



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

(11) PI 0608745-0 B1



(22) Data do Depósito: 31/01/2006

(45) Data de Concessão: 18/12/2018

(54) Título: APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F02P 5/15; F02D 37/02; F02D 41/24.

(30) Prioridade Unionista: 18/03/2005 JP 2005-078283.

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

(72) Inventor(es): NAOTO NAKAMURA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2006301949 de 31/01/2006

(87) Publicação PCT: WO 2006/100840 de 28/09/2006

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/09/2007

(57) Resumo: APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a uma unidade ECU de motor que executa um programa que inclui as etapas de: calcular uma razão de injeção de combustível de um injetor em cilindro (etapa S100); calcular uma quantidade de avanço de centelha usando um primeiro mapa empregado quando o injetor em cilindro tem uma razão de injeção de combustível de um, o dito primeiro mapa provendo um tempo de ignição com uma quantidade máxima de avanço de centelha (etapa S220); calcular uma quantidade de avanço de centelha usando um segundo mapa empregado para uma razão de injeção de combustível de zero, o dito segundo mapa provendo a um tempo de ignição uma quantidade mínima de avanço de centelha (etapa S230); e calcular uma quantidade de avanço de centelha usando um terceiro mapa empregado para uma razão de injeção de combustível maior que zero e menor que um, o dito terceiro mapa provendo um tempo de ignição com uma quantidade maior de avanço de centelha para uma razão maior (etapa S240).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO DE CONTROLE PARA MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA**".

CAMPO DA TÉCNICA

A presente invenção refere-se a um aparelho de controle para um motor de combustão interna dotado de um primeiro mecanismo de injeção de combustível (um injetor em cilindro) para a injeção de um combustível em um cilindro, e um segundo mecanismo de injeção de combustível (um injetor de tubo de admissão) para a injeção de um combustível em uma tubulação de admissão ou em um orifício de admissão, e se refere particularmente a uma técnica para determinar um tempo de ignição com uma razão de injeção de combustível entre o primeiro e o segundo mecanismos de injeção de combustível considerada.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

É conhecido um motor de combustão interna dotado de um injetor de tubo de admissão que injeta um combustível para uma tubulação de admissão do motor e um injetor em cilindro que injeta um combustível em uma câmara de combustão do motor, e configurado para comutar a injeção de combustível do injetor de tubo de admissão quando a carga do motor se encontra abaixo de uma carga preestabelecida e fazer a injeção de combustível do injetor de tubo de admissão quando a carga do motor se encontra acima da carga definida.

Em tal motor de combustão interna, é conhecido um configurado para comutar entre uma combustão de carga estratificada e uma combustão homogênea de acordo com o seu estado de operação. Na combustão de carga estratificada, o combustível é injetado a partir do injetor de em cilindro durante um tempo de compressão de modo a formar uma mistura ar - combustível estratificada localmente em torno de uma vela, para uma combustão pobre do combustível. Na combustão homogênea, o combustível é difundido na câmara de combustão de modo a formar uma mistura homogênea de ar e combustível para a combustão do combustível.

A Patente japonesa aberta ao domínio público Nº 2001-020837 apresenta um aparelho de controle de injeção de combustível para um motor

que comuta entre uma combustão de carga estratificada e uma combustão homogênea de acordo com um estado de operação e que tem uma válvula de injeção de combustível principal para injetar um combustível diretamente para uma câmara de combustão e uma válvula de injeção de combustível secundária para injetar um combustível para um orifício de admissão de cada cilindro. Este aparelho de controle de injeção de combustível para o motor é caracterizado pelo fato de que a razão de injeção de combustível entre a válvula de injeção de combustível principal e a válvula de injeção de combustível secundária é definida de uma maneira variável com base em um estado de operação do motor.

De acordo com este aparelho de controle de injeção para o motor, a combustão de carga estratificada é executada usando-se apenas a válvula de injeção de combustível principal que injeta o combustível diretamente na câmara de combustível, enquanto a combustão homogênea é feita usando-se tanto a válvula de injeção de combustível principal como a válvula de injeção de combustível secundária (ou usando-se apenas a válvula de injeção de combustível secundária em alguns casos). Isto pode manter pequena a capacidade da válvula de injeção de combustível principal, mesmo no caso de um motor de alta força. A linearidade na duração de injeção / quantidade de injeção característica da válvula de injeção de combustível principal em uma região de baixa carga, como, por exemplo, durante uma marcha lenta, é aperfeiçoada, o que, por sua vez, aumenta a exatidão no controle da quantidade de injeção de combustível. Por conseguinte, é possível se manter uma combustão de carga estratificada favorável, e, deste modo, aumentar a estabilidade da operação de baixa carga, como, por exemplo, na marcha lenta. Na combustão homogênea, ambas as válvulas de injeção de combustível principal e secundária são empregadas, e deste modo se aproveita o benefício da injeção direta de combustível como também o benefício da injeção de orifício de admissão. Por conseguinte, uma combustão homogênea favorável pode também ser mantida.

No aparelho de controle de injeção de combustível para o motor apresentado na Patente japonesa aberta ao domínio público Nº 2001-

020837, a combustão de carga estratificada e a combustão homogênea são empregadas de acordo com as situações, o que complica o controle de ignição, o controle de injeção e o controle de aceleração, e requer programas de controle correspondentes às respectivas maneiras de combustão. Particularmente, após comutar entre as maneiras de combustão, estes controles requerem consideráveis mudanças, dificultando a realização de controles desejáveis (de eficiência de combustível, de desempenho de purificação de emissão) no momento de transição. Além disso, na região de combustão estratificada onde uma combustão pobre acontece, o catalisador de três vias não funciona, em cujo caso um catalisador de NOx pobre precisa ser usado, resultando em um maior custo.

Com base nos antecedentes, um motor foi desenvolvido sem a provisão de uma combustão de carga estratificada e que, portanto, não precisa um controle para a comutação entre a combustão de carga estratificada e a combustão homogênea, e não requer um catalisador de NOx pobre.

No controle do motor a ser ligado com o seu refrigerante tendo uma temperatura menor, um avanço de centelha é introduzido para correção. Isto se dá quando o refrigerante tem uma temperatura menor (provendo uma menor atomização), taxas menores de combustão são providas e o motor fica menos propenso a bater. O avanço de centelha pode prover um período maior de tempo entre a ignição e a exaustão, e, apesar das taxas menores de combustão, a mistura ar - combustível pode ser suficientemente queimada.

Quanto aos injetores em cilindro e de tubo de admissão que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, no entanto, o injetor em cilindro injeta o combustível diretamente para a câmara de combustão e a câmara de combustão pode ter uma temperatura interna efetivamente muito reduzida, enquanto o injetor de tubo de admissão injeta o combustível na tubulação de admissão e como um resultado a câmara de combustão apresenta uma temperatura interna reduzida menos efetiva. O combustível de injeção através do injetor em cilindro reduz a temperatura interna da câmara de combustão a uma determinada extensão, enquanto que o inje-

tor de tubo de admissão a redução de temperatura é feita em uma extensão diferente. Quando a diferença de temperatura da câmara de combustão varia, o desempenho antidetonante varia, e a temperatura interna da câmara de combustão é reduzida e o desempenho antidetonante é aperfeiçoado.

- 5 Quando o desempenho antidetonante varia, um tempo ótimo de ignição varia. Assim sendo, o uso sozinho da temperatura do refrigerante para calcular uma quantidade de avanço de centelha não pode prover um tempo de ignição exato (ou uma quantidade exata de avanço de centelha). Observa-se que a Patente japonesa aberta ao domínio público Nº 2001-020837 apresenta apenas que cada injetor é acionado a fim de obter uma razão de injeção de combustível correspondente ao estado de operação em questão e um tempo de ignição é definido, e o documento não provê uma solução para o problema descrito acima.

APRESENTAÇÃO DA INVENÇÃO

- 15 Um objeto da presente invenção é prover um aparelho de controle para um motor de combustão interna tendo um primeiro e um segundo mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção para um cilindro e para uma tubulação de admissão, respectivamente, e que calcula um tempo exato de ignição.

- 20 A presente invenção em um aspecto provê um aparelho de controle para um motor de combustão interna tendo um primeiro mecanismo de injeção de combustível que injeta combustível para um cilindro e um segundo mecanismo de injeção de combustível que injeta o combustível para uma tubulação de admissão. O aparelho de controle inclui: um controlador que
- 25 controla o primeiro e o segundo mecanismos de injeção de combustível de modo a compartilhar, respectivamente, um combustível de injeção a uma razão calculada com base em uma condição requerida para o motor de combustão interna, a razão incluindo a impossibilidade de um dos mecanismos de injeção de combustível injetar combustível; e um controlador de
- 30 tempo de ignição que controla um dispositivo de ignição de modo a variar um tempo de ignição. O controlador de tempo de ignição controla o dispositivo de ignição com base em um tempo de referência de ignição do motor de

combustão interna determinado a partir da razão.

De acordo com a presente invenção para uma faixa tendo o primeiro mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, um injetor em cilindro) e um segundo mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, um injetor de tubo de admissão) que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, o combustível de injeção através do injetor em cilindro reduz a temperatura interna da câmara de combustão. Quando a temperatura interna da câmara de combustão é reduzida, o desempenho antidetonante é aperfeiçoado, e um tempo de ignição pode ser aumentado. Em contrapartida, o combustível de injeção através do injetor de tubo de admissão reduz a temperatura interna da câmara de combustão em um grau menor do que através do injetor em cilindro. Sendo assim, o motor de combustão interna tendo dois mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, e que reduzem a temperatura interna da câmara de combustão em diferentes graus, respectivamente, pode obter um tempo de ignição definida com exatidão. Como um resultado, um aparelho de controle que pode calcular um tempo exato de ignição pode ser provido para um motor de combustão interna tendo um primeiro e segundo mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção de modo a injetar o combustível em um cilindro e em uma tubulação de admissão, respectivamente, que são implementados por dois tipos de mecanismos de injeção de combustível que injetam combustível diferentemente.

A presente invenção em um outro aspecto provê um aparelho de controle para um motor de combustão interna tendo um primeiro mecanismo de injeção de combustível que injeta combustível para um cilindro e um segundo mecanismo de injeção de combustível que injeta o combustível para uma tubulação de admissão. O aparelho de controle inclui: um controlador que controla o primeiro e o segundo mecanismos de injeção de combustível de modo a compartilharem, respectivamente, um combustível de injeção em uma razão calculada com base em uma condição requerida para o motor de combustão interna, a razão incluindo a impossibilidade de um dos mecanis-

mos de injeção de combustível injetar o combustível; um armazenador que armazena um tempo de ignição de referência; e um controlador de tempo de ignição que emprega o tempo de ignição de referência a fim de controlar um dispositivo de ignição. O armazenador armazena o tempo de ignição de referência calculado com base na razão.

De acordo com a presente invenção, o armazenador armazena um tempo de ignição de referência que permite um tempo de ignição seja maior quando o injetor em cilindro, o qual pode reduzir a temperatura interna da câmara de combustão por meio de seu combustível de injeção em uma grande extensão, tem uma razão de injeção de combustível maior (incluindo o combustível de injeção através do injetor em cilindro sozinho) do que quando o injetor de tubo de admissão, que reduz a temperatura interna da câmara de combustão por meio de seu combustível de injeção em uma pequena extensão, tem uma razão de injeção de combustível maior (incluindo o combustível de injeção através do injetor de tubo de admissão sozinho). Deste modo, o motor de combustão interna possui dois mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, e que reduzem a temperatura interna da câmara de combustão em diferentes graus, respectivamente, podendo obter um tempo de ignição definido de maneira exata. Como um resultado, um aparelho de controle que pode calcular um tempo exato de ignição pode ser provido para um motor de combustão interna tendo um primeiro e um segundo mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção a fim de injetar o combustível em um cilindro e em uma tubulação de admissão, respectivamente, que são implementados por dois tipos de mecanismos de injeção de combustível que injetam combustível diferentemente.

De preferência, o armazenador armazena em uma forma de mapa o tempo de ignição de referência previamente calculado com base na razão.

De acordo com a presente invenção, o tempo de ignição de referência pode ser determinado a partir do armazenado em um mapa com base em uma razão de injeção de combustível dos injetores em cilindro e de tubo

de admissão.

Ainda preferivelmente, o armazenador armazena o tempo de ignição de referência dividido em um primeiro mapa aplicado quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível sozinho injeta o combustível, um segundo mapa aplicado quando o segundo mecanismo de injeção de combustível sozinho injeta o combustível, e um terceiro mapa aplicado quando o primeiro e o segundo mecanismos de injeção de combustível injetam o combustível.

De acordo com a presente invenção, um injetor em cilindro correspondente a um exemplo do primeiro mecanismo de injeção de combustível e um injetor de tubo de admissão correspondente a um exemplo do segundo mecanismo de injeção de combustível, que reduzem a câmara de combustão em temperatura em graus diferentes, respectivamente, quando os mesmos injetam combustível, compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, e um tempo de ignição de referência é armazenado em um mapa dividido em um primeiro mapa aplicado quando o injetor em cilindro sozinho injeta o combustível, um segundo mapa aplicado quando o injetor de tubo de admissão sozinho injeta o combustível, e um terceiro mapa aplicado quando os injetores em cilindro e de tubo de admissão injetam o combustível. Um mapa pode ser selecionado com base em uma razão de injeção de combustível entre os injetores em cilindro e de tubo de admissão a fim de determinar um tempo de ignição de referência armazenado.

Ainda, preferivelmente, o primeiro mapa provê o tempo de ignição de referência estabelecido de modo a prover um avanço de centelha.

De acordo com a presente invenção, no primeiro mapa aplicado quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, um injetor em cilindro) sozinho injeta combustível, o combustível injetado diminui a temperatura na câmara de combustão em muitos graus e o desempenho antidetonante é aperfeiçoado. Por conseguinte, o tempo de ignição de referência pode ser definido mais rápido.

Ainda, preferivelmente, o segundo mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover um retardo de centelha.

De acordo com a presente invenção, no segundo mapa aplicado, quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, um injetor de tubo de admissão) sozinho injeta combustível, o combustível injetado diminui a temperatura na câmara de combustão em poucos graus e o desempenho antidetonante não é aperfeiçoado. Por conseguinte, o tempo de ignição de referência é definido como sendo menor.

Ainda, preferivelmente, o terceiro mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover um avanço de centelha quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível aumenta na razão.

De acordo com a presente invenção, quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, no injetor em cilindro), que pode reduzir a temperatura interna da câmara de combustão por meio de seu combustível injetado em muitos graus, possui uma razão maior de injeção de combustível, o desempenho antidetonante pode ser melhor do que quando o segundo mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, o injetor de tubo de admissão), que reduz a temperatura interna da câmara de combustão por meio de seu combustível injetado em um grau pequeno, possui uma razão de injeção de combustível maior. Assim sendo, o tempo de ignição de referência pode ser avançado. Deste modo, o motor de combustão interna dotado de dois mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção e provêm misturas de ar e combustível tendo diferentes condições, respectivamente, quando os mesmos injetam o combustível, podem obter um tempo de ignição precisamente definido.

Ainda, preferivelmente, o terceiro mapa provê o tempo de ignição de referência de modo a prover um retardo de centelha quando o segundo mecanismo de injeção de combustível é aumentado na razão.

De acordo com a presente invenção, quando o segundo mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, o injetor de tubo de admissão), que reduz a temperatura na câmara de combustão por meio de seu combustível injetado em um pequeno grau, possui uma razão de injeção de combustível maior, o desempenho antidetonante é menos aperfeiçoado do

que quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (por exemplo, o injetor em cilindro), que pode reduzir a temperatura na câmara de combustão por meio de seu combustível injetado em um grau elevado, possui uma razão de injeção de combustível maior. Por conseguinte, o tempo de ignição de referência é definido como sendo mais lento. Deste modo, o motor de combustão interna dotado de dois mecanismos de injeção de combustível que compartilham, respectivamente, um combustível de injeção e provêm misturas de ar e combustível tendo diferentes condições, respectivamente, quando os mesmos injetam o combustível, podem obter um tempo de ignição definido de maneira precisa.

Ainda, preferivelmente, o primeiro mecanismo de injeção de combustível é um injetor em cilindro e o segundo mecanismo de injeção de combustível é um injetor de tubo de admissão.

De acordo com a presente invenção, um aparelho de controle pode ser provido, podendo calcular uma quantidade exata de avanço de centelha para um motor de combustão interna tendo um primeiro e um segundo mecanismos de injeção de combustível implementados por meio de um injetor em cilindro e de um injetor de tubo de admissão, respectivamente, providos separados e compartilhando um combustível de injeção quando os mesmos compartilham a injeção do combustível em um estado frio e um período transicional do estado frio para um estado quente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é um diagrama de configuração esquemática de um sistema de motor controlado por meio de um aparelho de controle de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 2 é um fluxograma (1) de um programa executado por uma unidade ECU do motor.

A figura 3 mostra um exemplo de um mapa para injeção compartilhada.

A figura 4 ilustra como o estado de operação do motor varia.

A figura 5 é um fluxograma (2) de um programa executado pela unidade ECU do motor.

A figura 6 é um diagrama (1) representando um mapa de razão DI (Injeção Direta) para um estado quente de um motor ao qual o presente aparelho de controle é adequadamente aplicado.

5 A figura 7 é um diagrama (1) representando um mapa de razão DI para um estado frio de um motor ao qual o presente aparelho de controle é adequadamente aplicado.

A figura 8 é um diagrama (2) representando um mapa de razão DI para um estado quente de um motor ao qual o presente aparelho de controle é adequadamente aplicado.

10 A figura 9 é um diagrama (2) representando um mapa de razão DI para um estado frio de um motor ao qual o presente aparelho de controle é adequadamente aplicado.

MELHORES MODOS DE SE REALIZAR A INVENÇÃO

15 A seguir será feita referência aos desenhos no sentido de descrever a presente invenção em uma modalidade. Na descrição a seguir, os componentes idênticos são identicamente indicados. Os mesmos são também idênticos em nome e função.

20 Observa-se que, embora a descrição a seguir seja provida em conjunto com o tempo de ignição em um estado frio e em seguida se refira a um outro estado sem ser o estado frio (quando a temperatura interna da câmara de combustão é reduzida, o desempenho antidetonante é aperfeiçoado e um tempo de ignição é, por conseguinte, avançado).

Observa-se que, embora a descrição a seguir seja provida exclusivamente em conjunto com um avanço de centelha em um estado frio, a
25 presente invenção não se limita a este avanço. A presente invenção também inclui introduzir um avanço de centelha e em seguida um retardo de centelha e introduzir um retardo de centelha a partir de um tempo de ignição de referência. Além disso, uma relação entre um avanço de centelha menor para uma razão maior de combustível injetado através de um injetor em cilindro e
30 um avanço de centelha significativamente grande para uma razão maior de combustível injetado através de um injetor de tubo de admissão, pode ser invertida. Por exemplo, quando o desempenho de um injetor em cilindro 100

como um injetor discreto e o de um injetor de tubo de admissão 120 como um injetor discreto contribui para uma atomização menos suficiente do combustível injetado através do injetor em cilindro 100 do que do combustível injetado através do injetor de tubo de admissão 120 para a mesma temperatura refrigerante de motor THW, a relação de avanço de centelha e de razão de injeção de combustível descrita acima pode ser invertida.

A figura 1 é um diagrama de configuração esquemática de um sistema de motor controlado por uma unidade ECU (Unidade de Controle Eletrônico) do motor que implementa o aparelho de controle para um motor de combustão interna de acordo com uma modalidade da presente invenção. Na figura 1, um motor a gasolina de 4 cilindros alinhado é mostrado, embora a aplicação da presente invenção não se limite a tal motor.

Conforme mostrado na figura 1, o motor 10 inclui quatro cilindros 112, cada um dos quais sendo conectado através de uma tubulação de admissão correspondente 20 a um tanque compensador comum 30. O tanque compensador 30 é conectado através de um duto de admissão 40 a um limpador de ar 50. Um medidor de fluxo de ar 42 é disposto em um duto de admissão 40, e uma válvula borboleta 70 acionada por um motor elétrico 60 que é também disposto no duto de admissão 40. A válvula borboleta 70 tem o seu grau de abertura controlado com base em um sinal de saída de uma unidade ECU de motor 300, independentemente de um pedal acelerador 100. Cada cilindro 112 é conectado a uma tubulação de escapamento comum 80, a qual é conectada a um conversor catalítico de três vias 90.

Cada cilindro 112 é provido com um injetor em cilindro 110 que injeta combustível no cilindro e um injetor de tubulação de admissão 120 que injeta combustível em um orifício de admissão e/ou em uma tubulação de admissão. Os injetores 110 e 120 são controlados com base nos sinais de saída da unidade ECU de motor 300. Além disso, o injetor em cilindro 110 de cada cilindro é conectado a um tubo de liberação de combustível comum 130. O tubo de liberação de combustível 130 é conectado a uma bomba de combustível de alta pressão 150 de um tipo acionado a motor, através de uma válvula de segurança 140 que permite um fluxo na direção do tubo de

liberação de combustível 130. Na presente modalidade, um motor de combustão interna tendo dois injetores separadamente providos é explicado, embora a presente invenção não se restrinja a tal motor de combustão interna. Por exemplo, o motor de combustão interna pode ter um injetor que pode
5 realizar tanto a injeção em cilindro como a injeção de tubulação de admissão.

Conforme mostrado na figura 1, o lado de descarga da bomba de combustível de alta pressão 150 é conectado através de uma válvula de derrame eletromagnética 152 ao lado de admissão da bomba de combustível de alta pressão 150. Uma vez que o grau de abertura da válvula de derrame eletromagnética 152 é menor, a quantidade do combustível suprido da
10 bomba de combustível de alta pressão 150 para o tubo de liberação de combustível 130 aumenta. Quando a válvula de derrame eletromagnética 152 é totalmente aberta, o suprimento de combustível da bomba de combustível de alta pressão 150 para o tubo de liberação de combustível 130 é interrompido. A válvula de derrame eletromagnética 152 é controlada com base em um sinal de saída da unidade ECU de motor 300.

Cada injetor de tubulação de admissão 120 é conectado a um tubo de liberação de combustível comum 160 em um lado de baixa pressão.
20 O tubo de liberação de combustível 160 e a bomba de combustível de alta pressão 150 são conectados através de um regulador de pressão de combustível comum 170 a uma bomba de combustível de baixa pressão 180 de um tipo acionado a motor elétrico. Além disso, a bomba de combustível de baixa pressão 180 é conectada através de um filtro de combustível 190 a um
25 tanque de combustível 200. O regulador de pressão de combustível 170 é configurado de modo a retornar uma parte do combustível descarregado da bomba de combustível de baixa pressão 180 de volta para o tanque de combustível 200 quando a pressão do combustível descarregado da bomba de combustível de baixa pressão 180 é maior que uma pressão de combustível
30 predefinida. Isto impede que tanto a pressão do combustível suprido para o injetor de tubulação de admissão 120 como a pressão do combustível suprido para a bomba de combustível de alta pressão 150 sejam maiores que a

pressão de combustível preestabelecida acima descrita.

Uma unidade ECU de motor 300 é implementada com um computador digital, e inclui uma memória ROM (Memória de Leitura) 320, uma memória RAM (Memória de Acesso Aleatório) 330, uma unidade CPU (Unidade de Processamento Central) 340, uma porta de entrada 350, e uma porta de saída 360, que são conectadas uma à outra através de um barramento bidirecional 310.

Um medidor de fluxo de ar 42 gera uma tensão de saída proporcional a uma quantidade de ar de admissão, e a tensão de saída é entrada através de um conversor A/D 370 para a porta de entrada 350. Um sensor de temperatura refrigerante 380 é fixado ao motor 10 e gera uma tensão de saída proporcional a uma temperatura refrigerante do motor, que é entrada através de um conversor A/D 390 para a porta de entrada 350.

Um sensor de pressão de combustível 400 é fixado a um tubo de liberação de combustível 130, e gera uma tensão de saída proporcional a uma pressão de combustível dentro do tubo de liberação de combustível 130, o qual é entrada através de um conversor A/D 410 para a porta de entrada 350. Um sensor de razão ar - combustível 420 é fixado a uma tubulação de escapamento 80 localizada a jusante do conversor catalítico de três vias 90. O sensor de razão ar - combustível 420 gera uma tensão de saída proporcional a uma concentração de oxigênio dentro do gás de escapamento, a qual é entrada através de um conversor A/D 430 para a porta de entrada 350.

O sensor de razão ar - combustível 420 do sistema motor da presente modalidade é um sensor de razão ar - combustível de alcance total (um sensor de razão ar - combustível linear) que gera uma tensão de saída proporcional à razão ar - combustível da mistura ar - combustível queimada no motor 10. Como o sensor de razão ar - combustível 420, pode ser empregado um sensor de O_2 , o qual detecta, de uma maneira liga / desliga, se a razão ar - combustível da mistura ar - combustível queimada no motor 10 é rica ou pobre com relação a uma razão ar - combustível teórica.

O pedal do acelerador 100 é conectado a um sensor de posição

de pedal acelerador 440 que gera uma tensão de saída proporcional ao grau de pressão sobre o pedal do acelerador 100, que é entrada através de um conversor A/D 450 para uma porta de entrada 350. Além disso, um sensor de velocidade de motor 460 que gera um pulso de saída que representa a velocidade do motor é conectado à porta de entrada 350. A memória ROM 320 da unidade ECU de motor 300 pré-armazena, na forma de um mapa, os valores da quantidade de injeção de combustível definida em associação aos estados de operação com base no fator de carga de motor e na velocidade de motor obtida pelo sensor de posição de pedal acelerador 440 acima descrito e pelo sensor de velocidade de motor 460, e seus valores de correção definidos com base na temperatura refrigerante de motor.

Com referência ao fluxograma da figura 2, a unidade ECU do motor 300 da figura 1 executa um programa tendo uma estrutura para controle, conforme descrito a seguir.

Na etapa (S) 100 a unidade ECU do motor 300 emprega um mapa conforme mostrado na figura 3 a fim de calcular uma razão de injeção do injetor em cilindro 110. Doravante, esta razão será referida como a "razão DI r", na qual $0 \leq r \leq 1$. O mapa usado para calcular a razão será descrito a seguir.

Na etapa S100, a unidade ECU do motor 300 determina se a razão DI r é 1, 0, o maior que 0 e menor que 1. Se a razão DI r for 0 ($r = 0$ na etapa S110), o processo prossegue na etapa S130. Se a razão DI r for maior que 0 e menor que 1 ($0 < r < 1$ na etapa S110), o processo continua na etapa S140.

Na etapa S120, a unidade ECU do motor 300 calcula uma quantidade de avanço de centelha de estado frio correspondente à de avanço de centelha para correção em um estado frio quando o injetor em cilindro 110 sozinho injeta combustível. Isto é feito, por exemplo, ao empregar uma função $f(1)$ para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio $= f(1)(THW)$. Observa-se que "THW" representa a temperatura de um refrigerante do motor 10 conforme detectado pelo sensor de temperatura refrigerante 380.

Na etapa S130, a unidade ECU do motor 300 calcula uma quantidade de avanço de centelha de estado frio correspondente à do avanço de centelha para correção no estado frio quando o injetor de tubulação de admissão 120 sozinho injeta combustível. Isto é feito, por exemplo, ao empregar uma função $f(2)$ para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio = $f(2)(THW)$.

Na etapa S140, a unidade ECU do motor 300 calcula uma quantidade de avanço de centelha de estado frio correspondente à do avanço de centelha para correção no estado frio quando o injetor em cilindro e o injetor de tubulação de admissão 110, 120 compartilham, respectivamente, o combustível de injeção. Isto é feito, por exemplo, ao se empregar uma função $f(3)$ para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio = $f(3)(THW, r)$. Observa-se que "r" representa uma razão DI.

Na etapa S150, a unidade ECU do motor 300 calcula um tempo de ignição, por exemplo, ao empregar uma função g para calcular um tempo de ignição = g (uma quantidade de avanço de centelha de estado frio).

A seguir, será feita referência à figura 3 a fim de descrever uma razão de injeção (a razão $0 \leq DI \leq 1$) do injetor em cilindro 110 com uma velocidade de motor NE e um fator de carga KL do motor 10 servindo como parâmetros.

Em uma baixa velocidade de motor e uma faixa de carga alta, o combustível injetado através do injetor em cilindro 110 é insuficientemente misturado com ar, e, na câmara de combustão, a mistura ar - combustível tende a ser não homogênea e, deste modo, proverá uma combustão instável. Por conseguinte, para esta faixa, a razão DI r é reduzida no sentido de aumentar uma razão de injeção $(1 - r)$ do injetor de tubulação de admissão 120 de modo a misturar suficientemente a mistura ar - combustível antes de a mesma ser introduzida na câmara de combustão.

Em uma alta velocidade de motor e baixa faixa de carga, a mistura ar - combustível injetada através do injetor em cilindro 110 é prontamente homogeneizada. Por conseguinte, a razão DI r é aumentada. O combustível injetado através do injetor em cilindro 110 é vaporizado dentro da câmara

de combustão envolvendo o calor latente de vaporização (por meio da absorção da câmara de combustão). Por conseguinte, no lado de compressão, a mistura ar - combustível é diminuída em temperatura e um maior desempenho antidetonante é provido. Além disso, uma vez que a câmara de combustão tem sua temperatura reduzida, uma eficiência de admissão aperfeiçoada poderá ser obtida e uma saída maior de força esperada. Além disso, o injetor em cilindro 110 pode ter a sua extremidade exposta na câmara de combustão resfriada pelo combustível e deste modo nenhum depósito conseguirá se aderir ao orifício de injeção do mesmo.

10 Com base na configuração e no fluxograma conforme descrito acima, o motor 10 da presente modalidade opera conforme descrito a seguir. Observa-se que na descrição a seguir a expressão "se o refrigerante do motor varia em temperatura" e outras expressões similares indicam um período transicional de um estado frio para um estado quente.

15 Nenhuma variação na Razão DI e a Variação presente na Temperatura do Refrigerante para o Motor:

Quando o motor 10 parte, normalmente o refrigerante aumenta de temperatura. Em termos mais específicos, na figura 4, o refrigerante aumenta de temperatura de uma temperatura TH(1) correspondente a um ponto A para uma temperatura TH(2) correspondente a um ponto B. A razão DI é calculada (etapa S100) e se a razão DI r for considerada não variada (por exemplo, $r = 0,7$), toma-se a decisão de que a mesma é maior que 0 e menor que 1 ($0 < r < 1,0$ na etapa S110) e a função $f(3)$ é por conseguinte usada para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio por meio da expressão $f(3) (THW, r)$ (etapa S140).

25 Na figura 4, para o ponto A, por meio da expressão $f(3) (TH(1), r)$, na qual $r = 0,7$, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada como um avanço de centelha para correção (1). Com a quantidade de avanço de centelha de estado frio definida no avanço de centelha para correção (1), o motor 10 é operado, e a temperatura THW aumenta de TH(1) para TH(2) a fim de atingir o ponto B. Para o ponto B, por meio da expressão $f(3) (TH(2), r)$, na qual $r = 0,7$, uma quantidade de avanço de centelha de

estado frio é calculada como um avanço de centelha para correção (2). Em outras palavras, uma quantidade de avanço de centelha para correção é reduzida do avanço de centelha para correção (1) para o avanço de centelha para correção (2) por meio de uma variação na quantidade de avanço de centelha para correção, a qual é provida pelo avanço de centelha para correção (1) menos o avanço de centelha para correção (2).

Variação Presente na Razão DI e Nenhuma Variação na Temperatura do Refrigerante para Motor:

Quando o motor 10 parte, o refrigerante pode não variar dependendo das cercanias do veículo (temperatura em particular). Se em tal caso o estado de operação do motor 10 varia e a razão DI r cai de 0,7, isto é, na figura 4, enquanto a temperatura $TH(1)$ correspondente ao ponto A é mantido, um ponto C permitindo que a razão DI r menor que 0,7 é obtido (ou vice versa). A razão DI é calculada (etapa S100) e se a razão DI r for considerada variada (por exemplo, de 0,7 a 0,5), toma-se uma decisão de que a razão DI r é ainda maior que 0 e menor que 1 ($0 < r < 1,0$ na etapa S110), e a função $f(3)$ é empregada para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio por meio da expressão $f(3)$ (THW, r) (etapa S140).

Na figura 4, para o ponto A, por meio da expressão $f(3)$ ($TH(1), r$), na qual $r = 0,7$, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada. Nesta condição, o motor 10 é operado, e enquanto a temperatura THW é mantida em $TH(1)$, a razão DI r diminui de modo a atingir o ponto C. Para o ponto C, por meio da expressão $f(3)$ ($TH(1), r$), na qual $r = 0,5$, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada. Em termos mais específicos, um avanço de centelha é introduzido por meio de uma variação na quantidade de avanço de centelha para correção. Isto indica que um avanço de centelha maior é introduzido, uma vez que a temperatura do orifício é menor que a temperatura interna do cilindro e o combustível injetado através do injetor de tubulação de admissão 120 é difícil de atomizar.

Variação Presente na Razão DI e Variação Presente na Temperatura do Refrigerante para o Motor:

Quando o motor 10 parte, a temperatura do refrigerante e a ra-

zão DI r pode ambas variar. Em tal caso, na figura 4, o ponto A correspondente à temperatura $TH(1)$ e a razão DI $r = 0,7$ transita para um ponto D correspondente à temperatura $TH(2)$ maior que $TH(1)$ e uma razão DI r menor que 0,7. A razão DI é calculada (etapa S100) e se a razão DI r for considerada variada (por exemplo, de 0,7 a 0,5), toma-se uma decisão de que a razão DI r é maior que 0 e menor que 1 ($0 < r < 1,0$ na etapa S110), e a função $f(3)$ é empregada para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio por meio da expressão $f(3)$ (THW, r) (etapa S140).

Na figura 4, para o ponto A, por meio da expressão $f(3)$ ($TH(1), r$), na qual $r = 0,7$, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada. Nesta condição, o motor 10 é operado, e enquanto a temperatura THW muda de $TH(1)$ para $TH(2)$, a razão DI diminui também de modo a atingir o ponto D. Para o ponto D, por meio da expressão $f(3)$ ($TH(2), r$), na qual $r = 0,5$, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada. Em termos mais específicos, um tempo de ignição varia por meio de uma variação na quantidade de avanço de centelha para correção. Isto indica que quando uma razão DI não é 0 nem 1, uma quantidade de avanço de centelha de estado frio é calculada por meio de uma função da temperatura do refrigerante e razão DI r , e uma variação na quantidade de avanço de centelha para correção também depende do refrigerante na temperatura e da razão DI r , respectivamente.

Sendo assim, em um estado frio e em um período transicional do estado frio para um estado quente, quando um injetor em cilindro e um injetor de tubulação de admissão compartilham, respectivamente, um combustível de injeção, não apenas a temperatura THW do refrigerante do motor, mas também a razão DI r é usada para calcular uma quantidade de avanço de centelha de estado frio. Se o interior do cilindro e o orifício são diferentes em temperatura e, deste modo, o combustível é atomizado diferentemente dentro dos mesmos, um avanço de centelha arqueada poderá ser provida para queimar o combustível de maneira satisfatória.

Mapa de Tempo de Ignição de Referência Dependendo da Razão de Injeção de Combustível não Limitado ao Estado Frio:

A seguir, será descrita uma modalidade não limitada à baixa temperatura do motor 10, ou estado frio. Na presente modalidade, o injetor em cilindro 110 possui uma razão de injeção de combustível ou razão DI r dividida em três valores, quais sejam: $r = 0$, $r = 1$, e $0 < r < 1$, e um tempo de ignição de referência é deste modo previamente armazenado na unidade ECU do motor 300 na memória ROM 320, na memória RAM 340 ou coisa do gênero.

O combustível injetado através do injetor de cilindro 110 e o combustível injetado através do injetor de tubulação de admissão 120 diminuem a temperatura da câmara de combustão em graus significativamente diferentes, respectivamente. Em termos mais específicos, o primeiro combustível, que é injetado diretamente na câmara de combustão e o último, que é injetado na tubulação de admissão e introduzido na câmara de combustão, diminuem a temperatura da câmara de combustão diferentemente. Em outras palavras, o último diminui a temperatura da câmara de combustão em um pequeno grau, enquanto o primeiro, injetado diretamente na câmara de combustão, diminui a temperatura da câmara de combustão em um alto grau. Quando a câmara de combustão tem uma baixa temperatura, o desempenho antidetonante pode ser aperfeiçoado, e um tempo de ignição pode ser definido como avançado.

Um primeiro mapa é definido como um mapa aplicado para a razão DI r (isto é, quando o injetor em cilindro 110 sozinho injeta combustível) para um tempo de ignição de referência que permite que um tempo de ignição seja maximamente avançado. O combustível injetado através do injetor em cilindro 110 diminui a temperatura da câmara de combustão maximamente, e o desempenho antidetonante pode ser maximamente aperfeiçoado. O tempo de ignição pode ser avançado e o motor 10 pode satisfatoriamente exibir as suas características.

Um segundo mapa é definido como um mapa aplicado para a razão DI r (isto é, quando o injetor de tubulação de admissão 120 sozinho injeta combustível) para um tempo de ignição de referência que permite que um tempo de ignição seja maximamente retardado. O combustível injetado

através do injetor de tubulação de admissão 120 diminui a temperatura da câmara de combustão em um pequeno grau. A partir de tal temperatura diminuída da câmara de combustão, um desempenho antidetonante é dificilmente esperado. Por conseguinte, o tempo de ignição é retardado de modo a impedir que o motor detone.

Um terceiro mapa é definido como um mapa aplicado para uma razão DI_r maior que 0 e menor que 1 (isto é, quando o injetor em cilindro 110 e o injetor de tubulação de admissão 120 compartilham, respectivamente, o combustível de injeção) para um tempo de ignição de referência que permite que um tempo de ignição seja avançado para mais que as razões DI_r . Quando a razão DI_r aumenta, o injetor em cilindro 110 injeta mais combustível e a câmara de combustão, por conseguinte, diminui em temperatura em um grau maior. O desempenho antidetonante pode ser aperfeiçoado, e o tempo de ignição pode ser avançado.

A unidade ECU de motor 300 prepara três mapas para tais tempos de ignição de referência, e, de acordo com uma razão do injetor em cilindro 110 que compartilha um combustível de injeção, ou uma razão DI_r , seleciona um dos mapas para comutar um mapa de um tempo de ignição de referência. De acordo com o mapa selecionado, a unidade ECU de motor 300 calcula um tempo de ignição de referência. Em particular, o terceiro mapa provê um tempo de ignição de referência variado pela razão DI_r . Por conseguinte, não apenas o mapa, mas também uma função que interpola uma porção intermediária definida no mapa podem ser previamente calculados e armazenados e usados de modo a proverem uma interpolação.

Com referência ao fluxograma da figura 5, a unidade ECU de motor 300 da figura 1 executa um programa tendo uma estrutura para controle, conforme descrito a seguir. Observa-se que no fluxograma da figura 5, as etapas idênticas às do fluxograma da figura 2 são identicamente rotulados.

Na etapa S220, a unidade ECU de motor 300 calcula, de acordo com o primeiro mapa correspondente a uma razão $DI_r = 1$, uma quantidade de avanço de centelha com um desempenho antidetonante considerado.

Na etapa S230, a unidade ECU de motor 300 calcula, de acordo com o segundo mapa correspondente à razão $DI\ r = 1$, uma quantidade de avanço de centelha com um desempenho antidetonante considerado.

5 Na etapa S240, a unidade ECU de motor 300 calcula, de acordo com o terceiro mapa correspondente a $0 < \text{razão } DI\ r < 1$, uma quantidade de avanço de centelha com um desempenho antidetonante considerado. Em termos mais específicos, por exemplo, a função $F(3)$ é usada para calcular uma quantidade de avanço de centelha = $F(3)(r)$ com um desempenho antidetonante considerado, na qual r representa uma razão DI .

10 Na etapa S250, a unidade ECU de motor 300 calcula um tempo de ignição. Em termos mais específicos, por exemplo, a função G é usada para calcular o tempo de ignição = G (uma quantidade de avanço de centelha com desempenho antidetonante considerado).

Sendo assim, não apenas para um estado frio, três mapas (razão $DI\ r = 1, 0$, ou maior que 0 e menor que 1) podem ser selecionados de acordo com a razão $DI\ r$ e o mapa selecionado usado para calcular um tempo de ignição de referência. Isto permite que um tempo de ignição de referência apropriado seja calculado correspondente à razão $DI\ r$. Deste modo, um tempo de ignição de referência ótimo pode ser definido correspondente à razão DI razão $DI\ r$, e os detrimientos atribuídos ao retardo ou ao avanço de centelha excessivos podem ser evitados.

Motor (1) Adequado para Aplicação do Aparelho de Controle.

Um motor (1) adequado para aplicação do aparelho de controle na presente modalidade será descrito a seguir.

25 Com referência às figuras 6 e 7, serão descritos a seguir os mapas que indicam uma razão de injeção de combustível entre o injetor em cilindro 110 e o injetor de tubulação de admissão 120, identificados como informações associadas a um estado de operação do motor 10. A seguir, a razão de injeção de combustível entre os dois injetores serão também expressos como uma razão da quantidade do combustível injetado do injetor em cilindro 110 para a quantidade total do combustível injetado, a qual é referida como a "razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110",

ou, uma razão DI (Injeção Direta) (r)". Os mapas são armazenados na memória ROM 320 da unidade ECU de motor 300. A figura 6 mostra o mapa para o estado quente do motor 10, e a figura 7 mostra o mapa para o estado frio do motor 10.

5 Nos mapas mostrados nas figuras 6 e 7, com o eixo geométrico horizontal representando uma velocidade de motor do motor 10 e o eixo geométrico vertical representando um fator de carga, a razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110, ou a razão DI r , é expressa em percentual.

10 Conforme mostrado nas figuras 6 e 7, a razão DI r é definida para cada região de operação determinada pela velocidade do motor e pelo fator de carga do motor 10. A "razão DI $r = 100 \%$ " representa a região na qual a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110, e a "razão DI $r = 0 \%$ " representa a região na qual a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor de tubulação de admissão 120. A
15 "razão DI $r \neq 0 \%$ ", a razão DI $r \neq 100 \%$ e " $0 \% < \text{razão DI } r < 100 \%$ " representam, cada uma, a região na qual a injeção de combustível é feita usando-se tanto o injetor em cilindro 110 como o injetor de tubulação de admissão 120. De modo geral, o injetor em cilindro 110 contribui para um aumento do
20 desempenho de saída, enquanto o injetor de tubulação de admissão 120 contribui para a uniformidade da mistura ar - combustível. Estes dois tipos de injetores tendo diferentes características são apropriadamente selecionados dependendo da velocidade de motor 10 e do fator de carga, de modo que apenas uma combustão homogênea é feita no estado de operação normal
25 do motor 10 (diferente do estado de operação anormal, como, por exemplo, um estado de aquecimento catalítico durante uma marcha lenta, por exemplo).

 Além disso, conforme mostrado nas figuras 6 e 7, a razão de injeção de combustível entre o injetor em cilindro 110 e o injetor de tubulação de admissão 120 é definida como a razão DI r , individualmente nos
30 mapas para o estado quente e para o estado frio do motor. Os mapas são configurados para indicar as regiões de controle do injetor em cilindro 110 e do

injetor de tubulação de admissão 120 conforme a temperatura do motor 10 se modifica. Quando a temperatura do motor 10 detectada é igual ou maior que um valor limite de temperatura predeterminado, o mapa para o estado quente mostrado na figura 6 é selecionado; de outra forma, o mapa para o estado frio mostrado na figura 7 é selecionado. Um ou ambos o injetor em cilindro 110 e o injetor de tubulação de admissão 120 são controlados com base no mapa selecionado e de acordo com a velocidade do motor e o fator de carga do motor 10.

A velocidade do motor e o fator de carga do motor 10 definido nas figuras 6 e 7 serão a seguir descritos. Na figura 6, NE(1) é definido de 2500 rpm a 2700 rpm, KL(1) é definido de 30 a 50 %, e KL(2) é definido de 60 a 90 %. Na figura 7, NE(3) é definido de 2900 rpm a 3100 rpm. Ou seja, NE(1) < NE (3). NE(2) na figura 6, assim como KL(3) e KL(4) na figura 7 são igualmente definidos como apropriados.

Ao se comparar a figura 6 e a figura 7, NE(3) do mapa para o estado frio mostrado na figura 7 é maior que NE(1) do mapa para o estado quente mostrado na figura 6. Isto revela que, quando a temperatura do motor 10 é menor, a região de controle do injetor de tubulação de entrada 120 é expandida de modo a incluir a região de maior velocidade de motor. Ou seja, quando o motor 10 está frio, depósitos improvavelmente se acumularão no orifício de injeção do injetor em cilindro 110 (mesmo que o combustível não seja injetado a partir do injetor em cilindro 110). Sendo assim, a região na qual a injeção de combustível deve ser realizada usando-se o injetor de tubulação de admissão 120 pode ser expandida para assim aperfeiçoar a homogeneidade.

Ao se comparar a figura 6 e a figura 7, a "razão DI r = 100 %" se mantém na região na qual a velocidade de motor do motor 10 é igual ou superior a NE(1) no mapa para o estado quente, e na região na qual a velocidade de motor é NE(3) ou superior no mapa para o estado frio. Além disso, a "razão DI r = 100 %" se mantém na região na qual o fator de carga é KL(2) ou superior no mapa para o estado quente, e na região na qual o fator de carga é KL(4) ou superior no mapa para o estado frio. Isto significa que a

injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110 na região na qual a velocidade de motor está em um nível elevado predeterminado, e que a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110 na região na qual a carga de motor está em um nível elevado predeterminado, uma vez que, para a região de velocidade alta e para a região de carga baixa, a velocidade e a carga do motor 10 são altas e uma grande quantidade de ar é admitida, e o injetor em cilindro 110 pode ser unicamente usado para injetar combustível de modo a prover uma mistura ar - combustível homogênea. Neste caso, o combustível injetado do injetor em cilindro 110 é atomizado dentro da câmara de combustão envolvendo o calor de vaporização latente (por meio da absorção do calor da câmara de combustão). Por conseguinte, a temperatura da mistura ar - combustível diminui no lado de compressão, e, deste modo, o desempenho antidetonante melhora. Além disso, com a temperatura menor da câmara de combustão, aumenta a eficiência de admissão, resultando em uma alta saída de força.

No mapa para o estado quente da figura 6, a injeção de combustível é também feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110 quando o fator de carga é KL(1) ou menor. Isto mostra que o injetor em cilindro 110 sozinho é usado em uma região de carga baixa predeterminada quando a temperatura do motor 10 é alta. Quando o motor 10 está no estado quente, depósitos provavelmente se acumularão no orifício de injeção do injetor em cilindro 110. No entanto, quando a injeção de combustível é feita usando-se o injetor em cilindro 110, a temperatura do orifício de injeção pode ser baixada, por meio do que o acúmulo de depósitos é impedido. Além disso, o entupimento do injetor em cilindro 110 pode ser evitado ao se assegurar uma quantidade mínima de injeção de combustível. Deste modo, o injeção em cilindro 110 sozinho é usado na região em questão.

Ao se comparar as figuras 6 e 7, existe uma região de "razão DI $r = 0\%$ " apenas no mapa para o estado frio da figura 7. Isto mostra que a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor de tubulação de admissão 120 em uma região de carga baixa predeterminada (KL(3) ou menor) quando a temperatura do motor 10 é baixa. Quando o motor 10 está frio

e baixo em carga e a quantidade de ar de admissão é pequena, é improvável que ocorra uma atomização do combustível. Em tal região, é difícil se garantir uma combustão favorável com a injeção de combustível do injetor em cilindro 110. Além disso, particularmente na região de baixa carga e baixa velocidade, torna-se desnecessária uma saída de alta força usando-se o injetor em cilindro 110. Por conseguinte, a injeção de combustível é feita usando-se o injetor de tubulação de admissão 120 sozinho, ao invés de usar o injetor em cilindro 110, na região em questão.

Além disso, em uma operação diferente da operação normal, isto é, no estado aquecido do catalisador na marcha lenta do motor 10 (estado anormal de operação), o injetor em cilindro 110 é controlado de modo a realizar uma combustão de carga estratificada. Ao se fazer a combustão de carga estratificada durante a operação de aquecimento catalítico, o aquecimento catalítico é promovido, e a emissão de escapamento é, conseqüentemente, aperfeiçoada.

Motor (2) Adequado para Aplicação do Aparelho de Controle:

Um motor (2) adequado para aplicação do aparelho de controle na presente modalidade será descrito a seguir. Na descrição do motor (2) a seguir não se repetirá a mesma descrição do motor (1).

Com referência às figuras 8 e 9, serão descritos a seguir os mapas que indicam uma razão de injeção de combustível entre o injetor em cilindro 110 e o injetor de tubulação de admissão 120, identificados como informações associadas a um estado de operação do motor 10. Os mapas são armazenados na memória ROM 320 da unidade ECU de motor 300. A figura 8 mostra o mapa para o estado quente do motor 10, e a figura 9 mostra o mapa para o estado frio do motor 10.

Ao se comparar as figuras 8 e 9, as figuras se diferem das figuras 6 e 7, como segue: a "razão DI $r = 100\%$ " se mantém na região na qual a velocidade de motor do motor 10 é igual ou maior que NE(1) no mapa para o estado quente, e na região na qual a velocidade de motor é NE(3) ou maior no mapa para o estado frio. Além disso, exceto para a região de baixa velocidade, a "razão DI $r = 100\%$ " se mantém na região na qual o fator de

carga é KL(2) ou maior no mapa para o estado quente, e na região na qual o fator de carga é KL(4) ou maior no mapa para o estado frio. Isto significa que a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110 na região na qual a velocidade de motor está em um nível elevado predeterminado, e que a injeção de combustível é freqüentemente realizada usando-se apenas o injetor em cilindro 110 na região na qual a carga de motor se encontra em um nível elevado predeterminado. No entanto, na região de velocidade baixa e de alta carga, a misturação de uma mistura ar - combustível formada pelo combustível injetado a partir do injetor em cilindro 110 é pobre, e tal mistura ar - combustível não homogênea dentro da câmara de combustão pode resultar em uma combustão instável. Por conseguinte, a razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 é aumentada conforme a velocidade do motor aumenta quando tal problema é improvável de acontecer, enquanto a razão de injeção de combustível de injetor em cilindro 110 diminui conforme a carga de motor aumenta quando tal problema provavelmente vem a ocorrer. Estas mudanças na razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110, ou a razão DI_r, são mostradas por meio de setas cruzadas nas figuras 8 e 9. Desta maneira, a variação no torque de saída do motor atribuível à combustão instável pode ser suprimida. Nota-se que estas medidas são aproximadamente equivalentes às medidas para diminuir a razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 conforme o estado do motor se movimenta para a região de baixa velocidade predeterminada, ou para aumentar a razão de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 conforme o estado do motor se movimenta para a região de baixa carga predeterminada. Além disso, exceto para a região em questão (indicada pelas setas cruzadas das figuras 8 e 9), na região na qual a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110 (no lado de alta velocidade e no lado de baixa carga), uma mistura ar - combustível homogênea é prontamente obtida mesmo quando a injeção de combustível é feita usando-se apenas o injetor em cilindro 110. Neste caso, o combustível injetado a partir do injetor em cilindro 110 é atomizado dentro da câmara de combustão envolvendo o calor latente da vaporização (por meio

da absorção do calor da câmara de combustão). Por conseguinte, a temperatura da mistura ar - combustível diminui no lado de compressão, e, deste modo, o desempenho antidetonante melhora. Além disso, com a temperatura menor da câmara de combustão, aumenta a eficiência de admissão, resultando em uma alta saída de força.

5 No motor 10 descrito com referência às figuras 6 a 9, a combustão homogênea é obtida por meio da definição do tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 no tempo de admissão, enquanto a combustão de carga estratificada é obtida ao definir a mesma no tempo de compressão. Ou seja, quando o tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 é definido no tempo de compressão, uma mistura ar - combustível rica pode se localizar em torno da vela, de modo que uma mistura ar - combustível pobre na câmara de combustão como um todo seja queimada de modo a realizar a combustão de carga estratificada. Mesmo que o tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 seja definido no tempo de admissão, a combustão de carga estratificada pode ser feita quando é possível se localizar uma mistura ar - combustível rica localmente em torno da vela.

Conforme usado no presente documento, a combustão de carga estratificada inclui tanto a combustão de carga estratificada como a combustão de carga semi-estratificada. Na combustão de carga semi-estratificada, o injetor de tubulação de entrada 120 injeta o combustível no tempo de admissão a fim de gerar uma mistura ar - combustível pobre e homogênea em toda a câmara de combustão, e em seguida o injetor em cilindro 110 injeta combustível no tempo de compressão de modo a gerar uma mistura ar - combustível rica em torno da vela, de modo a aperfeiçoar o estado de combustão. Esta combustão de carga semi-estratificada é preferível na operação de aquecimento catalítico pelos seguintes motivos. Na operação de aquecimento catalítico, é necessário se retardar consideravelmente o tempo de ignição e manter o estado de combustão favorável (estado de marcha lenta) de modo a fazer com um gás de combustão de alta temperatura atinja o catalisador. Além disso, uma determinada quantidade de combustível precisa ser

suprida. Quando a combustão de carga estratificada é empregada para atender estas exigências, a quantidade do combustível será insuficiente. Com a combustão homogênea, a quantidade retardada com a finalidade de manter uma combustão favorável é pequena em comparação ao caso da combustão de carga estratificada. Por estes motivos, a combustão de carga estratificada acima descrita é de preferência empregada na operação de aquecimento catalítico, embora a combustão de carga estratificada ou a combustão de carga semi-estratificada possam ser empregadas.

Além disso, no motor descrito com referência às figuras 6 a 9, de preferência o injetor em cilindro 110 é sincronizado de modo a injetar combustível no tempo de compressão pelo seguinte motivo, embora no motor 10 descrito acima, o tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 é definido no tempo de entrada em uma região básica correspondente à quase toda região (aqui, a região básica se refere a uma região diferente da região na qual uma combustão de carga semi-estratificada é feita ao fazer com que o injetor de tubulação de admissão 120 injete o combustível no tempo de admissão e faça com que o injetor em cilindro 110 injete o combustível no tempo de compressão, que é conduzido apenas no estado de aquecimento catalítico). O tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110, no entanto, pode ser definido temporariamente no tempo de compressão com a finalidade de estabilizar a combustão, pelos seguintes motivos.

Quando o tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 é definido no tempo de compressão, a mistura ar - combustível é resfriada pelo combustível injetado enquanto a temperatura no cilindro é relativamente alta. Isto aumenta o efeito refrigerante e, deste modo, o desempenho antidetonante. Além disso, quando o tempo de injeção de combustível do injetor em cilindro 110 é definido no tempo de compressão, o tempo da injeção de combustível para a ignição é curto, o que garante uma forte penetração do combustível injetado, e, deste modo, a taxa de combustão aumenta. O aperfeiçoamento no desempenho antidetonante e o aumento da taxa de combustão podem impedir uma variação na combustão, e, conseqüente-

mente, a estabilidade da combustão é aperfeiçoada.

Observa-se que no fluxograma acima descrito, nas etapas S150 e S250, sempre que o fluxograma é executado, um tempo de ignição de referência pode ser calculado a partir do estado de operação do motor 10, e a
5 função g que corrige o tempo de ignição de referência por uma quantidade de avanço de centelha de estado frio pode ser usada de modo a calcular um tempo de ignição.

Além disso, independentemente da temperatura do motor 10 (isto é, tanto um estado quente como um estado frio), quando a marcha lenta
10 está inativa (isto é, quando o ponto morto está desligado, o pedal do acelerador é pressionado), o mapa da figura 6 ou da figura 8 para um estado quente pode ser usado. (Independente do estado frio ou quente, o injetor em cilindro 110 é usado para uma faixa de carga baixa).

Deve-se entender que as modalidades aqui apresentadas são
15 ilustrativas e de forma alguma restritivas. O âmbito da presente invenção é definido pelos termos das reivindicações, mais do que pela descrição acima, e pretende incluir quaisquer modificações dentro do âmbito e do sentido equivalente aos termos das reivindicações em apenso.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de controle (300) para um motor de combustão interna (10) tendo um primeiro mecanismo de injeção de combustível (110) que injeta combustível em um cilindro (112) e um segundo mecanismo de injeção de combustível (120) que injeta o combustível em uma tubulação de admissão (20), compreendendo:
- um controlador que controla os primeiro e segundo mecanismos de injeção de combustível (110, 120) de modo a compartilhar, respectivamente, o combustível de injeção em uma razão calculada com base em uma condição requerida para o motor de combustão interna (10), a razão incluindo a impossibilidade de um dos mecanismos de injeção de combustível (110, 120) injetar o combustível; e
 - um controlador de tempo de ignição que controla um dispositivo de ignição de modo a variar um tempo de ignição, em que o controlador de tempo de ignição controla o dispositivo de ignição com base em um tempo de ignição de referência do motor de combustão interna (10) determinado a partir da razão; e
 - um armazenador que armazena um tempo de ignição de referência, em que o tempo de ignição de referência é calculado com base na razão; **caracterizado por**
 - um controlador de tempo de ignição que emprega o tempo de ignição de referência para controlar um dispositivo de ignição para variar o tempo de ignição;
 - o armazenador armazena em uma forma de mapa o tempo de ignição de referência previamente calculado com base na razão; e em que
 - o armazenador armazena o tempo de ignição de referência dividido em um primeiro mapa aplicado quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (110) sozinho injeta o combustível, um segundo mapa aplicado quando o segundo mecanismo de injeção de combustível (120) sozinho injeta o combustível, e um terceiro mapa aplicado quando os primeiro e segundo mecanismos de injeção de combustível (110, 120) injetam o combustível.

2. Aparelho de controle (300), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover um avanço de centelha.

5 3. Aparelho de controle (300), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o segundo mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover um retardo de centelha.

4. Aparelho de controle (300), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o terceiro mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover avanço de centelha quando o primeiro mecanismo de injeção de combustível (110) é aumentado na razão.

10 5. Aparelho de controle (300), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o terceiro mapa provê o tempo de ignição de referência definido de modo a prover retardo de centelha quando o segundo mecanismo de injeção de combustível (120) é aumentado na razão.

15 6. Aparelho de controle (300), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro mecanismo de injeção de combustível (110) é um injetor em cilindro (112) e o segundo mecanismo de injeção de combustível (120) é um injetor de tubulação de admissão (20).

FIG. 1

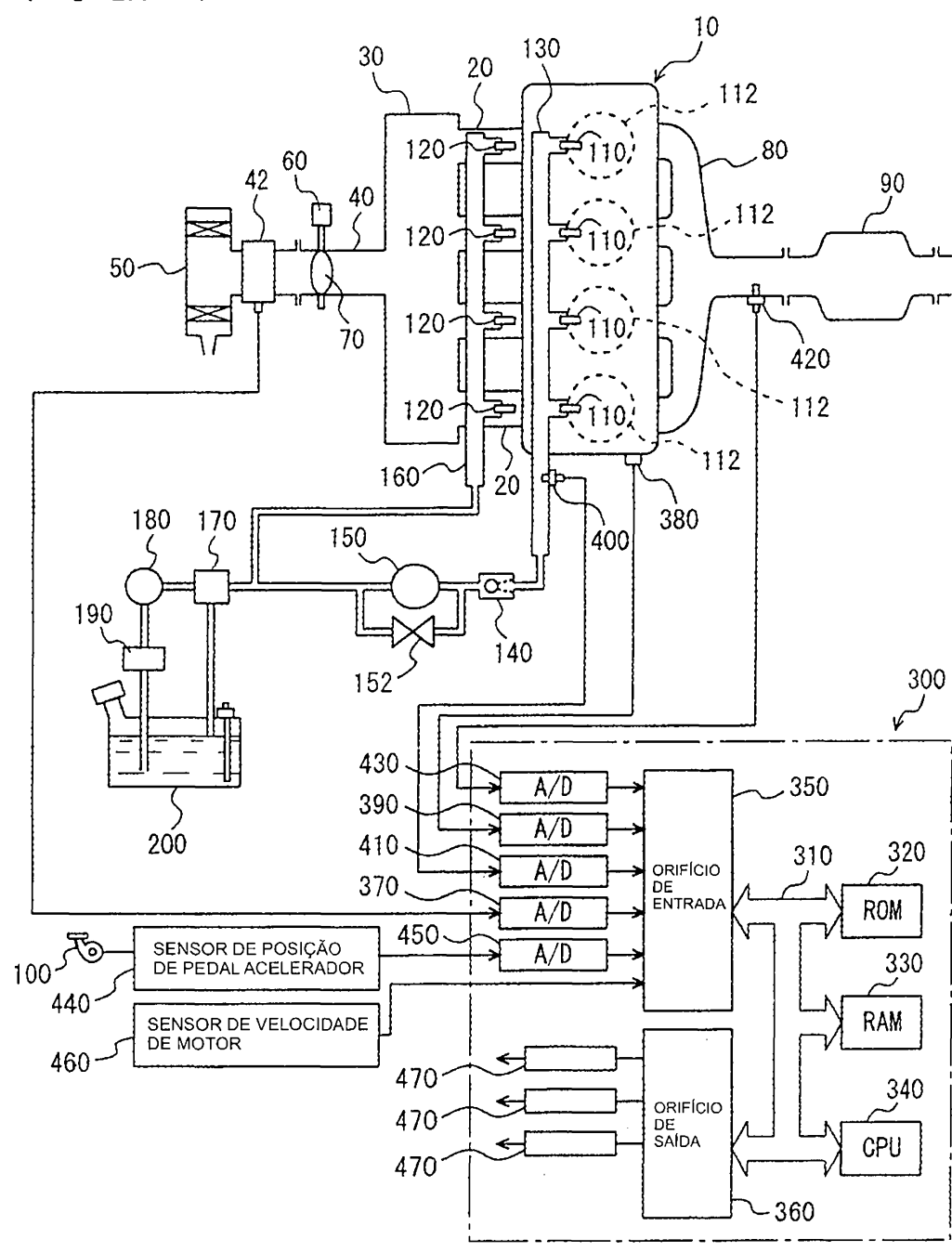


FIG. 2

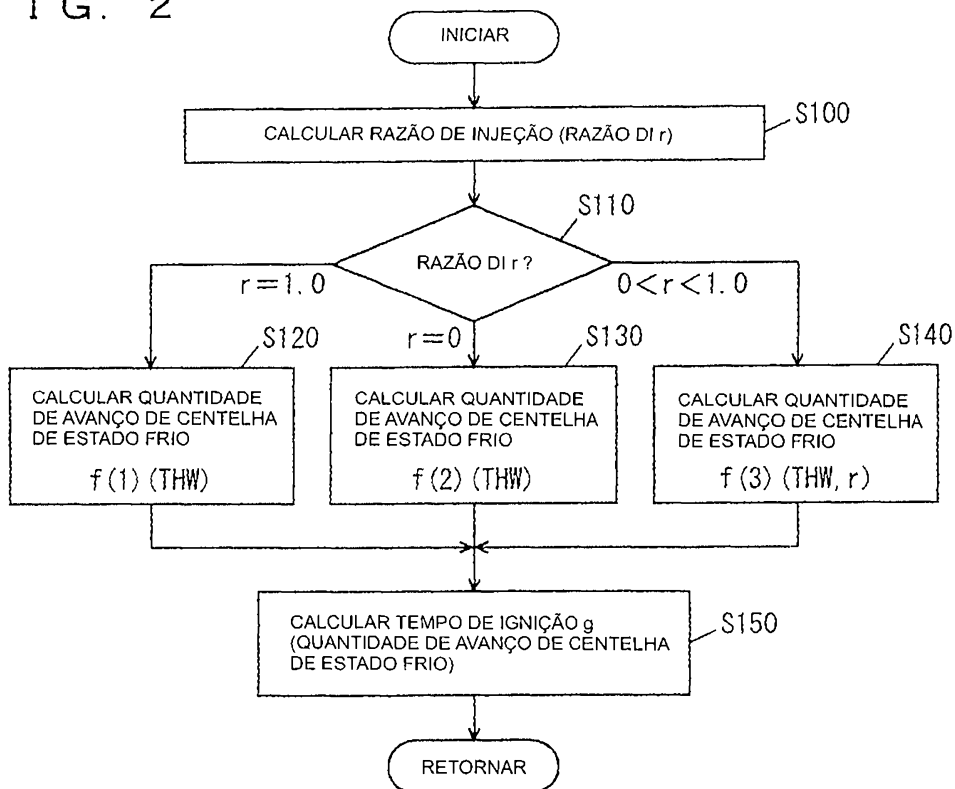


FIG. 3

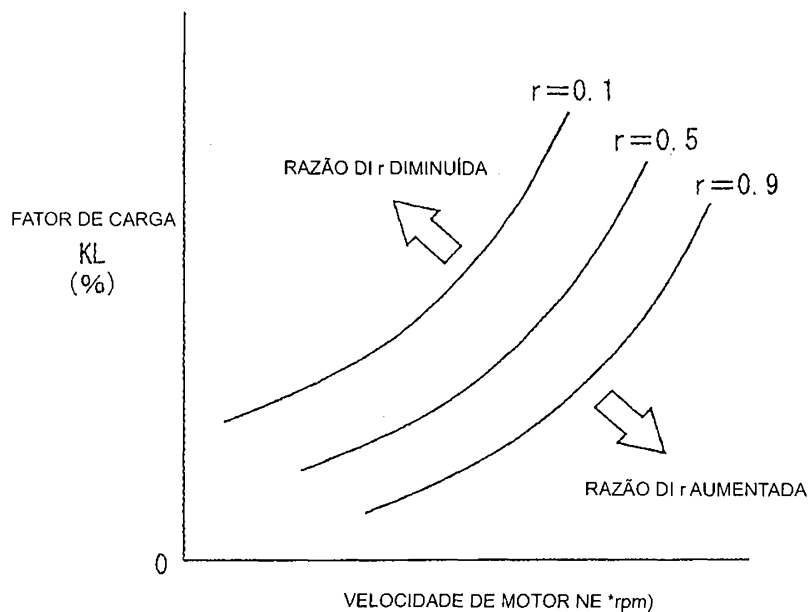


FIG. 4

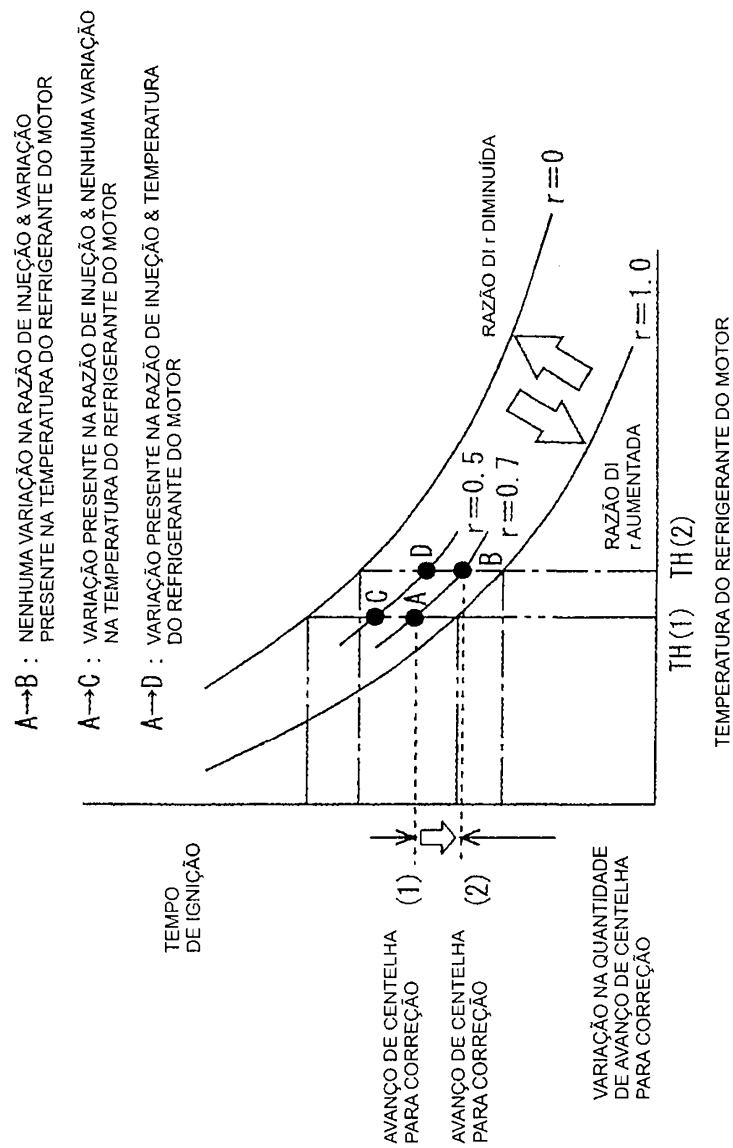


FIG. 5

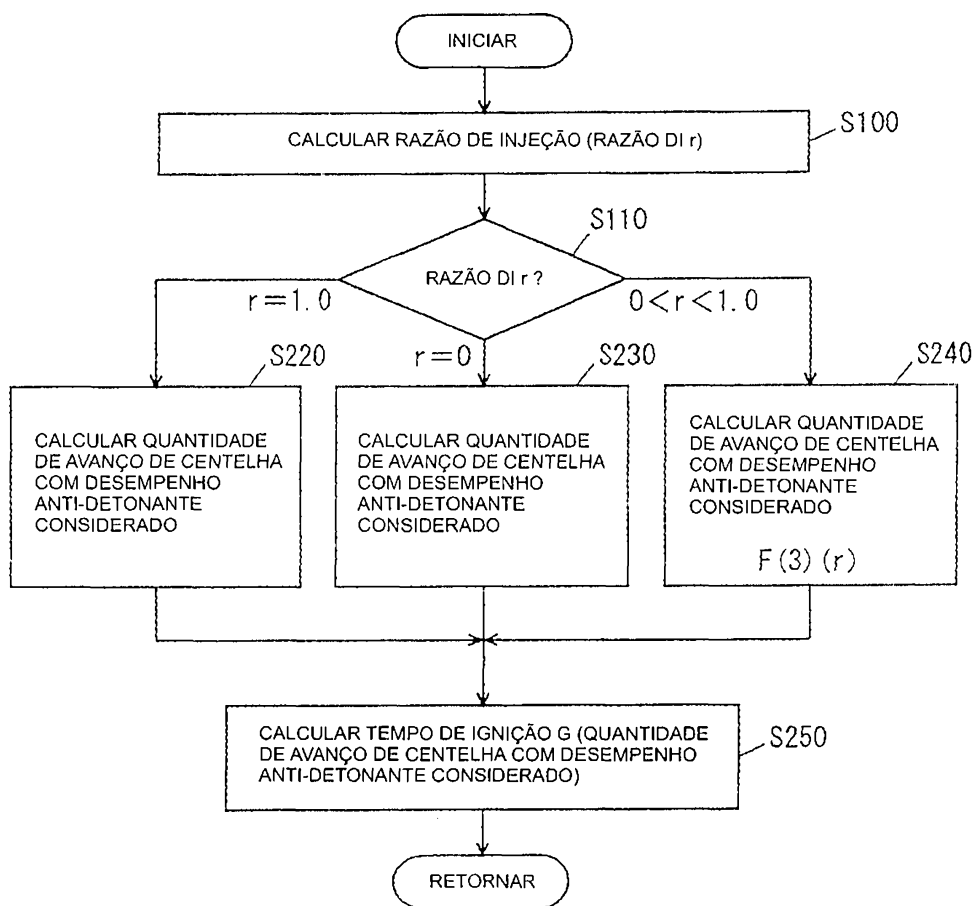


FIG. 6

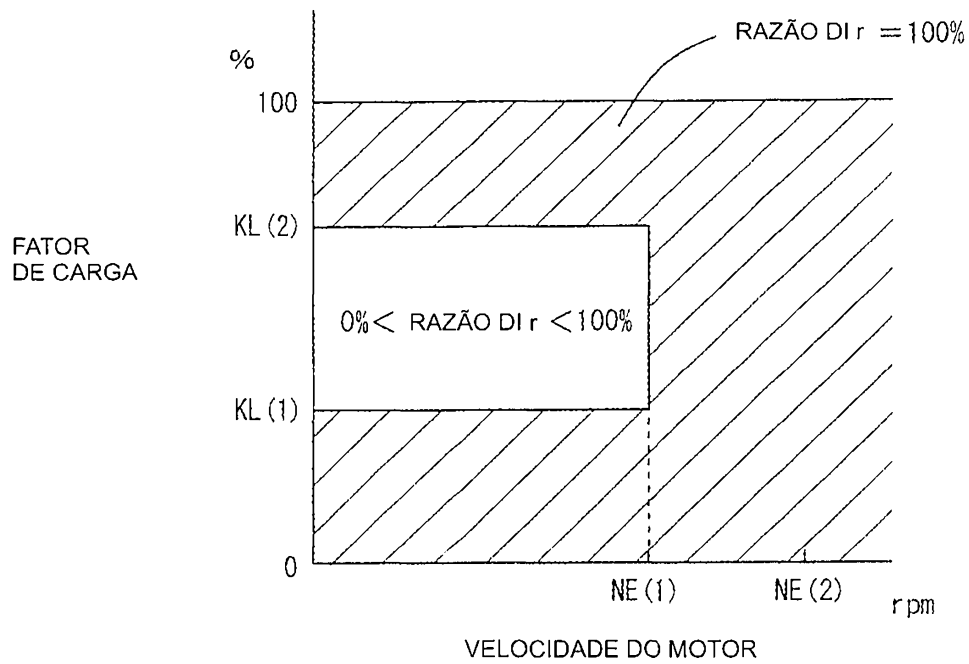
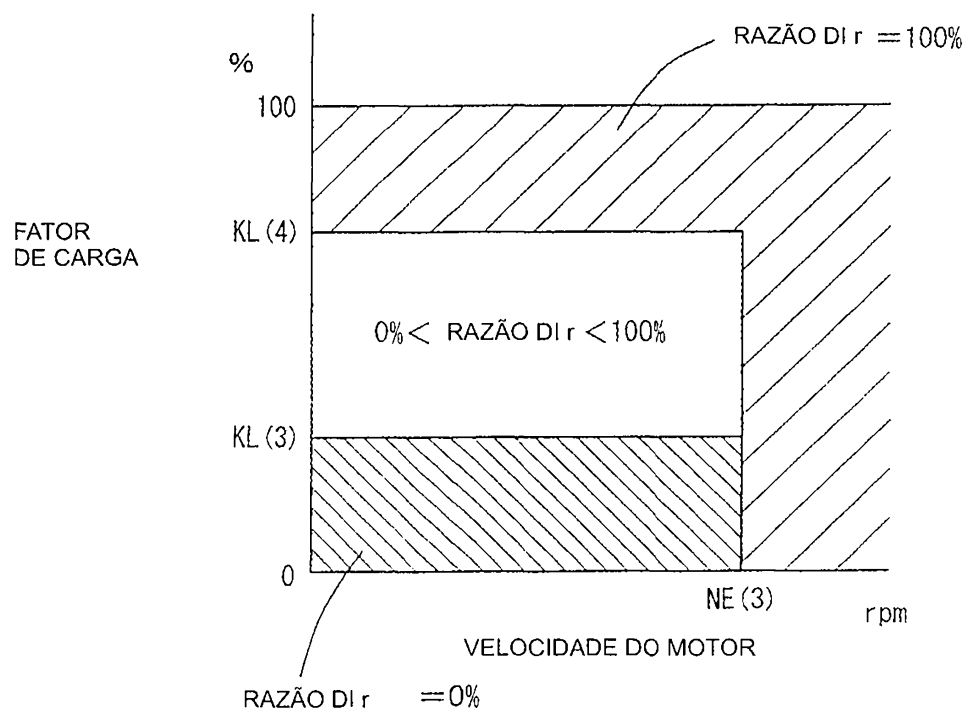


FIG. 7



FATOR
DE CARGA



FATOR
DE CARGA

