



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

(11) PI 0806810-0 B1



(22) Data do Depósito: 21/01/2008

(45) Data de Concessão: 13/11/2018

(54) Título: DISPOSITIVOS PARA CONTROLAR MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F02D 45/00; F02D 19/08; F02D 41/02; F02D 41/04; F02D 41/06; (...).

(30) Prioridade Unionista: 23/01/2007 JP 2007-012642.

(73) Titular(es): TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA; NIPPON SOKEN, INC..

(72) Inventor(es): YUUICHI KATO; HIROKI ICHINOSE; NAO MURASE; RIE OSAKI.

(86) Pedido PCT: PCT JP2008051141 de 21/01/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/090998 de 31/07/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/07/2009

(57) Resumo: DISPOSITIVO PARA CONTROLAR MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA A presente invenção refere-se a um dispositivo para controlar um motor de combustão interna, que usa, como o combustível, um combustível pesado, um combustível leve, um combustível de álcool e uma mistura deles, compreendendo um detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), capaz de detectar a razão de combustível pesado para combustível leve, e um detector de razão ar - combustível (41), para detectar a razão ar - combustível do gás de descarga, em que a quantidade de injeção de combustível é calculada com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve, de modo que a razão ar - combustível se torne uma razão ar - combustível-alvo. O detector de razão de combustível pesado/combustível leve é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível, enquanto a temperatura do motor está em uma região de temperaturas particular. O detector de razão de combustível pesado/combustível leve pode ser diagnosticado corretamente se está em uma condição anormal, mesmo quando um combustível misturado a álcool é usado.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVOS PARA CONTROLAR MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA"**.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo para controlar motores de combustão interna.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[002] Recentemente, álcool (em particular, álcool etílico) está chamando atenção como um combustível alternativo à gasolina, do ponto de vista de reduzir o risco público e eliminar o uso de recursos naturais. Em muitos casos, o álcool não é usado sozinho, mas é usado como um combustível misturado a álcool, produzido por mistura de álcool em gasolina, ou similares. A razão de álcool no combustível misturado a álcool não é sempre constante. Para controlar adequadamente um motor de combustão interna, o parâmetro de controle de motor para controlar a combustão interna, tal como a quantidade de injeção de combustível, deve ser alterado, dependendo da razão de álcool. Portanto, é necessário detectar a razão de álcool no caso no qual a propriedade do combustível tiver sido alterada, devido a reabastecimento.

[003] De acordo com a publicação de patente japonesa não-examinada JP-A-2003-120363, se o reabastecimento for detectado, a quantidade de injeção de combustível é temporariamente aumentada ou diminuída, e então a razão de álcool é estimada com base no comportamento da razão ar - combustível do gás de descarga. Se a razão de álcool aumentar, em particular, o grau de desvio na razão ar - combustível diminuir entre quando a quantidade de injeção de combustível é aumentada e quando a quantidade de injeção de combustível é diminuída. Portanto, no dispositivo descrito, uma diferença é detectada

entre a razão de ar - combustível de quando a quantidade de injeção de combustível é aumentada e a razão de ar - combustível de quando a quantidade de injeção de combustível é diminuída, e a razão de álcool é estimada com base na diferença.

[004] A gasolina, que é amplamente usada como combustível para motores de combustão interna, pode ser agrupada em um combustível leve, contendo componentes leves altamente voláteis em uma grande proporção, e um combustível pesado, contendo componentes pesados de baixa volatilidade em uma grande proporção. Para que o motor de combustão interna opere adequadamente, quando da partida, o motor deve ser controlado, dependendo da razão do combustível leve para o combustível pesado. Portanto, é necessário detectar a razão do combustível leve para combustível pesado no combustível. Até aqui, a razão tem sido detectada por uso de um detector de razão de combustível pesado/combustível leve, que detecta a razão do combustível leve e do combustível pesado no combustível.

[005] Quando o detector de razão de combustível pesado/combustível leve é usado, não há qualquer garantia de que o detector vai sempre operar adequadamente. Portanto, um dispositivo para diagnosticar a condição anormal do detector é necessário. Na partida do motor, a razão ar - combustível do gás de descarga varia, dependendo da razão do combustível leve para o combustível pesado, devido à diferença na volatilidade do combustível leve e do combustível pesado. Portanto, a razão acima pode ser estimada com base na razão ar - combustível do gás de descarga, e o detector pode ser diagnosticado se estiver em uma condição anormal, por comparação da razão estimada com a razão detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve.

[006] Além do combustível pesado e do combustível leve, no en-

tanto, o combustível misturado a álcool contém álcool como o combustível. A razão ar - combustível estequiométrica do álcool é mais baixa do que a razão ar - combustível estequiométrica da gasolina. Portanto, a razão ar - combustível do gás de descarga varia, dependendo não apenas da razão do combustível leve e do combustível pesado no combustível, mas também na razão de álcool no combustível. Quando o combustível misturado a álcool é usado, portanto, o método mencionado acima não é capaz de diagnosticar corretamente se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve está em uma condição anormal.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[007] É, portanto, um objeto da presente invenção proporcionar um dispositivo para controlar motores de combustão interna, que é capaz de diagnosticar corretamente um detector de razão de combustível pesado/combustível leve, se este estiver em uma condição anormal, mesmo quando um combustível misturado a álcool for usado.

[008] Como um meio para solucionar os problemas mencionados acima, a presente invenção proporciona um dispositivo para controlar um motor de combustão interna, como descrito nas reivindicações.

[009] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo para controlar um motor de combustão interna, que usa, como o combustível, um combustível pesado, um combustível leve, um combustível de álcool e uma mistura deles, compreendendo um detector de razão de combustível pesado/combustível leve, capaz de detectar a razão do combustível pesado para o combustível leve, e um detector de razão ar - combustível para detectar a razão ar - combustível do gás de descarga, em que a quantidade de injeção de combustível é calculada com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve, de modo que a razão ar - combustível se torna uma razão ar - combustível-alvo, e em que o detector de razão

de combustível pesado/combustível leve é diagnosticado se estiver em uma condição anormal, com base em uma diferença entre o razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível, enquanto a temperatura do motor estiver em uma região de temperaturas particular.

[0010] A região de temperaturas particular é uma região de temperaturas na qual a quantidade de injeção de combustível, necessária para colocar a razão ar - combustível ideal na razão ar - combustível-alvo, vai meramente variar independentemente se álcool está contido no combustível, a despeito de uma diferença nas taxas de evaporação entre o combustível pesado, o combustível leve e o combustível álcool.

[0011] De acordo com essa concretização, a condição anormal é diagnosticada com base em uma diferença na razão ar - combustível na região de temperaturas particular e, portanto, o detector de razão de combustível pesado/combustível leve pode ser detectado corretamente, se estiver em uma condição anormal, independentemente se álcool está contido. Portanto, o detector de razão de combustível pesado/combustível leve pode ser diagnosticado corretamente se estiver em uma condição anormal, mesmo quando combustível misturado a álcool for usado.

[0012] De acordo com um segundo aspecto da invenção, proporciona-se o dispositivo compreendendo ainda um detector de razão de álcool, capaz de detectar a razão de álcool no combustível, em que o dispositivo de controle calcula a quantidade de injeção de combustível com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve, bem como no detector de razão de álcool, de modo que a razão ar - combustível se torne a razão ar - combustível-alvo, e em que o detector de razão de álcool é diagnosticado se estiver em uma condição anormal, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar

- combustível, enquanto a temperatura do motor está fora da região de temperaturas particular.

[0013] De acordo com um terceiro aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo no qual, quando a razão ar - combustível, detectada pelo detector de razão ar - combustível, for mais pobre do que a razão ar - combustível-alvo, enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível pesado para combustível leve é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível pesado para combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve, e quando a razão ar - combustível, detectada pelo detector de razão ar - combustível, for mais rica do que a razão ar - combustível-alvo, enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível leve para combustível pesado é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível leve para combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve.

[0014] De acordo com um quarto aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo no qual a quantidade calculada de injeção de combustível é corrigida com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível, enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, e em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível, enquanto a temperatura do motor estiver fora da região de temperaturas particular.

[0015] De acordo com um quinto aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo, que compreende ainda um dispositivo de julgamento de reabastecimento, para determinar se o combustível foi suprido, e julga-se se o detector de razão de combustível pesa-

do/combustível leve está na condição anormal apenas quando o dispositivo de julgamento de reabastecimento tiver julgado que o combustível foi suprido.

[0016] De acordo com um sexto aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo para controlar um motor de combustão interna, que usa, como o combustível, um combustível pesado, um combustível leve, um combustível de álcool e uma mistura deles, compreendendo um detector de razão de combustível pesado/combustível leve, capaz de detectar a razão de combustível pesado para combustível leve, em que o ponto de ignição é controlado de modo que a velocidade rotativa do motor atinja uma velocidade rotativa-alvo, e em que um ponto de ignição estimado, no qual o ponto de ignição é estimado para chegar, é calculado com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve, e o detector de razão de combustível pesado/combustível leve é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base em uma diferença entre o ponto de ignição estimado e o ponto de ignição ideal, enquanto a temperatura do motor está em uma região de temperaturas particular.

[0017] De acordo com um sétimo aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo, que compreende ainda um detector de razão de álcool, capaz de detectar a razão de álcool no combustível, em que o dispositivo de controle calcula o ponto de ignição estimado, no qual o ponto de ignição é estimado para chegar, com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve, bem como no detector de razão de álcool, e em que o detector de razão de álcool é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base em uma diferença entre o ponto de ignição estimado e o ponto de ignição ideal, enquanto a temperatura do motor está fora da região de temperaturas particular.

[0018] De acordo com um oitavo aspecto da invenção, proporciona-se um dispositivo em que quando o ponto de ignição ideal está no

lado avançado do ponto de ignição estimado, enquanto a temperatura do motor está na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível pesado para combustível leve é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível pesado para combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve, e quando o ponto de ignição ideal está no lado retardado do ponto de ignição estimado, enquanto a temperatura do motor está na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível leve para combustível pesado é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível leve para combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve.

[0019] A invenção vai ser entendida mais completamente da descrição apresentada a seguir das concretizações preferidas da invenção, em conjunto com os desenhos em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0020] A Figura 1 é uma vista ilustrando esquematicamente um motor de combustão interna, no qual um dispositivo de controle da invenção pode ser montado.

[0021] A Figura 2 é um diagrama ilustrando as relações entre a temperatura da água de resfriamento e a taxa de evaporação relativas a um combustível sem álcool e a um combustível misturado a álcool.

[0022] A Figura 3 é um diagrama ilustrando as relações entre a temperatura da água de resfriamento e a taxa de evaporação relativas a vários tipos de combustíveis.

[0023] As Figuras 4A a 4C são diagramas ilustrando as relações entre a propriedade do combustível e a razão ar - combustível do gás de descarga em várias regiões de temperaturas.

[0024] A Figura 5 ilustra uma parte de um fluxograma de uma rotina de controle para diagnosticar um detector de razão de combustível pesado/combustível leve e um detector de razão de álcool, se estão

em uma condição anormal.

[0025] A Figura 6 ilustra uma outra parte do fluxograma da rotina de controle para diagnosticar o detector de razão de combustível pesado/combustível leve e o detector de razão de álcool, se estão em uma condição anormal.

[0026] As Figuras 7A a 7C são diagramas ilustrando as relações entre a propriedade do combustível e o ponto de ignição, em várias regiões de temperatura.

DESCRIÇÃO DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

[0027] Uma concretização da presente invenção vai ser descrita a seguir em detalhes, com referência aos desenhos.

[0028] A Figura 1 ilustra um caso de quando um dispositivo de controle, de acordo com uma primeira concretização da presente invenção, é aplicado a um motor de combustão interna do tipo de ignição por centelha de injeção direta.

[0029] Com referência à Figura 1, o número de referência 1 denota um corpo de motor, 2 denota uma câmara de combustível de cada cilindro, 3 denota uma vela de ignição para inflamar o combustível em cada câmara de combustível 2, 4 denota uma derivação de admissão, e 5 denota uma derivação de descarga. A derivação de admissão 4 é acoplada à saída de um compressor 7a de um turbocompressor de descarga 7 por um tubo de admissão 6, e a entrada do compressor 7a é acoplada a um purificador de ar 8. Uma válvula de borboleta 9, acionada por um motor escalonador, é disposta no tubo de admissão 6, e um dispositivo de resfriamento 10 é disposto circundando o tubo de admissão 6, para resfriar o ar de admissão escoando pelo tubo de admissão 6. Na concretização mostrada na Figura 1, a água de resfriamento do motor é introduzida no dispositivo de revestimento 10, e o ar de admissão é resfriado pela água de resfriamento do motor. Por outro lado, a derivação de descarga 5 é acoplada à entrada de uma

turbina de descarga 7b do turbocompressor de descarga 7, e a saída da turbina de descarga 7b é acoplada a um invólucro 12, que aloja um catalisador para purificação de gás de descarga 11.

[0030] A derivação de descarga 5 e a derivação de admissão 4 são acopladas conjuntamente por meio de uma passagem de recirculação de gás de descarga (referida a seguir como EGR) 13, e uma válvula de controle de EGR controlada eletronicamente 14 é disposta na passagem de EGR 13. Um dispositivo de resfriamento de EGR 15 é disposta circundando a passagem de EGR 13, para resfriar o gás de EGR, que escoar pela passagem de EGR 13. Na concretização mostrada na Figura 1, a água de resfriamento do motor é introduzida no dispositivo de resfriamento 15, e o gás de EGR é resfriado pela água de resfriamento do motor.

[0031] Um injetor de combustível controlado eletronicamente 16 é proporcionado em cada orifício de admissão, em comunicação com cada câmara de combustão 2, para injetar o combustível no orifício de admissão, cada injetor de combustível 16 sendo acoplado a um tubo de transferência 17. O tubo de transferência 17 é acoplado a um tanque de combustível 20 por meio de um tubo de combustível 18 e uma bomba de combustível 19. Uma abertura de combustível do tanque de combustível 20 é dotada com uma tampa do tanque de combustível 21. A bomba de combustível 19 alimenta o combustível do tanque de combustível 20 para o tubo de transferência 17, e o combustível alimentado no tubo de transferência 17 é, então, alimentado aos injetores de combustível 16. Na descrição apresentada a seguir, o ar contendo o gás de EGR é simplesmente referido como ar.

[0032] Uma unidade de controle eletrônico 30 compreende uma ROM (memória exclusiva de leitura) 32, uma RAM (memória de acesso aleatório) 33, uma CPU (microprocessador) 34, uma porta de entrada 35 e uma porta de saída 36, que são conectadas entre si por um

barramento bidirecional 31. Os detectores de propriedades dos combustíveis 39 e 40 são presos no tubo de transferência 17, para detectar as propriedades do combustível no tubo de transferência 17, um detector de razão ar - combustível 41 é preso na derivação de descarga 5, para detectar a razão ar - combustível do gás de descarga, que passa pela derivação de descarga 5, e um detector de temperatura 42 é preso no catalisador de purificação do gás de descarga 11, para detectar a temperatura do catalisador de purificação do gás de descarga 11. Os sinais de saída dos detectores de propriedades dos combustíveis 39, 40, do detector de razão ar - combustível 41 e do detector de temperatura 42 são introduzidos na porta de entrada 35, pelos conversores AD 37 correspondentes. Além disso, um indicador do nível de combustível 43 é preso no tanque de combustível 20, para detectar a quantidade de combustível no tanque de combustível 20, e um detector de abertura/fechamento 44 é preso na abertura de combustível do tanque de combustível 20, para detectar se a tampa do tanque de combustível 21 está aberta. Os sinais de saída do indicador do nível de combustível 43 e do detector de abertura/fechamento 44 são introduzidos na porta de entrada 35 pelos conversores AD 37 correspondentes.

[0033] Além do mais, um detector de carga 46 é conectado ao pedal do acelerador 45, para gerar uma voltagem de saída em proporção ao grau de empurrão para baixo do pedal do acelerador 45, e a voltagem de saída do detector de carga 46 é introduzida na porta de entrada 35 por um conversor AD 37 correspondente. Ao orifício de entrada 35 conecta-se ainda um detector de ângulo de manivela 47, que gera um pulso de saída para cada revolução do eixo de manivela por, por exemplo, 15°. O detector de ângulo de manivela 47 detecta a velocidade rotativa do motor. O orifício de saída 36, por outro lado, é conectado aos injetores de combustível 16, motor escalonador para aciona-

mento da válvula de borboleta 9, válvula de controle de EGR 15 e bomba de combustível 19 pelos circuitos de acionamento 38.

[0034] O motor de combustão interna da presente invenção usa um combustível misto de gasolina e álcool (referido a seguir como "combustível misturado a álcool"), como o combustível a ser alimentado às câmaras de combustão 2. Como é bem-conhecido, a gasolina pode ser agrupada em um combustível leve, contendo componentes altamente voláteis em grande proporção, e um combustível pesado, contendo componentes de baixa volatilidade em grande proporção. O combustível alimentado às câmaras de combustão 2 contém o combustível leve e o combustível pesado a uma razão arbitrária, que são misturados conjuntamente.

[0035] Se a temperatura do motor (por exemplo, a temperatura da água de resfriamento do motor, a temperatura do óleo, a temperatura do combustível; a seguir, a temperatura da água de resfriamento é referida) não for mais baixa do que uma temperatura predeterminada, ambos o combustível leve e o combustível pesado evaporam facilmente. Portanto, mesmo quando qualquer combustível é usado, o desempenho (por exemplo, torque, etc.) produzido pelo motor de combustão interna não é diminuído. No entanto, se a temperatura da água de resfriamento do motor não for mais alta do que a temperatura predeterminada, o combustível leve evapora facilmente, enquanto o combustível pesado não evapora facilmente. Portanto, ainda que a quantidade de injeção de combustível for igual, o combustível pesado se deposita mais facilmente nas superfícies das paredes dos orifícios de entrada e nas superfícies das paredes dos cilindros do que o combustível leve. Portanto, uma menor quantidade de combustível contribui substancialmente para a combustão nas câmaras de combustão 2.

[0036] Quando o combustível pesado é usado, portanto, a quantidade de alimentação do combustível nas câmaras de combustão fica

menor do que uma quantidade-alvo, na partida fria do motor de combustão interna, e, desse modo, a razão ar - combustível tende a aumentar (fica pobre), ainda que possa variar dependendo da quantidade de combustível que tiver sido ajustada. Ao contrário, quando o combustível leve é usado, a quantidade de alimentação do combustível nas câmaras de combustão fica maior do que a quantidade-alvo, na partida fria do motor de combustão interna, e, desse modo, a razão ar - combustível tende a diminuir (fica rica). Qualquer um dos casos pode ser uma causa para um desempenho de partida pobre, um consumo de combustível pobre, uma falta de torque e emissão de descarga deteriorada. Para impedir que isso ocorra, é necessário detectar a razão do combustível pesado para combustível leve no combustível (referida a seguir como "razão de combustível pesado/combustível leve").

[0037] Nessa concretização, o detector de propriedades do combustível (detector de razão de combustível pesado/combustível leve) 39, preso no tubo de transferência 17, detecta a razão de combustível pesado/ combustível leve do combustível no tubo de transferência 17, isto é, do combustível alimentado às câmaras de combustão 2. O detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 é um detector para estimar a razão de combustível pesado/combustível leve, com base na densidade do combustível, que é calculada por detecção do índice de refração do combustível no tubo de transferência 17.

[0038] O álcool gera menos calor e estabelece uma razão ar - combustível estequiométrica menor do que aquela da gasolina. Portanto, no caso no qual o ar alimentado à câmara de combustão é igual, o combustível misturado a álcool deve ser, usualmente, alimentado às câmaras de combustão 2 em uma quantidade maior do que a quantidade de gasolina, dependendo da razão de álcool contido no combustível (a seguir referida como "razão de álcool"). Para determinar uma quantidade adequada de combustível, que vai ser alimentada às câ-

maras de combustão 2, a razão de álcool no combustível deve ser detectada.

[0039] Nessa concretização, o detector de propriedades do combustível (detector de razão de álcool) 40, preso no tubo de transferência 17, detecta a razão de álcool do combustível no tubo de transferência 17, isto é, do combustível alimentado às câmaras de combustão 2. O detector de razão de álcool 40 pode ser um detector do tipo óptico, que utiliza uma variação no índice de refração, devido ao álcool que é misturado, ou pode ser um detector do tipo capacidade eletrostática, que utiliza as diferenças na constante dielétrica e na resistência entre o álcool e a gasolina.

[0040] Nessa concretização, como descrito acima, o motor de combustão interna é controlado com base na razão de combustível pesado/ combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39, e na razão de álcool, detectada pelo detector de razão de álcool 40. Na partida do motor, por exemplo, o combustível leve evapora mais facilmente, e, desse modo, a quantidade de injeção de combustível diminui na medida em que a razão de combustível leve para combustível pesado aumenta. Além disso, o álcool estabelece uma baixa razão ar - combustível estequiométrica, e, desse modo, a quantidade de injeção de combustível aumenta na medida em que a razão de álcool aumenta.

[0041] No motor de combustão interna assim constituído, se a razão de combustível pesado/combustível leve ou a razão de álcool não puder ser detectada corretamente, devido à condição anormal nos detectores de propriedades do combustível 39 e 40, então o combustível não pode ser injetado adequadamente dos injetores de combustível 16, e a condição operacional do motor de combustão interna perde estabilidade. Para impedir que isso ocorra, é necessário diagnosticar se os detectores de propriedades do combustível 39 e 40 estão ope-

rando adequadamente, isto é, é necessário diagnosticar se os detectores de propriedades do combustível 39 e 40 estão em uma condição anormal.

[0042] Os detectores de propriedades de combustíveis 39 e 40 podem ser diagnosticados se estão em uma condição anormal, por, por exemplo, utilização da razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41. As diagnoses do detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 vão ser descritas a seguir como um exemplo. No caso no qual o detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39 está em uma condição anormal e detecta a razão de combustível pesado como sendo mais alta do que a razão ideal do combustível pesado, a razão ar - combustível do gás de descarga fica mais rica do que a razão ar - combustível-alvo, na partida do motor, se o motor de combustão interna for controlado com base na razão do combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39. Ao contrário, no caso no qual o detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39 detecta a razão do combustível pesado como sendo mais baixa do que a razão ideal do combustível pesado, a razão ar - combustível do gás de descarga fica mais pobre do que a razão ar - combustível-alvo, na partida do motor, se o motor de combustão interna for controlado com base na razão do combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39. Portanto, a razão detectada do combustível pesado fica mais alta do que a razão ideal, se a razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, for mais rica do que a razão ar - combustível-alvo, e a razão detectada do combustível pesado fica mais baixa do que a razão ideal se a razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, ficar mais pobre do que a razão ar - combustível-alvo. Em

qualquer um dos casos, a razão do combustível pesado não for detectada corretamente pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, e o detector 39 pode ser diagnosticado como em uma condição anormal.

[0043] No entanto, o combustível misturado a álcool contém álcool além do combustível pesado e do combustível leve, e se o detector de razão de álcool 40 estiver em uma condição anormal e detectar a razão de álcool diferente da razão de álcool ideal, então a razão ar - combustível, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, é também diferente da razão ar - combustível-alvo. Portanto, ainda que a razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, seja diferente da razão ar - combustível ideal, não se pode decidir se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal ou o detector de razão de álcool 40 está em uma condição anormal.

[0044] As características de evaporação do combustível do combustível misturado a álcool variam próximo ao ponto de ebulição do álcool (78,3°C no caso de etanol). A Figura 2 é um diagrama ilustrando as relações entre a temperatura da água de resfriamento e a taxa de evaporação relativa a um combustível sem álcool e a um combustível misturado a álcool, em que uma linha sólida representa o combustível sem álcool e uma linha tracejada representa o combustível misturado a álcool. Como mostrado na Figura 2, o combustível misturado a álcool tem uma taxa de evaporação mais alta do que o combustível sem álcool, por toda a região de temperaturas, e tem uma taxa de evaporação particularmente alta em uma região de temperaturas C na Figura 2.

[0045] Como descrito acima, a taxa de evaporação do combustível difere entre o combustível misturado a álcool e o combustível sem álcool, dependendo da temperatura da água de resfriamento. Portanto, a

quantidade de injeção de combustível necessária para colocar a razão ar - combustível na razão ar - combustível-alvo também varia, dependendo da temperatura da água de resfriamento. A Figura 3 é um diagrama ilustrando a relação entre a quantidade de injeção de combustível, necessária para colocar a razão ar - combustível na razão ar - combustível-alvo, e a temperatura da água de resfriamento, considerando os vários tipos de combustíveis, em que as linhas sólidas representam a relação de combustíveis não contendo álcool, isto é, a relação quando o combustível pesado e o combustível leve são usados, e as linhas tracejadas representam a relação quando combustíveis misturados a álcool são usados, isto é, a relação de um combustível misto contendo combustível pesado e álcool, e um combustível misto contendo combustível leve e álcool. Nessa concretização, a quantidade de injeção de combustível é ajustada dependente dos valores de saída do detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e do detector de razão de álcool 40, e com base no mapa apresentado na Figura 3.

[0046] Como vai ser entendido da Figura 3, em qualquer um dos casos do combustível misto de combustível pesado e álcool ou do combustível misto de combustível leve e álcool, o combustível sem álcool é injetado em uma proporção maior do que aquela do combustível misturado a álcool, para colocar a razão ar - combustível na razão ar - combustível-alvo, se a temperatura da água de resfriamento for baixa (por exemplo, igual ou inferior a 0°C), isto é, se a temperatura da água de resfriamento estiver em uma região de temperaturas A. Isso é porque na região de temperaturas A, a taxa de evaporação do combustível misturado a álcool é quase que igual àquela do combustível sem álcool, e, além disso, o álcool estabelece uma baixa razão ar - combustível estequiométrica.

[0047] Se a temperatura da água de resfriamento estiver em uma

região de temperaturas B, que é mais alta do que a região de temperaturas A, o combustível misturado a álcool é injetado praticamente na mesma proporção que o combustível sem álcool, para colocar a razão ar - combustível na razão ar - combustível-alvo. Isso é porque na região de temperaturas B, a taxa de evaporação do combustível misturado a álcool é relativamente mais alta do que aquela do combustível sem álcool, e, além disso, o álcool estabelece uma baixa razão ar - combustível estequiométrica.

[0048] Além disso, se a temperatura da água de resfriamento estiver em uma região de temperaturas, que seja mais alta do que a região de temperaturas B mencionada acima e incluir o ponto de ebulição do álcool, isto é, uma região de temperaturas C na Figura 3, o combustível sem álcool é injetado em uma proporção menor do que a proporção do combustível misturado a álcool, para colocar a razão ar - combustível na razão ar - combustível-alvo. Isso é porque na região de temperaturas C, a taxa de evaporação do combustível misturado a álcool é mais alta do que aquela do combustível sem álcool, e, além disso, o álcool estabelece uma baixa razão ar - combustível estequiométrica.

[0049] Desse modo, a relação entre as razões ar - combustível do gás de descarga, quando o combustível misturado a álcool é usado e quando o combustível sem álcool, que é usado, difere, dependendo das regiões de temperatura da água de resfriamento. As Figuras 4A a 4C são diagramas ilustrando a relação entre a propriedade do combustível e a razão ar - combustível do gás de descarga, nas regiões de temperatura A, B e C, quando o combustível é injetado na mesma proporção.

[0050] Quando o combustível é injetado na mesma proporção, como mostrado nas Figuras 4A a 4C, a razão ar - combustível do gás de descarga fica pobre na medida em que a razão do combustível pe-

sado aumenta entre o combustível pesado e o combustível leve, independentemente da região de temperaturas da água de resfriamento. Se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas A, como mostrado na Figura 4A, a razão ar - combustível do gás de descarga fica pobre na medida em que a razão de álcool aumenta no combustível. Se a razão de combustível pesado/combustível leve do combustível for conhecida na região de temperaturas A, a razão de álcool no combustível pode ser estimada com base na razão ar - combustível do gás de descarga.

[0051] Se a temperatura da água de resfriamento for na região de temperaturas B, como mostrado na Figura 4B, a razão ar - combustível do gás de descarga não varia, a despeito de uma variação na razão de álcool no combustível. Na região de temperaturas B, é, portanto, possível estimar a razão de combustível pesado/combustível leve no combustível, com base na razão ar - combustível do gás de descarga, independentemente de se o álcool está ou não contido.

[0052] Se a temperatura da água de resfriamento for na região de temperaturas C, como mostrado na Figura 4C, a razão ar - combustível do gás de descarga fica rica, na medida em que a razão de álcool aumenta no combustível. Se a razão de combustível pesado/combustível leve do combustível for conhecida na região de temperaturas C, a razão de álcool no combustível pode ser estimada, com base na razão ar - combustível do gás de descarga.

[0053] Nessa concretização, portanto, se a temperatura da água de resfriamento for na região de temperaturas B, na partida do motor, a razão ar - combustível do gás de descarga é detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, e a razão de combustível pesado/combustível leve é estimada, com base na razão ar - combustível do gás de descarga que é detectada. Se a razão de combustível pesado/combustível leve estimada for aproximadamente igual à razão de

combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, pode-se, desse modo, decidir que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 não está em uma condição anormal. No entanto, se a razão de combustível pesado/combustível leve estimada for muito diferente da razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, determina-se que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal. Portanto, mesmo quando o combustível misturado a álcool é usado, é possível diagnosticar adequadamente se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal.

[0054] No caso no qual a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas B, se a razão de combustível pesado/combustível leve, estimada com base na razão ar - combustível do gás de descarga, for muito diferente da razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, é possível estimar um erro do detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 da diferença na razão de combustível pesado/combustível leve. Se determinar-se que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está na condição anormal, então a razão de combustível pesado/combustível leve, detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, pode ser corrigida com base em uma diferença entre a razão de combustível pesado/combustível leve estimada e a razão de combustível pesado/combustível leve detectada. Por utilização da razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, após corrigi-la, é, portanto, possível estimar a razão de combustível pesado/combustível leve ideal.

[0055] De acordo com essa concretização, após ter-se diagnosticado se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal, a razão ar - combustível do gás de descarga é detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, enquanto a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas C, e a razão de álcool é estimada com base na razão ar - combustível do gás de descarga, que é detectada pelo detector de razão ar - combustível 41.

[0056] O detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 já tinha sido diagnosticado, se estivesse em uma condição anormal. Isto é, se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 não tivesse decidido como estando em uma condição anormal, então a razão de combustível pesado/combustível leve, detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, representa a razão de combustível pesado/combustível leve ideal. Portanto, se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas C, o detector de razão de álcool 40 é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base na razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e na razão ar - combustível do gás de descarga detectada pelo detector de razão ar - combustível 41.

[0057] Se a razão de combustível pesado/combustível leve, detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, é $pro1$, como mostrado na Figura 4C, no caso quando a razão de álcool é, por exemplo, 0%, então a razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, fica $af1$. No entanto, nesse momento, se a razão ar - combustível do gás de descarga, detectada pelo detector de razão ar - combustível 41, não for $af1$, mas for, por exemplo, $af2$, então o detector de razão de

álcool 40 não está indicando corretamente o valor ideal. Portanto, nesse caso, o detector de razão de álcool nessa concretização é decidido como estando em uma condição anormal. Por conseguinte, mesmo quando o combustível pesado, o combustível leve e o combustível misturado a álcool são usados, possibilita-se diagnosticar adequadamente se o detector de razão de álcool está na condição anormal.

[0058] No caso no qual a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas C, se a razão de álcool estimada com base na razão ar - combustível do gás de descarga for bastante diferente da razão de álcool detectada pelo detector de razão de álcool 40, é possível estimar um erro do detector de razão de álcool 40 da diferença na razão de álcool. Se for decidido que o detector de razão de álcool 40 está em uma condição anormal, então a razão de álcool, detectada pelo detector de razão de álcool 40, pode ser corrigida com base em uma diferença, entre a razão de álcool estimada e a razão de álcool detectada. Portanto, por utilização da razão de álcool detectada pelo detector de razão de álcool 40, após corrigi-la, é possível estimar a razão de álcool ideal.

[0059] As Figuras 5 e 6 ilustram um fluxograma de uma rotina de controle para diagnosticar o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e o detector de razão de álcool 40, se estão em uma condição anormal. A rotina de controle, que é mostrada nas Figuras 5 e 6, é executada a intervalos de tempo regulares.

[0060] Com referência às Figuras 5 e 6, primeiro, a temperatura da água de resfriamento, a razão de combustível pesado/combustível leve e a razão de álcool são detectadas pelo detector de temperatura de água (não mostrado), que detecta a temperatura da água de resfriamento do motor, o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e o detector de razão de álcool 40, respectivamente, nas etapas S11 a S13. A seguir, na etapa S14, julga-se se a

tampa do tanque de combustível 21 está aberta, isto é, se o tanque de combustível 20 foi reabastecido, antes da partida do motor. Alternativamente, o reabastecimento pode ser julgado por um indicador do nível de combustível 43, baseando-se se a quantidade de combustível aumentou no tanque de combustível 20, entre quando o motor foi desligado pela última vez e quando o motor foi partido nesse momento.

[0061] Se julgar-se na etapa S14 que a tampa do tanque de combustível está aberta, isto é, o tanque de combustível 20 foi reabastecido, a rotina continua na etapa S15, na qual o indicador de diagnose de condição anormal Xdet é ajustado a 1. A rotina, depois, segue para a etapa S16. O indicador de diagnose de condição anormal Xdet é ajustado a 1, quando o controle de diagnóstico da condição anormal está sendo executado, e é ajustado a 0 quando o controle de diagnose da condição anormal termina. Se julgar-se na etapa S14 que o tanque de combustível 20 não foi reabastecido, a rotina segue para a etapa S17, na qual se julga se o indicador de diagnose de condição anormal Xdet é 1, isto é, se o controle de diagnose de condição anormal está sendo executado. Se julgar-se que o controle de diagnose de condição anormal estiver sendo executado ($Xdet = 1$), a rotina segue para a etapa S16. Por outro lado, se julgar-se na etapa S17 que o controle de diagnose da condição anormal terminou ($Xdet = 0$), a rotina de controle termina.

[0062] A seguir, nas etapas S16 e S18, julga-se se a temperatura da água de resfriamento thw, detectada pelo detector de temperatura da água, está situada entre thw1 e thw2, ou entre thw2 e thw3, isto é, se a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas B ou na região de temperaturas C. Se julgar-se nas etapas S16 e S18 que a temperatura da água de resfriamento não está nem na região de temperaturas B, nem na região de temperaturas C, a rotina de controle termina. Se julgar-se nas etapas S16 e S18 que a temperatu-

ra da água de resfriamento está na região de temperaturas B, a rotina segue para a etapa S19, na qual um indicador de diagnose de razão de combustível pesado/combustível leve Xgas está ajustado a 1. O indicador de diagnose de razão de combustível pesado/ combustível leve Xgas é ajustado a 1, quando a diagnose do detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 é executada, e é ajustado a 0, quando a diagnose dos dois detectores 39 e 40 tiver terminado.

[0063] A seguir, na etapa S20, julga-se se a razão ar - combustível do gás de descarga está na razão ar - combustível-alvo. Se julgar-se que a razão ar - combustível do gás de descarga não é a razão ar - combustível-alvo, a rotina segue para as etapas S21 e S22, nas quais se julga que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal, e um coeficiente de correção é calculado para a razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível do gás de descarga e a razão ar - combustível-alvo.

[0064] Por outro lado, se julgar-se nas etapas S16 e S18 que a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas C, a rotina segue para a etapa S23, na qual um indicador de diagnose de álcool Xa1 é ajustado a 1. O indicador de diagnose de álcool Xa1 é ajustado a 1, quando a diagnose do detector de razão de álcool 40 for executada, e é ajustado a 0 quando a diagnose dos dois detectores 39 e 40 tiver terminado.

[0065] A seguir, na etapa S24, julga-se se a razão ar - combustível do gás de descarga é a razão ar - combustível-alvo. Se julgar-se que a razão ar - combustível do gás de descarga não for a razão ar - combustível-alvo, a rotina segue para as etapas S25 e S26, nas quais se julga que o detector de razão de álcool 40 está em uma condição anormal, e um coeficiente de correção é calculado para a razão de ál-

cool detectada pelo detector de razão de álcool 40, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível do gás de descarga e a razão ar - combustível-alvo.

[0066] A seguir, na etapa S27, julga-se se o indicador de diagnose de razão de combustível pesado/combustível leve X_{gas} e o indicador de diagnose de álcool X_{a1} são ambos 1. Se julgar-se que pelo menos um deles não é 1, isto é, a diagnose do detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39 ou do detector de razão de álcool 40 não tiver sido terminada, então a rotina de controle termina. Por outro lado, se julgar-se que ambos os indicadores são 1, isto é, se a diagnose dos dois detectores 39 e 40 tiver terminado, a rotina segue para a etapa S28. Na etapa S28, o indicador de diagnose de condição anormal X_{dat} é ajustado a 0, e o indicador de diagnose de razão de combustível pesado/combustível leve X_{gas} e o indicador de diagnose de álcool X_{a1} são ajustados a 0, e então a rotina de controle termina.

[0067] A seguir, descreve-se abaixo uma segunda concretização da presente invenção. Na concretização acima, os detectores de propriedades de combustíveis 39 e 40 foram diagnosticados se estavam em uma condição anormal, com base na razão ar - combustível do gás de descarga detectada pelo detector de razão ar - combustível 41. Nessa concretização, no entanto, os detectores de propriedades de combustíveis 39 e 40 são diagnosticados se estão em uma condição anormal, com base no ponto de ignição da vela de ignição 3.

[0068] No motor de combustão interna desta concretização, o ponto de ignição é avançado ou retardado, de modo que a velocidade rotativa do motor atinja uma velocidade rotativa-alvo, na partida do motor. Isto é, o ponto de ignição é avançado quando a velocidade rotativa do motor é mais baixa do que a velocidade rotativa-alvo, ou quando a taxa de aumento da velocidade rotativa do motor é lenta. O ponto de ignição, por outro lado, é retardado quando a velocidade rotativa do

motor é mais alta do que a velocidade rotativa do motor, ou quando a taxa de aumento da velocidade rotativa do motor é alta.

[0069] A taxa de evaporação do combustível misturado a álcool difere daquela do combustível sem álcool, dependendo da temperatura da água de resfriamento, como descrito acima com referência à Figura 3. Portanto, o ponto de ignição para colocar a velocidade rotativa do motor na velocidade rotativa do motor-alvo varia, dependendo da temperatura da água de resfriamento. Nesse caso, a relação entre o ponto de ignição, para colocar a velocidade rotativa do motor na velocidade rotativa do motor-alvo e a temperatura da água de resfriamento é similar àquela mostrada na Figura 3.

[0070] As Figuras 7A, 7B e 7C são diagramas ilustrando as relações entre a propriedade do combustível e o ponto de ignição nas regiões de temperaturas A, B e C, quando a velocidade rotativa do motor é mantida a mesma. Como mostrado nas Figuras 7A a 7C, se a velocidade rotativa do motor se mantém igual, o ponto de ignição é avançado na medida em que a razão de combustível pesado aumenta entre o combustível pesado e o combustível leve, independentemente da região de temperaturas da água de resfriamento. Isso é porque na medida em que a razão do combustível pesado aumenta, a taxa de evaporação do combustível diminui e, desse modo, a proporção de combustível que contribui para a combustão diminui.

[0071] Se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas A, o ponto de ignição é avançado na medida em que a razão de álcool aumenta, como mostrado na Figura 7A. Portanto, na região de temperaturas A, se a razão de combustível pesado/combustível leve no combustível for conhecida, a razão de álcool no combustível pode ser estimada, com base no ponto de ignição.

[0072] Se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas B, o ponto de ignição não varia, mesmo se a razão de

álcool no combustível tiver mudado, como mostrado na Figura 7B. Portanto, na região de temperaturas B, a razão de combustível pesado/combustível leve pode ser estimada, com base no ponto de ignição, independentemente de se o álcool está contido.

[0073] Se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas C, o ponto de ignição é retardado na medida em que a razão de álcool no combustível aumenta, como mostrado na Figura 7C. Se a razão de combustível pesado/combustível leve no combustível for conhecida na região de temperaturas C, portanto, a razão de álcool no combustível pode ser estimada com base no ponto de ignição.

[0074] De acordo com a segunda concretização, portanto, o ponto de ignição da vela de ignição 3 é obtido quando a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas B, na partida do motor, e a razão de combustível pesado/combustível leve é estimada com base no ponto de ignição que é obtido. Se a razão de combustível pesado/combustível leve estimada for quase que a mesma da razão de combustível pesado/ combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39, julga-se que o detector de razão de combustível pesado/ combustível leve 39 não está em uma condição anormal. Se a razão de combustível pesado/combustível leve estimada for muito diferente da razão de combustível pesado/combustível leve detectada, julga-se que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal. Desse modo, é possível diagnosticar adequadamente se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 está em uma condição anormal, mesmo quando combustível misturado a álcool é usado.

[0075] Se a razão de combustível pesado/combustível leve estimada, com base no ponto de ignição, for muito diferente da razão de

combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39, enquanto a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas B, então o erro do detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 pode ser estimado da diferença na razão de combustível pesado/combustível leve, como na primeira concretização.

[0076] De acordo com a segunda concretização, após o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 ser diagnosticado, o ponto de ignição da vela de ignição 3 é obtido, enquanto a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas C, e a razão de álcool é estimada com base no ponto de ignição que é obtido.

[0077] O detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 já foi diagnosticado. Portanto, se o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 não tiver sido julgado como estando em uma condição anormal, então a razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 representa a razão de combustível pesado/combustível leve ideal. Portanto, se a temperatura da água de resfriamento estiver na região de temperaturas C, o detector de razão de álcool 40 é diagnosticado se estiver em uma condição anormal, com base na razão de combustível pesado/combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e no ponto de ignição obtido da vela de ignição 3.

[0078] Se a razão de álcool estimada com base no ponto de ignição for muito diferente da razão de álcool detectada pelo detector de razão de álcool 40, enquanto a temperatura da água de resfriamento está na região de temperaturas C, então o erro do detector de razão de álcool 40 pode ser estimado da diferença na razão de álcool, como na primeira concretização.

[0079] Nas concretizações mencionadas acima da invenção, o detector de razão de combustível pesado/combustível leve 39 e o detector de razão de álcool 40 são diagnosticados se estão em uma condição anormal, com base na razão ar - combustível do gás de descarga ou no ponto de ignição. No entanto, a razão de combustível pesado/combustível leve e a razão de álcool podem ser estimadas com base na razão ar - combustível do gás de descarga e no ponto de ignição, sem proporcionar os detectores mencionados acima.

[0080] Ainda que as concretizações particulares da presente invenção tenham sido descritas acima em detalhes, uma pessoa versada na técnica vai ser capaz de ainda variar e modificar a invenção de vários modos, sem afastar-se do espírito e do âmbito da invenção.

Descrição dos Números de Referência

- 1 - corpo do motor
- 16 - injetores de combustível
- 17 - tubo de transferência
- 18 - tubo de combustível
- 19 - bomba de combustível
- 20 - tanque de combustível
- 21 - tampa do tanque de combustível
- 30 - ECU
- 39 - detector de razão de combustível pesado/combustível leve
- 40 - detector de razão de álcool
- 41 - detector de razão ar - combustível
- 43 - indicador do nível de combustível
- 44 - detector de abertura/fechamento.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, que usa, como o combustível, um combustível pesado, um combustível leve, um combustível de álcool e uma mistura deles, compreendendo um detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), capaz de detectar a razão do combustível pesado para o combustível leve, e um detector de razão ar - combustível (41) para detectar a razão ar - combustível do gás de descarga, em que a quantidade de injeção de combustível é calculada com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39) , de modo que a razão ar - combustível se torna uma razão ar - combustível-alvo, e **caracterizado pelo fato de** que o detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39) é diagnosticado se estiver em uma condição anormal, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível (41), enquanto a temperatura do motor estiver em uma região de temperaturas particular.

2. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda um detector de razão de álcool (40), capaz de detectar a razão de álcool no combustível, em que o dispositivo (30) calcula a quantidade de injeção de combustível com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), bem como no detector de razão de álcool (40), de modo que a razão ar - combustível se torne a razão ar - combustível-alvo, e em que o detector de razão de álcool (40) é diagnosticado se estiver em uma condição anormal, com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar - combustível (41), enquanto a temperatura do motor está fora da região de temperaturas particular.

3. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que quando a razão ar - combustível, detectada pelo detector de razão ar – combustível (41), for mais pobre do que a razão ar - combustível-alvo, enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível pesado para combustível leve é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível pesado para combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), e quando a razão ar - combustível, detectada pelo detector de razão ar – combustível (41), for mais rica do que a razão ar - combustível-alvo, enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível leve para combustível pesado é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível leve para combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39).

4. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que a quantidade calculada de injeção de combustível é corrigida com base em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar – combustível (41), enquanto a temperatura do motor estiver na região de temperaturas particular, e em uma diferença entre a razão ar - combustível-alvo e a razão ar - combustível detectada pelo detector de razão ar – combustível (41), enquanto a temperatura do motor estiver fora da região de temperaturas particular.

5. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** compreender ainda um dispositivo de julgamento de reabastecimento (44), para determinar se o combustível é fornecido, e é julgado se o

detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39) está na condição anormal apenas quando o dispositivo de julgamento de reabastecimento (44) tiver julgado que o combustível foi suprido.

6. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, que usa, como o combustível, um combustível pesado, um combustível leve, um combustível de álcool e uma mistura deles, compreendendo um detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), capaz de detectar a razão de combustível pesado para combustível leve, em que o ponto de ignição é controlado de modo que a velocidade rotativa do motor atinja uma velocidade rotativa-alvo, e **caracterizado pelo fato de** que um ponto de ignição estimado, no qual o ponto de ignição é estimado para chegar, é calculado com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), e o detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39) é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base em uma diferença entre o ponto de ignição estimado e o ponto de ignição ideal, enquanto a temperatura do motor está em uma região de temperaturas particular.

7. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** que compreende ainda um detector de razão de álcool (40), capaz de detectar a razão de álcool no combustível, em que o dispositivo (30) calcula o ponto de ignição estimado, no qual o ponto de ignição é estimado para chegar, com base no detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), bem como no detector de razão de álcool (40), e em que o detector de razão de álcool (40) é diagnosticado se está em uma condição anormal, com base em uma diferença entre o ponto de ignição estimado e o ponto de ignição ideal, enquanto a temperatura do motor está fora da região de temperaturas particular.

8. Dispositivo (30) para controlar um motor de combustão

interna de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** que quando o ponto de ignição ideal está no lado avançado do ponto de ignição estimado, enquanto a temperatura do motor está na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível pesado para combustível leve é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível pesado para combustível leve detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39), e quando o ponto de ignição ideal está no lado retardado do ponto de ignição estimado, enquanto a temperatura do motor está na região de temperaturas particular, a razão ideal de combustível leve para combustível pesado é julgada como sendo mais alta do que a razão de combustível leve para combustível pesado detectada pelo detector de razão de combustível pesado/combustível leve (39).

Fig.1

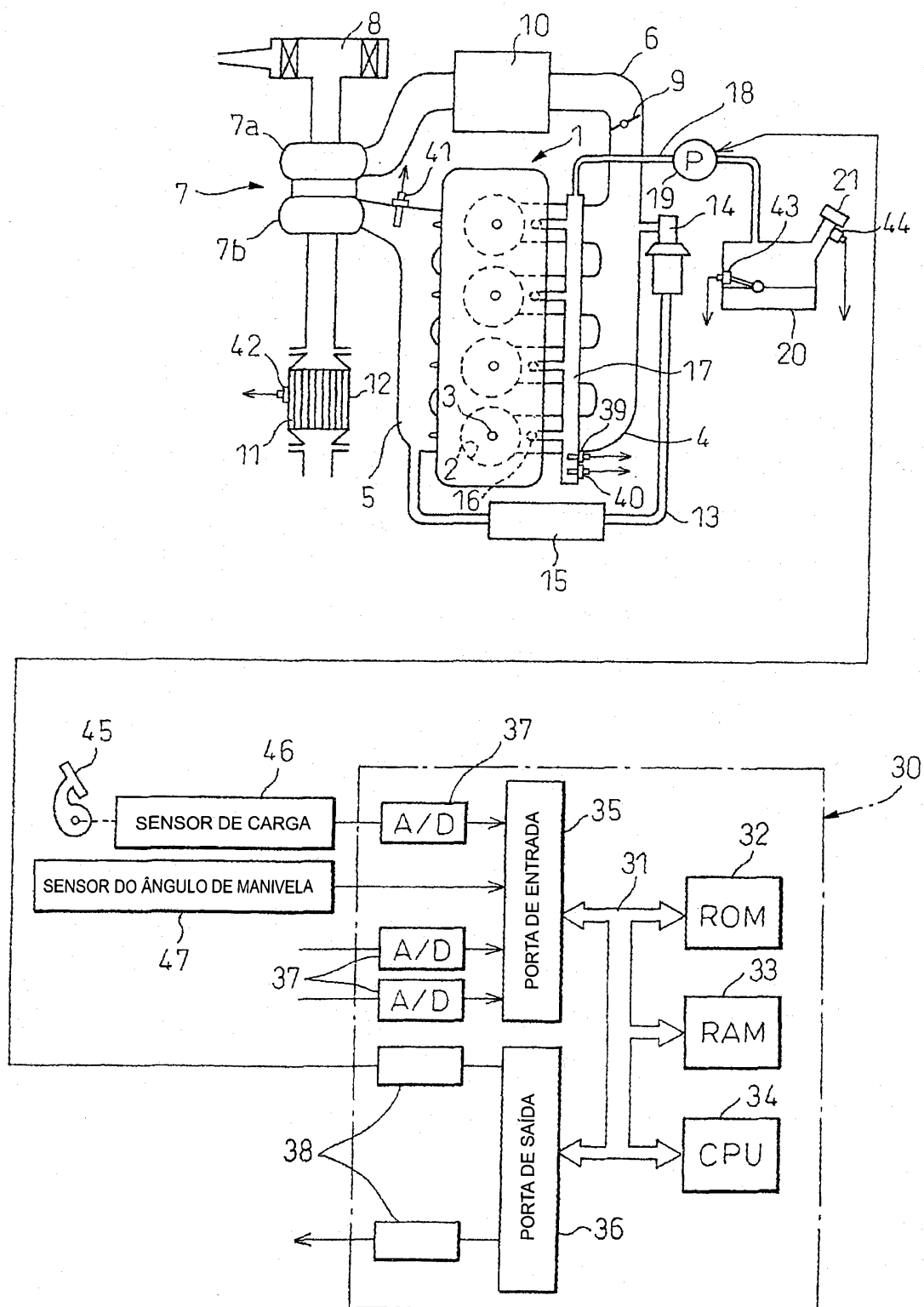


Fig.2

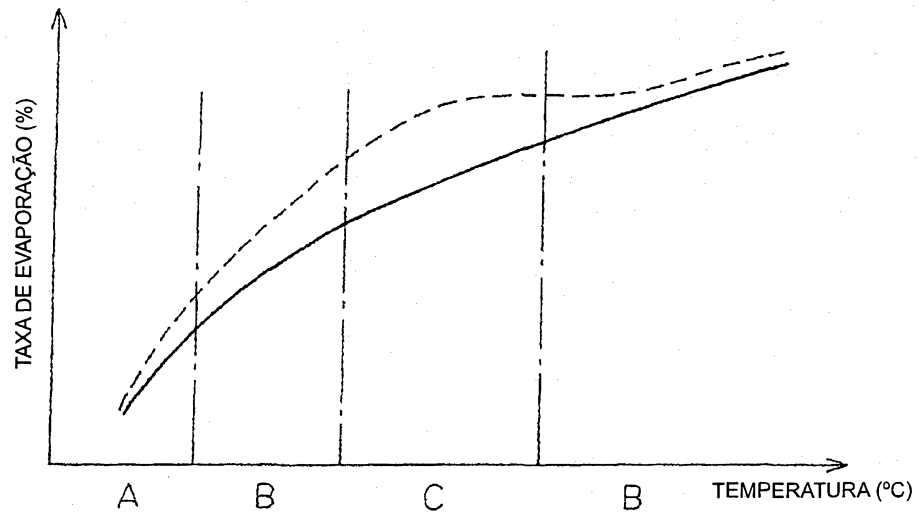


Fig.3

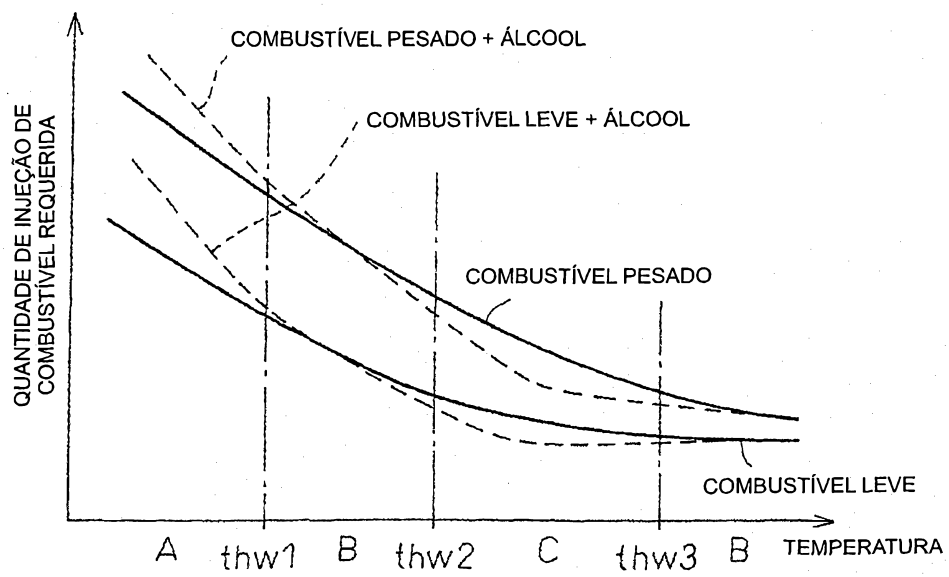


Fig.4A

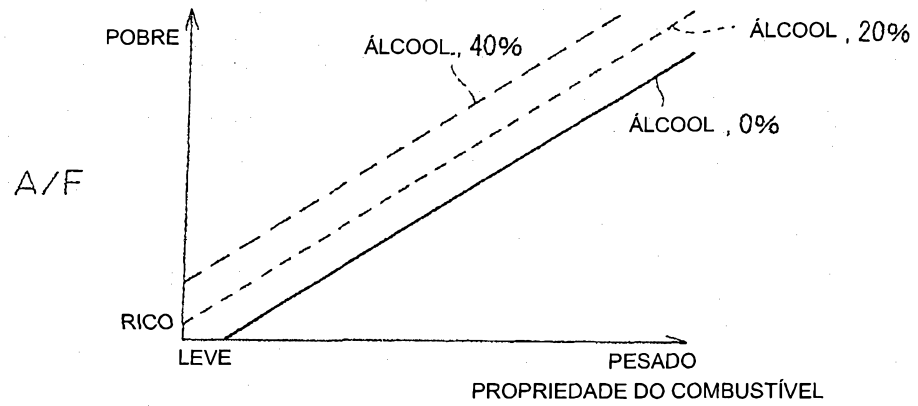


Fig.4B

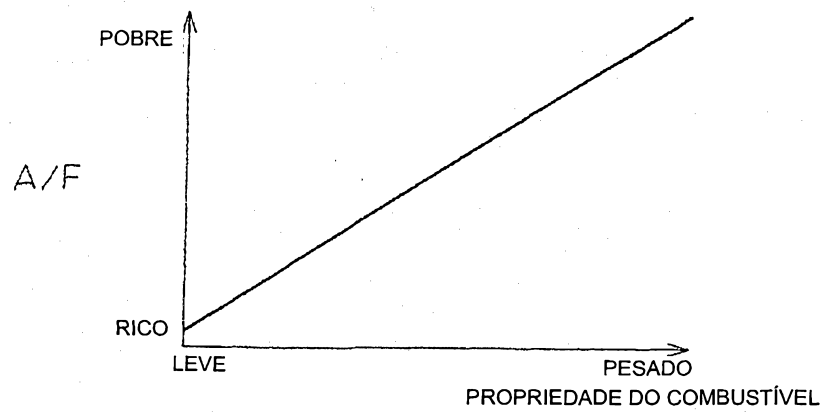


Fig.4C

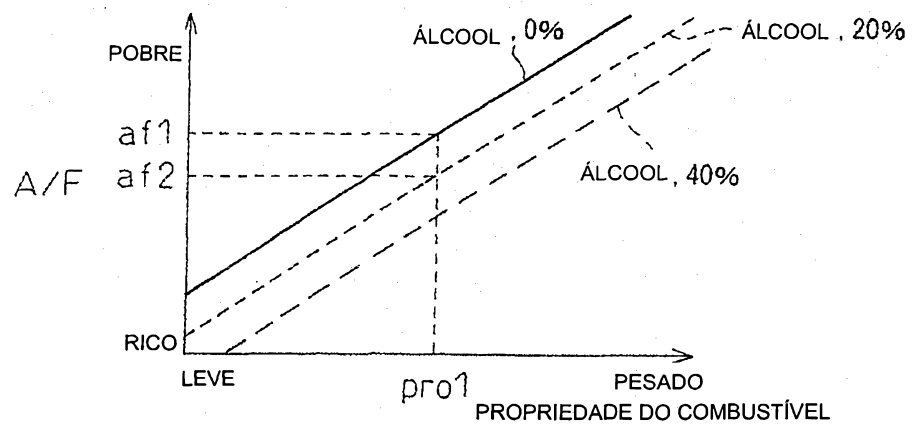


Fig.5

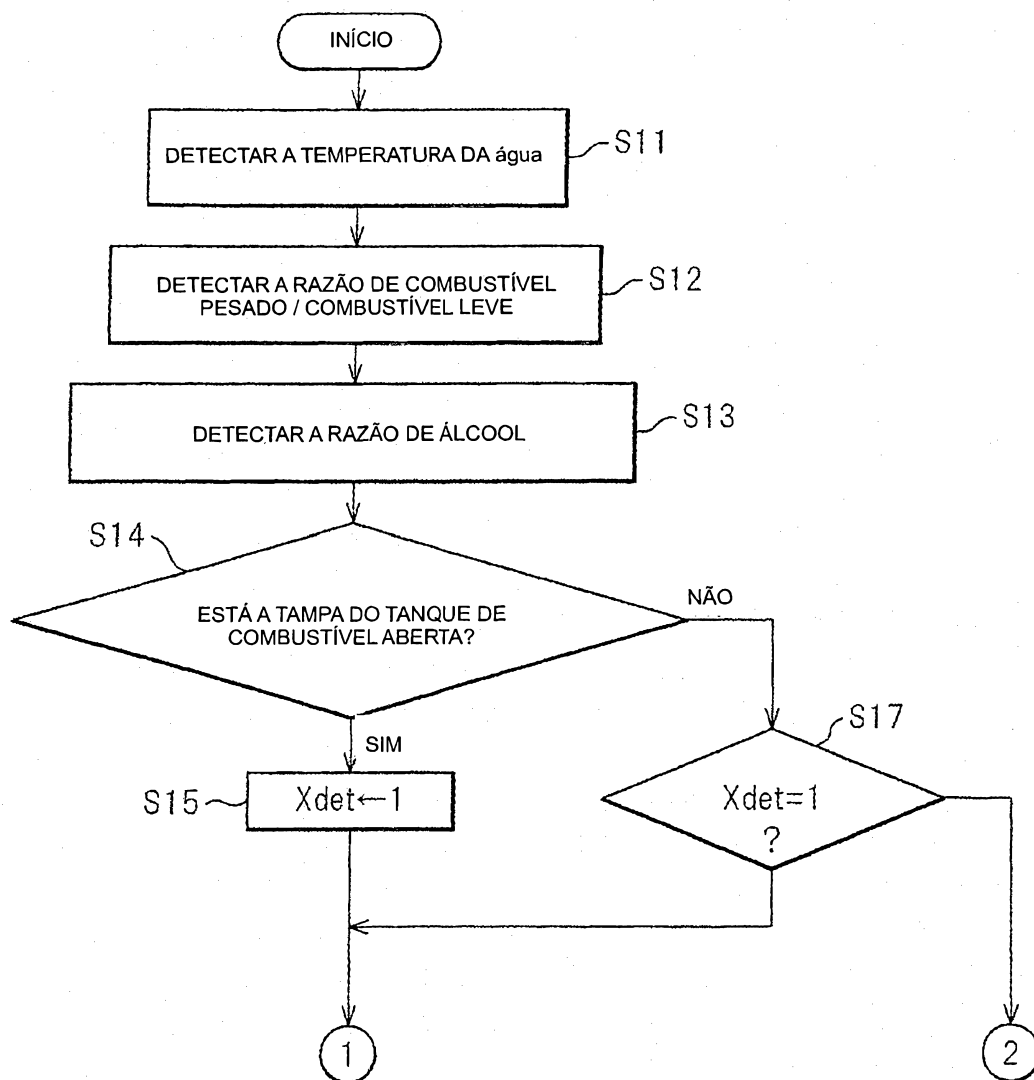


Fig.6

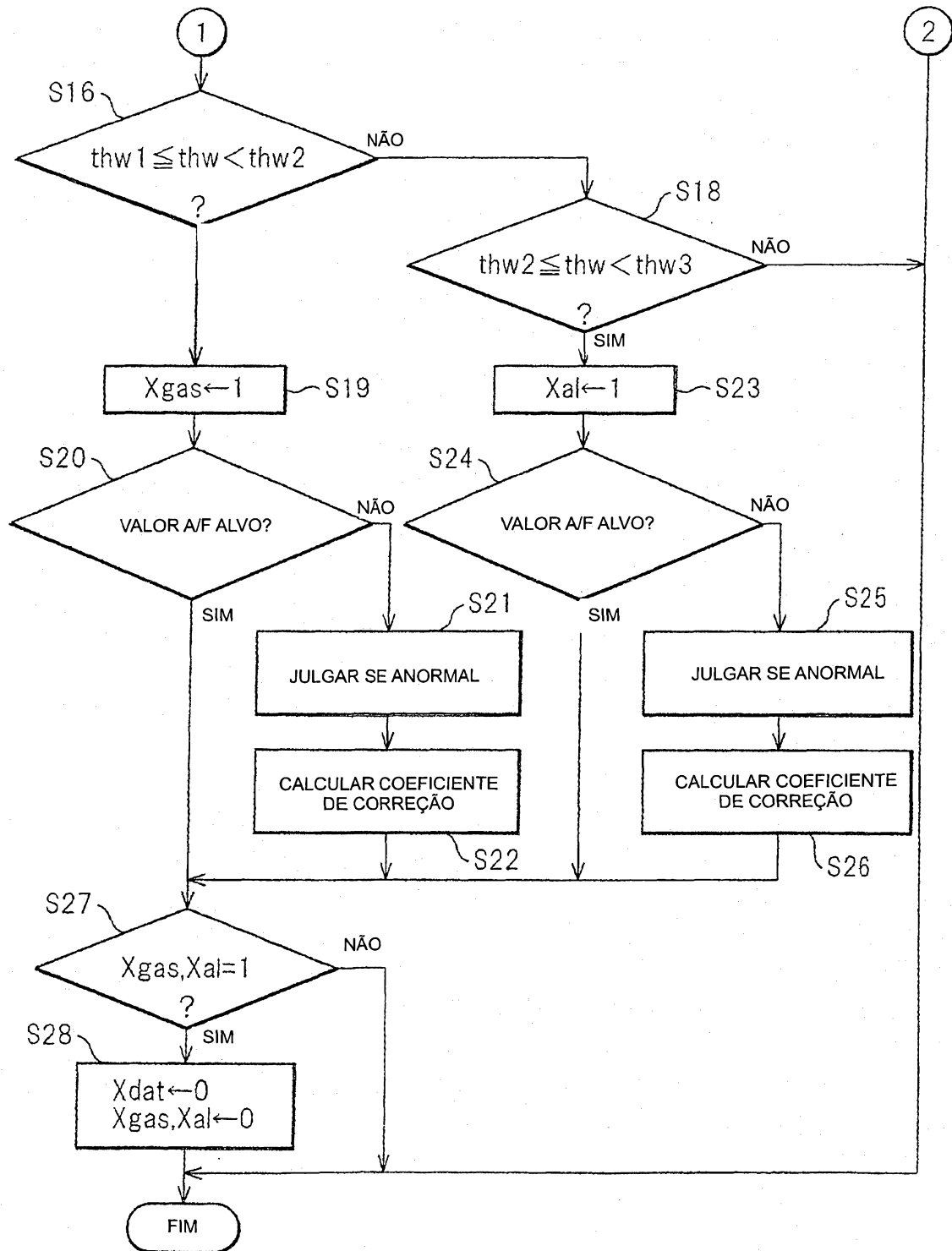


Fig.7A

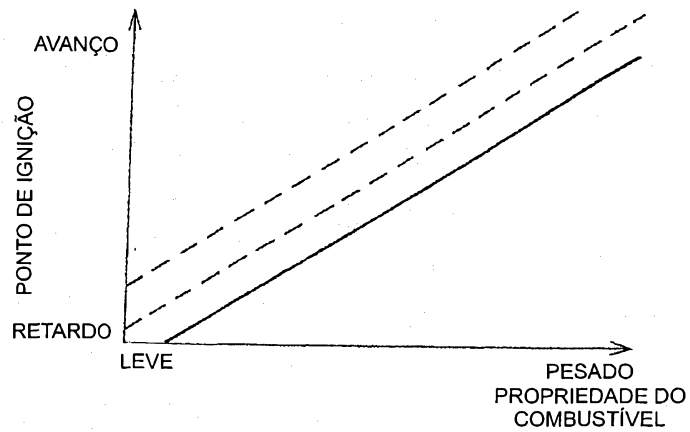


Fig.7B

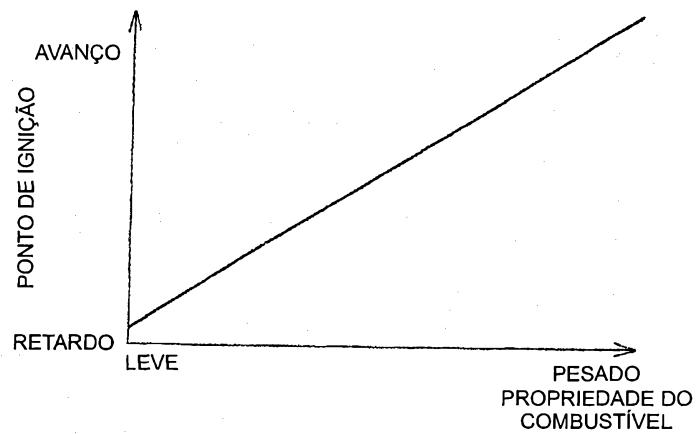


Fig.7C

