculos 208 ou, alternativamente, de acordo com um dos perfis de fechamento da válvula de admissão tardio (LIVC) (linhas pontilhadas com círculos) 204. Progressivamente, o fechamento da válvula de admissão tardio em comparação com o perfil de fechamento da válvula de admissão principal convencional 208 pode ser selecionado para aumentar a redução de NOx. Os eventos de fechamento da válvula de admissão tardio (LIVC) 204 podem ser realizados entre a posição de ponto morto inferior (BDC) entre as fases de compressão e admissão e a posição do ponto morto superior (TDC) entre as fases de compressão e expansão. O evento de recirculação de gás do motor opcional (EGR) (linha tracejada) 310 pode ser fornecido para redução de NOx através da diluição do gás rico em oxigênio que entra no cilindro do coletor de admissão com menos gás de escape oxigenado. O teor de oxigênio reduzido resultante do cilindro no momento da combustão pode reduzir a temperatura de combustão e, assim, reduzir a produção de NOx. Além disso, o teor reduzido de oxigênio também pode resultar na diminuição da quantidade de oxigênio que está disponível para formar NOx.

A Figura 6 é um diagrama de exemplo de acionamentos de válvula de admissão e escape que pode ser fornecido durante a operação de travagem do motor utilizando uma combinação dos acionamentos de válvula ilustrados nas Figuras 2 a 4, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção. A Figura 6 geralmente ilustra duas travagens de motor de liberação por compressão, o que significa que dois eventos de liberação de compressão são realizados para cada rotação de 720 graus do virabrequim. Para a travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos, um evento principal da válvula de admissão principal 200, um evento da válvula de admissão opcional 210 (linhas sólidas com círculos), um evento de liberação de compressão 400, um segundo evento de liberação de compressão opcional 410, e eventos de recirculação de gás de travagem opcional 420 e 430 podem ser fornecidos. A travagem do motor de liberação por compressão de quatro tempos pode ser fornecida seletivamente provendo apenas o evento de válvula de admissão principal 200, e o evento de liberação de compressão 400 e evento BGR 430. O segundo evento de liberação por compressão opcional 410, o segundo evento de admissão opcional 210 e o evento de recirculação de gás de travagem opcional 420 podem ser seletivamente providos para aumentar a potência de travagem do motor. O evento de válvula de admissão principal 200 pode ter preferencialmente um LIVO e um perfil EIVC variando de 202 a 208 para otimizar a travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos.

A travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos pode trazer benefícios, como aumento da potência de travagem, em comparação com a travagem de motor de liberação por compressão em quatro tempos convencional. Além disso, a travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos pode fornecer energia retardadora superior sem um aumento grande de carga de travagem no trem de válvulas. Mudar diretamente da operação de potência positiva para travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos e/ou retornar, pode criar pressões e cargas indesejáveis no motor, no entanto.

A Figura 7 é um diagrama de um exemplo dos acionamentos de válvula de admissão e escape que pode ser usado para transição segura da operação do motor entre os modos de operação de potência positiva e travagem do motor sem produzir pressões e cargas indesejáveis no motor e sobre os elementos que acionam as válvulas do motor (por exemplo, o trem de válvulas). Os acionamentos da válvula de transição poderão ser utilizados para a transição da potência positiva para travagem do motor, ou de travagem do motor para operação de potência positiva.

A travagem do motor de liberação por compressão em dois tempos pressupõe a desativação do evento de válvula de escape principal convencional 300 durante travagem do motor. Após o evento da válvula de escape principal ser interrompido, no entanto, pode haver algum intervalo de tempo antes que o segundo evento de válvula de liberação por compressão opcional 410 seja fornecido de forma cíclica. Se o evento da válvula de admissão principal 200, que segue o segundo evento da válvula de liberação por compressão 410, for realizado antes do segundo evento de válvula de liberação por compressão 410 começar a ser fornecido, mas após o evento de válvula de escape principal 300 ser interrompido, em seguida, pressão no cilindro contra o qual a válvula de admissão é aberta para o evento de válvula de admissão principal 200 será muito mais elevada do que durante a operação de potência positiva ou operação de travagem do motor de quatro tempos. A pressão aplicada à válvula de admissão pode ser tão elevada em tais circunstâncias que podem danificar o trem de válvulas. Fornecer abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) 202 durante este intervalo de tempo pode impedir a abertura da válvula de admissão contra pressões excessivamente elevadas durante a transição para travagem do motor. Para evitar tais situações, o acionamento da válvula de transição ilustrada na Figura 7 pode ser fornecido de acordo com o método descrito em conexão com a Figura 8 descrita abaixo.

Durante o período de acionamento da válvula de transição, o evento da válvula de escape principal 300 pode ser fornecido com um perfil de fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) 304. Além disso, o segundo evento da válvula de liberação por compressão opcional 410 pode ser fornecido em torno do ponto morto superior (TDC) da fase de escape. Preferencialmente, o fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) 304 pode

ser realizado de modo que a válvula de escape doseie antes do segundo da válvula de liberação por compressão opcional 410 começar. Durante a fase de admissão, o evento da válvula de admissão principal 200 pode ser realizado com um perfil abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) 202 e um perfil de fechamento da válvula de admissão prematuro (EIVC) 206 (linha tracejada com círculos).

A abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) 202 pode reduzir cargas excessivas sobre o trem de válvula de admissão durante a transição para e/ou da travagem do motor. Da mesma forma que a abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) 202 pode reduzir a carga sobre o trem de válvula de admissão durante a transição para a travagem do motor, o fechamento da válvula de admissão precoce (EIVC) 206 que acompanha o LIVO 202 pode aumentar BGR pela primeira elevação de BGR 430. Após a transição para a travagem do motor, o evento de válvula de admissão principal 200 pode assumir um perfil de fechamento da válvula principal mais convencional 208. O primeiro evento de recirculação de gás de travagem (BGR) 430 também pode ser fornecido em torno do ponto morto inferior (BDC) da fase de admissão durante o período de transição.

Com referência contínua à Figura 7, em uma modalidade da presente invenção, o sistema de acionamento da válvula pode atuar em várias válvulas de escape através de uma ponte de válvula durante a operação de potência positiva. Nesses casos, a travagem do motor pode ser fornecida por um único acionamento das válvulas de escape por cilindro, sem aplicação da força à ponte de válvula. Quando esse sistema é usado para fornecer travagem do motor de liberação por compressão em dois ciclos, o segundo evento de liberação por compressão 410 poderia começar antes do evento de válvula de escape principal 300 terminar. Em tais situações, o fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) 304 pode ser usado para impedir a ponte de válvulas de tornar-se desequilibrada devido à ponte da válvula que se desloca em direção a uma posição fechada da válvula de escape e, ao mesmo tempo, a travagem do motor começa a acionar uma das válvulas de escape para o segundo evento de válvula de liberação por compressão 410. Esta condição desbalanceada pode ser evitada, garantindo que o evento de fechamento da válvula de escape prematuro 304 seja concluído antes do segundo evento de válvula de liberação por compressão 410 começar, como mostrado na Figura 7.

Um método 800 de transição entre a operação de potência positiva e travagem do motor é ilustrado pelo quadro atual da Figura 8. O método começa na etapa 802 ponto em que o motor se presume estar em um modo de potência positiva. Na etapa 804, o controlador pode determinar se a travagem do motor deve ser realizada. Uma indicação de um desejo de mudar para um modo de operação de travagem do motor pode ser feita em qualquer número de maneiras, incluindo, mas não limitado a, um operador do veículo pressionando um pedal de freio. Se a travagem do motor não for desejada, o acionamento de válvula vari-

ável para a operação de potência positiva pode ser mantida de acordo com a etapa 805. Se a travagem do motor for desejada, o controlador pode provocar o fornecimento de combustível para os cilindros do motor no qual a travagem do motor deve ser interrompida e permitir que travagem do motor comece a operar na etapa 806, e o sistema de acionamento de válvulas variável pode ser instruído a variar a operação da(s) válvula(s) de admissão de tal forma que a abertura da válvula de admissão tardia (LIVO) e uma dosagem de válvula de admissão prematura (EIVC) sejam fornecidas, e para variar a operação da(s) válvula(s) de escape para prover fechamento da válvula de escape prematuro (EEVC) na etapa 806. Para uma travagem de motor acionada hidraulicamente, a etapa 808 podem envolver a ativação de solenóides para proporcionar fluido hidráulico à travagem do motor. As etapas 806 e 808 podem fornecer a transição da operação de potência positiva para a operação de travagem do motor, sem interferências entre os eventos de válvula WA (mostrado na Figura 5) e os eventos de válvula de travagem do motor gerados a partir dos perfis de excêntrico de travagem mostrados na Figura 4.

Na etapa 810, o controlador pode determinar se a velocidade do motor está abaixo de um limiar de velocidade de motor normal, por exemplo, não mais rápido do que um limite predeterminado de 2.200 rpm. Se a velocidade do motor for igual ou superior a esse limite, em seguida, travagem de velocidade superior pode ser realizada na etapa 812. O acionamento da válvula de travagem de velocidade superior pode incluir o fornecimento de ambos os eventos de travagem de motor de liberação por compressão (eventos 400 e 410 na Figura 4) e ambos os eventos de recirculação de gás de travagem (eventos 420 e 430 na Figura 4), bem como habilitação do segundo evento de válvula de admissão opcional (evento 210 na Figura 2), desativação do evento de válvula de admissão principal (evento 200 na Figura 2), e desativação do evento de válvula de escape principal (evento 300 na Figura 3). Desativar os eventos de válvula de admissão e escape pode eliminar os problemas de não-seguimento do trem de válvula que podem ocorrer em condições de velocidade superior. Mesmo sem os eventos da válvula principal, o motor pode ainda ter bastante potência de travagem, devido à segunda abertura da válvula de admissão 210 com todos os eventos de válvula de travagem durante a condição de velocidade superior até a diminuição do motor. O acionamento da válvula de travagem em velocidade superior pode ser continuado até que a rotação do motor caia abaixo do limite de velocidade de motor normal.

Quando a velocidade do motor cai abaixo do limite de velocidade de motor normal, então a travagem do motor em velocidade normal pode ser realizada de acordo com a etapa 814. Na etapa 814, o sistema de acionamento de válvula variável pode oferecer ambos os eventos de travagem do motor de liberação por compressão (eventos 400 e 410 na Figura 4) e ambos os eventos de recirculação gás de travagem (eventos 420 e 430 na Figura 4), bem como o primeiro evento de válvula de admissão principal e o segundo evento de válvula-

la de admissão opcional (eventos 200 e 210 na Figura 2). Ambos os eventos de liberação por compressão e ambos os eventos de BGR podem ser fornecidos neste ponto. A potência de travagem do motor pode ser alterada, ajustada ou otimizada através de acionamento de válvula variável dos eventos de válvula principais. O evento de válvula de admissão principal 200 pode ser realizado com um perfil de abertura da válvula de admissão tardia 202 e um perfil de fechamento da válvula de admissão prematuro 206. Além disso, o evento de válvula de escape principal 300 pode ser realizado com um perfil de fechamento da válvula de escape prematuro 304 ou, opcionalmente, o evento da válvula de escape principal pode ser completamente eliminado. A eliminação da válvula de escape principal é considerada a forma mais extrema de fechamento da válvula de escape prematura (EEVC), e no âmbito da presente invenção. A travagem em velocidade normal pode ser realizada até que os eventos de travagem do motor de liberação por compressão 400 e 410 sejam determinados na etapa 816 a ser totalmente prevista porque uma válvula solenóide de travagem do motor pode levar um tempo muito maior para fornecer óleo para o completo preenchimento da(s) válvula(s) de travagem do motor que a válvula de gatilho usada para eventos de válvula WA.

Após elevação total dos eventos de travagem do motor de liberação por compressão 400 e 410 ser confirmada na etapa 816, na etapa 818, o controlador pode usar o sistema de acionamento de válvula variável para "sintonizar" ou variar o tempo de fechamento do evento de válvula de admissão principal e/ou tempo fechamento do evento de válvula de escape principal, na tentativa de alcançar um nível desejado de travagem do motor. Opcionalmente, o controlador pode usar eliminação de cilindro para uma ou mais válvulas de escape selecionadas para aumentar o nível de travagem do motor em conexão com a tentativa de atingir o nível desejado de travagem do motor. O controlador pode determinar na etapa 820 se o nível desejado de travagem do motor foi ou não atingido. Se o nível desejado de travagem do motor não foi atingido, o sistema de acionamento de válvula variável pode tentar ainda variar o tempo de fechamento do evento de válvula de admissão principal e/ou o tempo de fechamento do evento de válvula de escape principal na etapa 818 até o nível desejado de travagem ser obtido ou travagem do motor não ser mais desejada.

Uma vez que o nível desejado de travagem do motor é confirmado na etapa 820, ou um estado de equilíbrio do melhor nível disponível de travagem do motor é atingido, o controlador pode determinar na etapa 822 se a travagem do motor deve ser mantida. Sendo a travagem do motor ainda desejada, o sistema de travagem do motor pode ciclar entre as etapas 818, 820 e 822. Assim que travagem do motor já não for mais desejada, como tipicamente indicado pelo controlador, o sistema pode começar a transição de volta para a operação de potência positiva na etapa 824.

A transição da operação de travagem motor para a potência positiva pode ser iniciada na etapa 824, desativando o segundo evento da válvula de admissão opcional (evento

210 na Figura 2). Neste momento, o evento da válvula de admissão principal 200 pode ser realizado com um perfil de abertura da válvula de admissão tardia 202 e um perfil de fechamento da válvula de admissão prematuro 206. Além disso, o evento de válvula de escape principal 300 pode ser realizado com um perfil de fechamento de válvula de escape prematuro 304.

Em seguida, na etapa 826, o controlador pode desativar a travagem do motor. Por exemplo, para uma travagem de motor hidraulicamente acionada, a etapa 826 pode envolver a desativação de solenóides assim que o fornecimento de fluido hidráulico para a travagem do motor for interrompido. A travagem do motor pode continuar a ser realizado até o que os eventos de travagem do motor de liberação por compressão 400, 410, 420 e 430 (ou seja, elevações de válvula associadas a estes eventos) sejam determinados na etapa 828 como estando completamente interrompidos porque uma válvula solenóide de travagem de motor pode demorar muito mais tempo para drenar o óleo do motor para o fechamento completo das válvulas de travagem do motor do que a válvula de gatilho usada para controlar os eventos de acionamento de válvula variável. Depois que a travagem do motor for determinada como concluída na etapa 828, na etapa 830 o controlador pode gerar um fornecimento de combustível a ser fornecido aos cilindros do motor nos quais a travagem do motor foi encerrada. Posteriormente, com referência às figuras 5 e 8, na etapa 832, o sistema de acionamento de válvula variável pode fornecer operação de potência positiva do motor, que pode incluir um evento de válvula de escape principal 300 com um perfil de abertura de válvula de escape prematuro 302, um evento de recirculação de gás e escape 310, e um evento de válvula de admissão principal 200, com um perfil de fechamento da válvula de admissão prematuro 206 (Figura 2). O acionamento da válvula variável de potência positiva pode então ser seletivamente variado de acordo com a necessidade na etapa 805.

O tempo de acionamento da válvula de transição acima pode ser utilizado entre o tempo que a travagem do motor começa a operar e o tempo que a elevação da válvula de travagem total do motor é alcançada, bem como entre o tempo que a travagem do motor começa a desativar e o tempo que a elevação da válvula de travamento do motor é completamente eliminada. É adicionalmente apreciado que o tempo de acionamento da válvula de transição pode ser utilizado em qualquer número de cilindros independente do tempo de acionamento de válvula utilizado para outros cilindros em um único motor.

Os benefícios acima não são necessariamente limitados aos motores que possuem apenas válvulas de “admissão” e “escape” tradicionais. É também contemplado que o acionamento de válvula variável descrito acima pode ser aplicado a um motor que utiliza válvulas de motor auxiliares dedicadas a algum propósito que não funções de admissão ou escape, tal como, por exemplo, travagem do motor ou recirculação de gás do motor (EGR).

Será aparente para aqueles versados na técnica que variações e modificações da

presente invenção podem ser feitas sem se afastar do escopo ou espírito da invenção. Desta forma, pretende-se que a presente invenção cubra todas as modificações e variações da invenção, desde que estejam dentro do escopo das reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de transição entre operação de potência positiva e operação de travagem do motor em um cilindro de motor de combustão interna (102), o referido método compreendendo as etapas de:

- 5 acionar as válvulas de admissão e escape (106, 108) associadas com o cilindro de motor de maneira a permitir que o cilindro de motor gere potência positiva;
- determinar (804) um desejo de transição do cilindro de motor de gerar potência positiva para fornecer travagem do motor;
- o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:
- 10 acionar as válvulas de admissão e escape associadas com o cilindro de motor de maneira a fornecer travagem por liberação de compressão e permitir a transição do cilindro de motor da geração de potência positiva para o fornecimento de travagem do motor em resposta à determinação do desejo de transição da geração de potência positiva para o fornecimento de travagem do motor;
- 15 determinar (810) que o cilindro de motor está fornecendo travagem do motor; e
- acionar as válvulas de admissão e de escape associadas com o cilindro de motor de maneira a fornecer travagem por liberação de compressão e permitir que o cilindro de motor forneça um nível desejado de travagem de motor em resposta à determinação de que o cilindro de motor está fornecendo travagem do motor,
- 20 em que a maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para a transição da geração de potência positiva para o fornecimento de travagem do motor difere da maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para gerar potência positiva e fornecer travagem do motor.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de acionar as válvulas de admissão e escape associadas com o cilindro do motor de maneira a permitir a transição do cilindro de motor da geração de potência positiva para o fornecimento de travagem do motor compreende as etapas de:

- impedir que combustível seja fornecido ao cilindro de motor;
- acionar (806) a válvula de admissão para fornecer um evento de válvula de admissão principal com abertura tardia da válvula de admissão e fechamento prematuro da válvula de admissão;
- 30 acionar (806) a válvula de escape para fornecer um evento de válvula de escape principal com fechamento prematuro da válvula de escape;
- determinar (810) se uma velocidade de motor está abaixo de uma velocidade de motor normal limiar; e
- 35 acionar (814) as válvulas de admissão e escape em uma primeira maneira se a velocidade do motor estiver abaixo da velocidade de motor normal limiar e acionar (812) as

válvulas de admissão e escape em uma segunda maneira se a velocidade do motor estiver em ou acima da velocidade de motor normal limiar,

em que a primeira maneira e a segunda maneira de acionamento das válvulas de admissão e escape são diferentes.

- 5 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:
a etapa de acionamento das válvulas de admissão e escape na primeira maneira compreende:

acionar a válvula de admissão para fornecer um primeiro evento de válvula de admissão principal com abertura tardia da válvula de admissão e fechamento prematuro da
10 válvula de admissão, e fornecer um segundo evento de válvula de admissão; e

acionar a válvula de escape para fornecer um evento de válvula de escape principal com fechamento prematuro da válvula de escape ou eliminar o acionamento da válvula de escape para um evento de válvula de escape principal; e

a etapa de acionamento das válvulas de admissão e escape na segunda maneira
15 compreende:

acionar a válvula de admissão para fornecer um segundo evento de válvula de admissão durante um curso de expansão e impedir que a válvula de admissão forneça um primeiro evento de válvula de admissão principal durante um curso de expansão; e

impedir que a válvula de escape forneça um evento de válvula de escape principal.

- 20 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um método de transição entre operação de travagem do motor e operação de potência positiva em um cilindro de motor de combustão interna, o referido método compreendendo as etapas de:

acionar as válvulas de admissão e de escape associadas com o cilindro de motor
25 de maneira a permitir que o cilindro de motor forneça travagem do motor;

determinar um desejo de transição do cilindro de motor de fornecimento de travagem do motor para gerar potência positiva;

acionar as válvulas de admissão e de escape associadas com o cilindro de motor de maneira a permitir a transição do cilindro de motor do fornecimento de travagem do motor
30 para a geração de potência positiva em resposta à determinação do desejo de transição do cilindro de motor de fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva;

determinar (822) que o cilindro do motor cessou o fornecimento de travagem do motor; e

acionar as válvulas de admissão e de escape associadas com o cilindro de motor de maneira a permitir que o cilindro de motor gere potência positiva em resposta à determi-
35 nação de que o cilindro do motor cessou o fornecimento de travagem do motor,

em que a maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para a

transição do fornecimento de travagem do motor para a geração de potência positiva difere da maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para gerar potência positiva e fornecer travagem do motor.

5 5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de acionamento das válvulas de admissão e escape associadas com o cilindro do motor em uma maneira que permita a transição do cilindro do motor do fornecimento de travagem do motor para a geração de potência positiva compreende as etapas de:

acionar (824) a válvula de admissão para fornecer um evento de válvula de admissão principal com abertura tardia da válvula de admissão e fechamento prematuro da válvula de admissão; e

impedir (824) que a válvula de admissão forneça um segundo evento de válvula de admissão durante o curso de expansão; e

acionar (824) a válvula de escape para fornecer um evento de válvula de escape principal com fechamento prematuro da válvula de escape.

15 6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de permitir (830) que combustível seja fornecido ao cilindro do motor após determinação de que o cilindro do motor cessou o fornecimento de travagem do motor.

7. Método de transição entre operação de travagem do motor e operação de potência positiva em um cilindro de motor de combustão interna (102), o referido método compreendendo as etapas de:

acionar as válvulas de admissão e escape (106, 108) associadas com o cilindro de motor de maneira a permitir que o cilindro de motor forneça travagem do motor por liberação de compressão;

25 determinar (828) um desejo de transição do cilindro de motor de fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva;

o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

acionar as válvulas de admissão e escape associadas com o cilindro de motor de maneira a fornecer travagem por liberação de compressão e permitir a transição do cilindro de motor de fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva em resposta à determinação do desejo de transição do fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva;

determinar (828) que o cilindro de motor cessou o fornecimento de travagem do motor; e

35 acionar as válvulas de admissão e de escape associadas com o cilindro de motor de maneira a permitir que o cilindro de motor gere potência positiva em resposta à determinação de que o cilindro de motor cessou o fornecimento de travagem do motor,

em que a maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para a transição do fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva difere da maneira em que as válvulas de admissão e escape são acionadas para gerar potência positiva e fornecer travagem do motor.

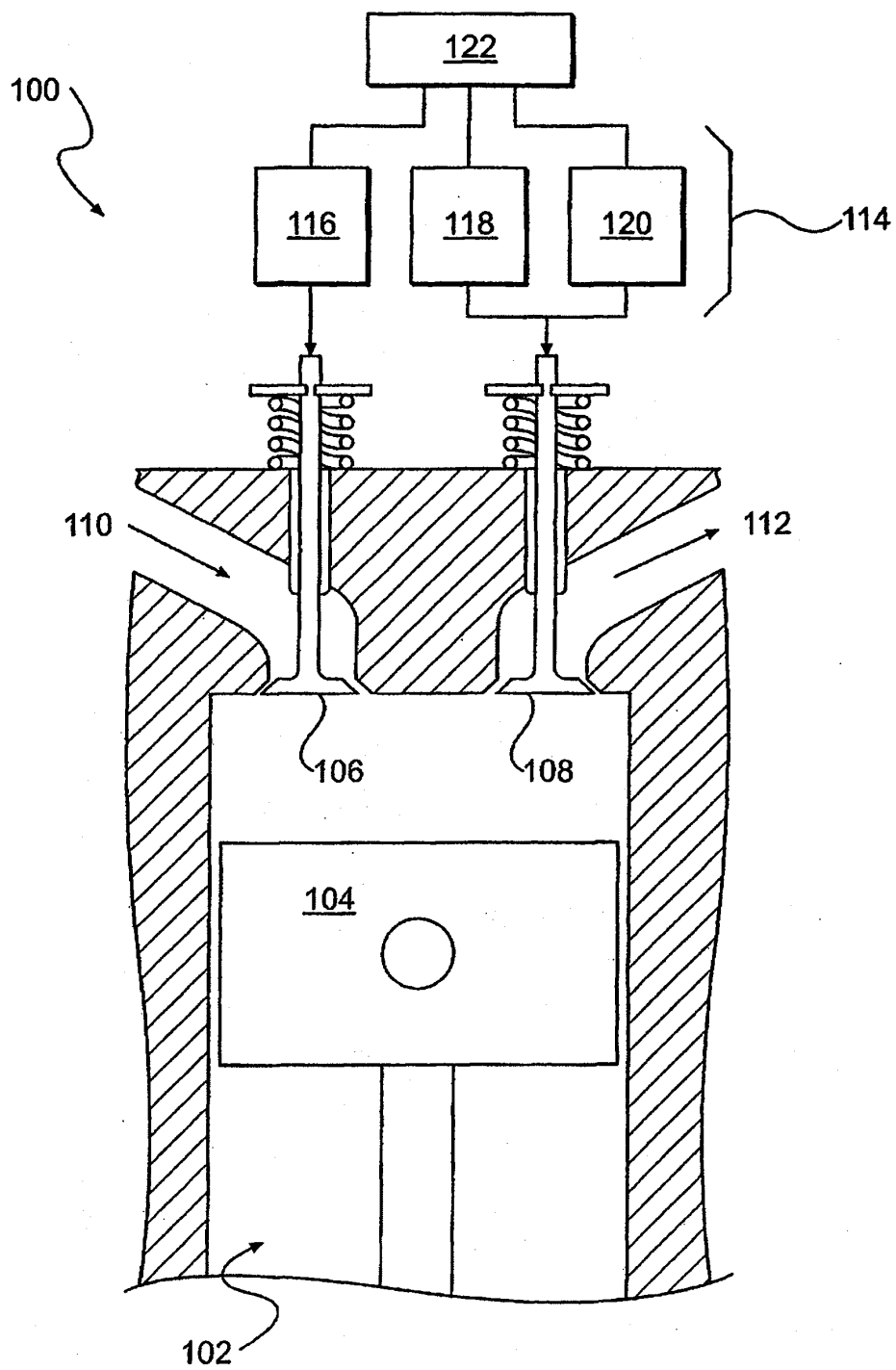
5 8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de acionamento das válvulas de admissão e escape associadas com o cilindro do motor de maneira a permitir a transição do cilindro do motor de fornecimento de travagem do motor para geração de potência positiva compreende as etapas de:

10 acionar (824) a válvula de admissão para fornecer um evento de válvula de admissão principal com abertura tardia da válvula de admissão e fechamento prematuro da válvula de admissão;

 impedir (824) que a válvula de admissão forneça um segundo evento de válvula de admissão durante um curso de expansão; e

15 acionar (824) a válvula de escape para fornecer um evento de válvula de escape principal com fechamento prematuro da válvula de escape.

 9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** por adicionalmente compreender a etapa de permitir (830) que combustível seja fornecido ao cilindro do motor após a determinação de que o cilindro do motor cessou o fornecimento de travagem do motor.

**FIG. 1**

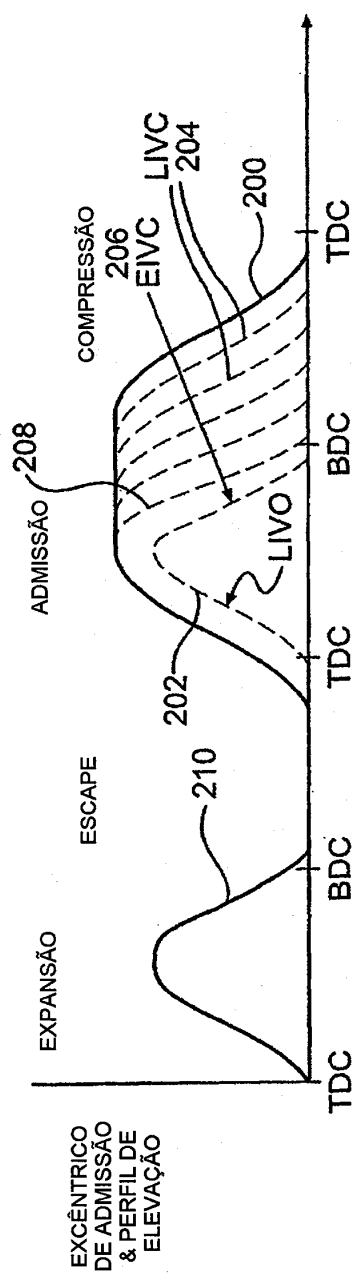


FIG. 2

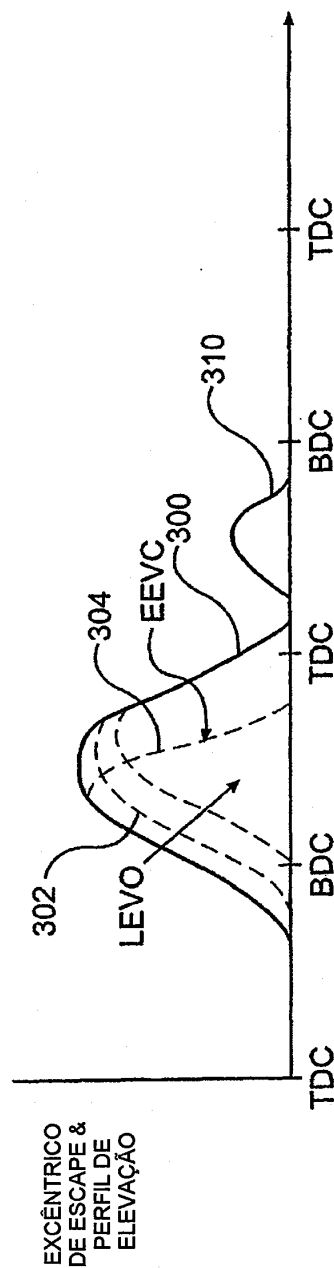


FIG. 3

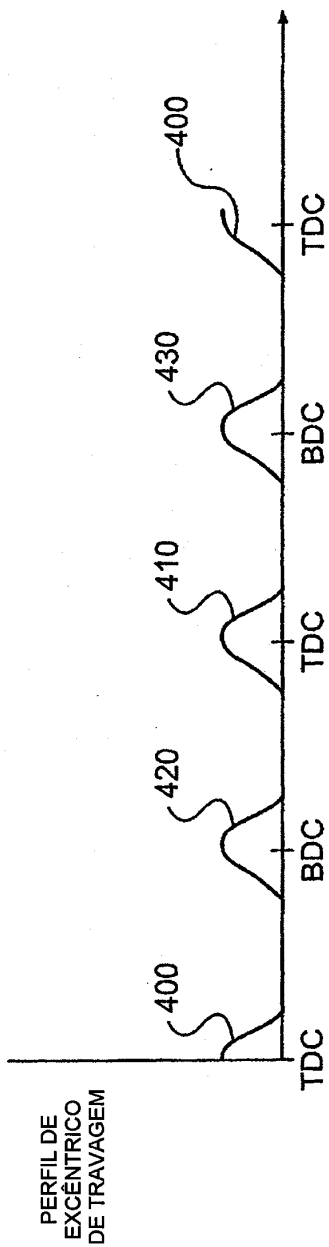


FIG. 4

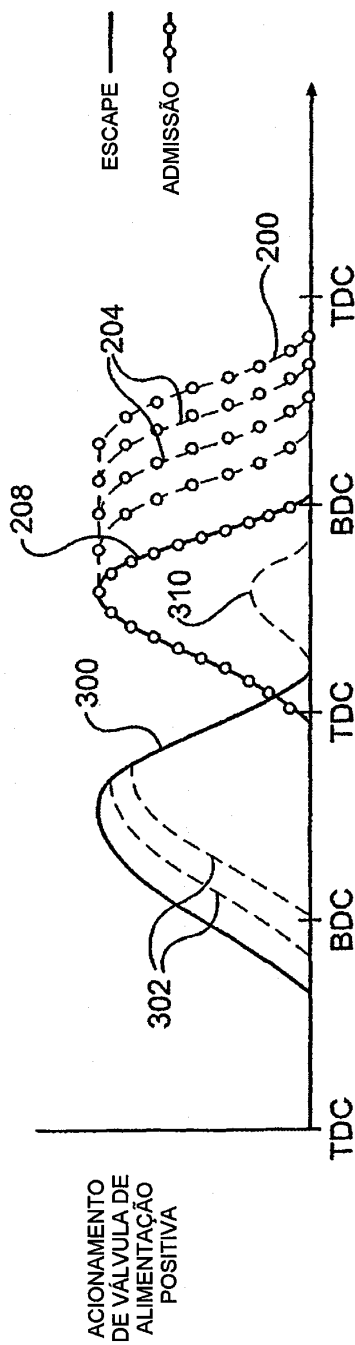


FIG. 5

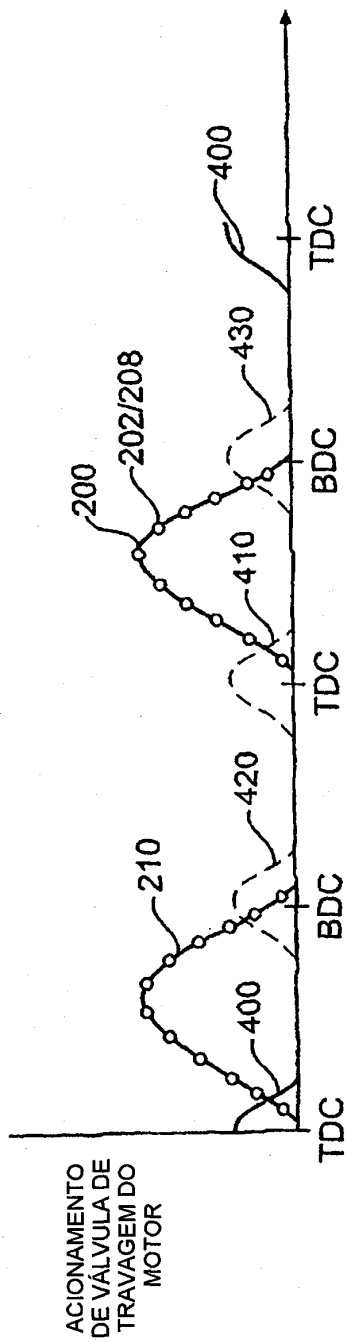


FIG. 6

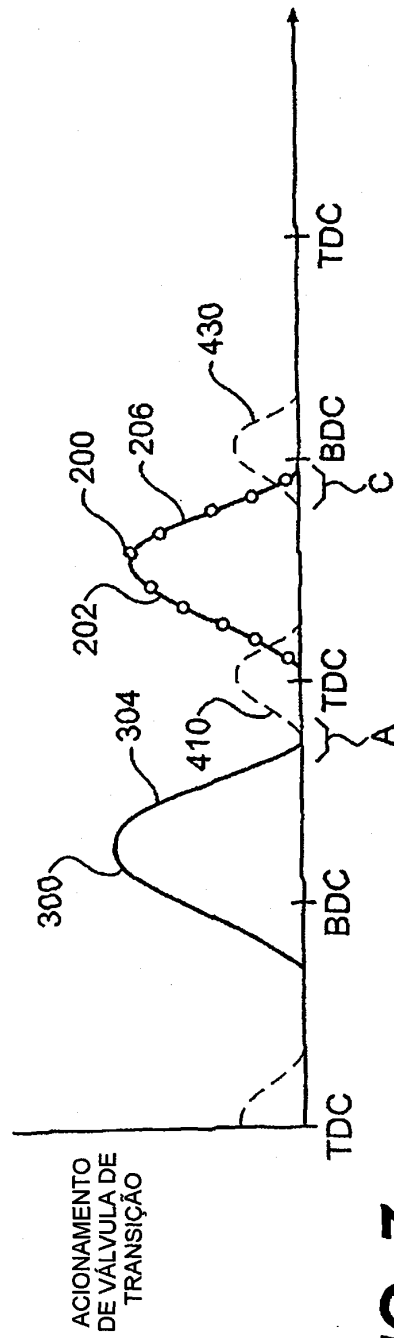


FIG. 7

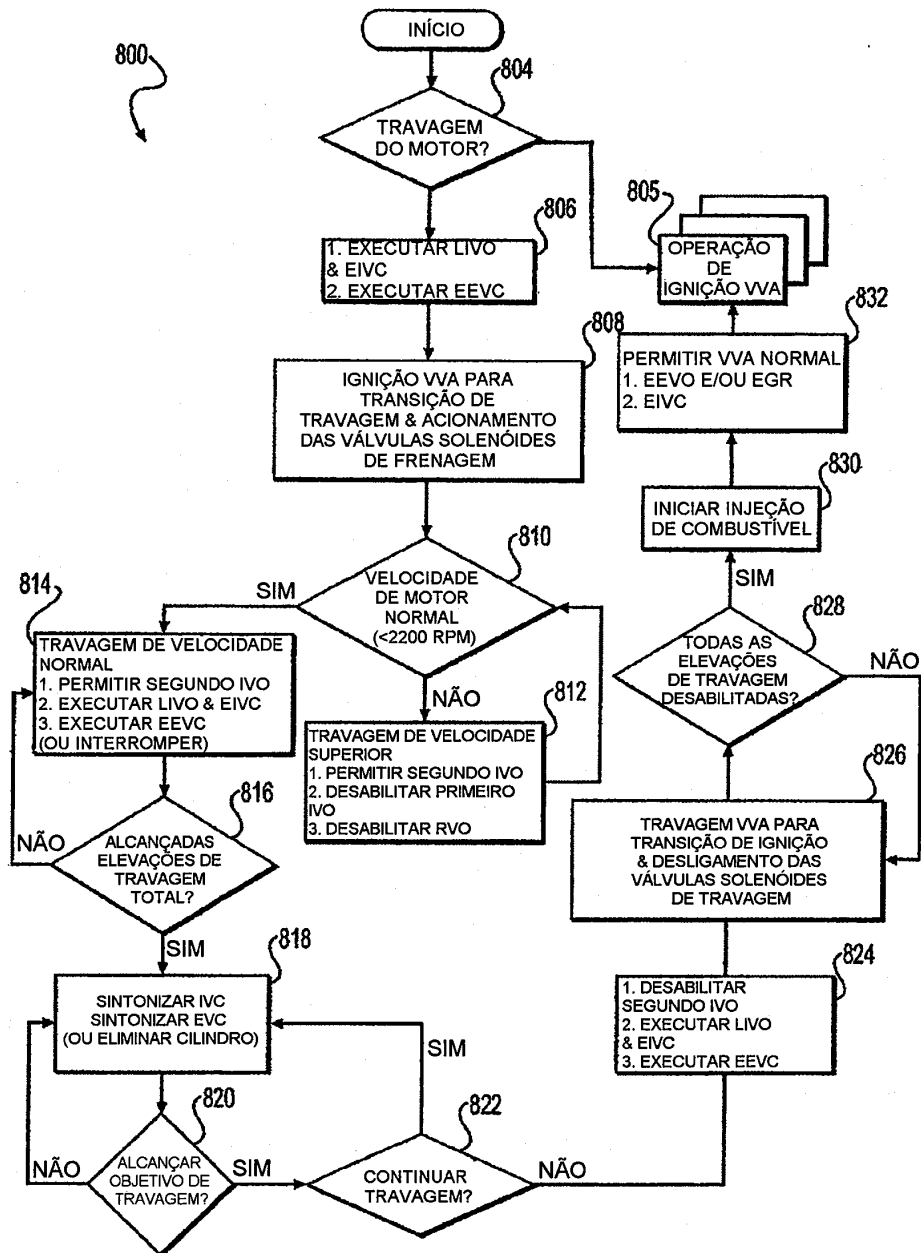


FIG. 8