



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

(11) BR 112013005331-3 B1



(22) Data do Depósito: 14/07/2011

(45) Data de Concessão: 09/03/2021

(54) Título: SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DA DESCARGA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F01N 3/08; F01N 3/36; F02D 41/04.

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

(72) Inventor(es): YUKI BISAIJI; KOHEI YOSHIDA; MIKIO INOUE; KAZUHIRO UMEMOTO.

(86) Pedido PCT: PCT JP2011066628 de 14/07/2011

(87) Publicação PCT: WO 2013/008342 de 17/01/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 05/03/2013

(57) Resumo: SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DA DESCARGA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a motor de combustão interna, dentro de uma passagem da descarga do motor, um sensor da relação ar-combustível corrente acima (23), uma válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15), um catalisador de purificação da descarga (13), e um sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24) que estão dispostos nesta ordem a partir de corrente acima. No momento da operação do motor, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é controlada baseada na relação ar-combustível detectada pelo sensor da relação ar-combustível corrente acima (23), e pelo sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24), de forma que a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) passa a estar dentro de uma determinada faixa de amplitude.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DA DESCARGA DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA".

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um sistema de purificação de descarga de um motor de combustão interna.

ANTECEDENTES TÉCNICOS

[002] Conhecido na técnica é um motor de combustão interna, que dispõe, em uma passagem do escapamento do motor, um catalisador de armazenamento de NO_x o qual armazena o NO_x que está contido nos gases da descarga quando a relação ar-combustível dos gases de descarga afluentes é magra e o qual libera o NO_x armazenado quando a relação ar-combustível dos gases de descarga afluentes se torna rica, o qual dispõe uma válvula de adição de combustível na passagem da descarga do motor corrente acima do catalisador de armazenamento NO_x , o qual dispõe de um sensor da relação ar-combustível no interior da passagem da descarga do motor corrente abaixo do catalisador de armazenamento de NO_x , e que alimenta combustível da válvula de adição de combustível para o interior da passagem da descarga do motor para fazer rica a relação ar-combustível dos gases de descarga que fluem para o catalisador de armazenamento de NO_x quando o NO_x deve ser liberado do catalisador de armazenamento de NO_x (por exemplo, vide Literatura de Patente 1).

[003] A este respeito, neste motor de combustão interna, por exemplo, se a válvula de adição de combustível ficar obstruída, a quantidade de combustível alimentado quando da alimentação de combustível desde a válvula de adição de combustível para liberação NO_x se torna menor comparada com a quantidade de combustível alimentado quando a válvula de adição de combustível não estiver obs-

truída. Como resultado, neste momento, a relação ar-combustível do gás da descarga o qual flui para fora a partir do catalisador de armazenamento NOX torna-se o lado magro em comparação com a relação ar-combustível quando a válvula de adição de combustível não estiver obstruída. Então, neste motor de combustão interna, a relação ar-combustível do gás da descarga quando o combustível é alimentado da válvula de adição de combustível para liberação de NOX é detectada pelo sensor da relação ar-combustível. Quando a relação ar-combustível do gás da descarga a qual é detectada pelo sensor da relação ar-combustível torna-se o lado magro em comparação com a relação ar-combustível quando a válvula de adição de combustível não está obstruída, considera-se que existe uma anomalia na válvula adição de combustível.

LISTA DE REFERÊNCIAS

LITERATURA DE PATENTE

[004] Literatura da Patente 1: Publicação de Patente Japonesa (A) N° 2009-221939

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

PROBLEMA TÉCNICO

[005] Todavia, se este catalisador de armazenamento NOX ficar em uma alta temperatura, a taxa de purificação de NOX acaba caindo. Então, existe um problema se o catalisador de armazenamento NOX ficar em uma alta temperatura, uma alta taxa de purificação de NOX não pode ser obtida.

[006] Um objetivo da presente invenção é fornecer um sistema de purificação de descarga de um motor de combustão interna o qual possa dar uma taxa de purificação de alta NOX mesmo quando o catalisador de purificação da descarga ficar em uma temperatura elevada.

SOLUÇÃO DO PROBLEMA

[007] De acordo com a presente invenção, é fornecido um siste-

ma de purificação da descarga de um motor de combustão interna no qual uma válvula de alimentação de hidrocarbonetos para a alimentação de hidrocarbonetos está disposta em uma passagem da descarga do motor, um catalisador de purificação da descarga para a reação do NOX contido no gás da descarga e hidrocarbonetos regenerados é disposto na passagem da descarga do motor corrente abaixo da válvula de alimentação de hidrocarbonetos, um sensor da relação ar-combustível do lado corrente abaixo (24) para a detecção de uma relação ar-combustível do gás da descarga está disposta na passagem da descarga do motor corrente abaixo do catalisador de purificação, catalisadores de metais preciosos são levados na superfície de um fluxo de gás da descarga do catalisador de purificação da descarga e uma parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga é formada ao redor dos catalisadores de metais preciosos, o catalisador de purificação da descarga tem uma propriedade de redução do NOX o qual está contido no gás da descarga se uma concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação for feita vibrar por dentro de uma faixa de amplitude predeterminada e dentro de uma faixa predeterminada do período e tem uma propriedade de ser aumentada na quantidade de armazenamento de NOX o qual está contido no gás da descarga se o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos for feito mais longo do que a faixa predeterminada, no momento da operação do motor, a concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação é feita vibrar dentro da faixa predeterminada do período pelo controle de um período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos, e a amplitude da mudança de concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga é feita para ficar dentro da faixa predeterminada de amplitude pelo controle de uma quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula

la de alimentação de hidrocarbonetos baseada num sinal de saída do sensor da relação ar-combustível do lado corrente abaixo.

EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO

[008] É possível obter uma alta taxa de purificação de NOX mesmo se o catalisador de purificação da descarga ficar em uma temperatura elevada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[009] A FIG. 1 é uma visão global de um motor de combustão interna do tipo de ignição por compressão.

[0010] A FIG. 2 é uma vista que mostra esquematicamente uma parte da superfície de um suporte de catalisador.

[0011] A FIG. 2 é uma vista a qual mostra esquematicamente uma parte da superfície de um suporte de catalisador.

[0012] A FIG. 3 é uma vista para explicar uma reação de oxidação num catalisador de purificação da descarga.

[0013] FIG. 4 é uma vista a qual mostra uma mudança de uma relação ar-combustível do gás da descarga que flui para dentro de um catalisador de purificação da descarga.

[0014] A FIG. 5 é uma vista que mostra uma taxa de purificação de NOX.

[0015] As Figuras 6A e 6B são vistas para explicar uma reação de redução oxidação num catalisador de purificação da descarga.

[0016] As Figuras 7A e 7B são vistas para explicar uma reação de redução oxidação num catalisador de purificação da descarga.

[0017] A FIG. 8 é uma vista a qual mostra uma mudança de uma relação ar-combustível do gás da descarga que flui para dentro de um catalisador de purificação da descarga.

[0018] A FIG. 9 é uma vista de uma taxa de purificação de NOX.

[0019] A FIG. 10 é um gráfico do tempo o qual mostra uma mudança de uma relação ar-combustível do gás da descarga que flui para

dentro de um catalisador de purificação da descarga.

[0020] A FIG. 11 é um gráfico do tempo o qual mostra uma mudança de uma relação ar-combustível do gás da descarga que flui para dentro de um catalisador de purificação da descarga.

[0021] A FIG. 12 é uma vista a qual mostra uma relação entre uma força de oxidação de um catalisador de purificação da descarga e uma relação X de ar – combustível mínima exigida.

[0022] A FIG. 13 é uma vista que mostra uma relação entre uma concentração de oxigênio no gás da descarga e uma amplitude ΔH de uma concentração de hidrocarbonetos dando a mesma taxa de purificação de NOX.

[0023] A FIG. 14 é uma vista que mostra uma relação entre uma amplitude ΔH de uma concentração de hidrocarbonetos e uma taxa de purificação de NOX.

[0024] A FIG. 15 é uma vista a qual mostra uma relação entre um período de vibração ΔT de uma concentração de hidrocarbonetos e uma taxa de purificação de NOX.

[0025] A FIG. 16 é uma vista a qual mostra uma mudança na relação ar-combustível do gás da descarga que flui para o catalisador de purificação da descarga etc..

[0026] A FIG. 17 é uma vista a qual mostra um mapa de uma quantidade de NOx expelida NOXA.

[0027] A FIG. 18 é uma vista que mostra uma sincronização de injeção de combustível.

[0028] A FIG. 19 é uma vista a qual mostra um mapa de uma quantidade adicional de combustível WR.

[0029] As Figuras 20A e 20B são vistas que mostram uma base alvo da relação ar-combustível.

[0030] As Figuras 21A, 21B, e 21C são vistas que mostram um período de injeção de hidrocarbonetos etc.

[0031] As Figuras 22A e 22B são gráficos de tempo que mostram mudanças na relação ar-combustível do gás da descarga que flui para o catalisador de purificação da descarga.

[0032] A FIG. 23 é uma vista que mostra um pico alvo da relação ar-combustível.

[0033] A FIG. 24 é uma vista que mostra uma saída de um sensor da relação ar-combustível.

[0034] A FIG. 25 é um fluxograma para controle operacional.

[0035] As Figuras 26 e 27 são fluxogramas os quais mostram uma modalidade de controle operacional I.

[0036] As Figuras 28 e 29 são fluxogramas os quais mostram uma outra modalidade de controle operacional I.

[0037] A FIG. 30 é um fluxograma o qual mostra ainda uma outra modalidade de controle operacional I.

[0038] A FIG. 31 é uma vista a qual mostra mudanças nas quais a relação ar-combustível do gás da descarga que flui para fora do catalisador de purificação da descarga.

[0039] As Figuras 32 e 33 são fluxogramas para executar controle rico II.

[0040] A FIG. 34 é uma vista que mostra uma mudança num coeficiente de correção do coeficiente K.

[0041] A FIG. 35 é uma vista que mostra outra modalidade de uma parte rodeada por A nos fluxogramas os quais são mostrados nas FIGURAS 26 e 27.

[0042] As Figuras 36A, 36B e 36C são vistas que mostram mudanças na relação ar-combustível as quais são detectadas por um sensor da relação ar-combustível corrente abaixo.

[0043] A FIG. 37 é uma vista que mostra regiões predeterminadas A e B.

[0044] A FIG. 38 é uma vista que mostra ainda outra modalidade

de uma parte a qual está rodeada por A nos fluxogramas os quais são mostrados nas FIGURAS 26 e 27.

DESCRIÇÃO DE INCORPORAÇÕES

[0045] A FIG. 1 é uma visão global de um motor de combustão interna do tipo de ignição por compressão.

[0046] Fazendo referência à Figura 1, 1 indica um corpo do motor, 2 uma câmara de combustão de cada cilindro, um injetor de combustível eletronicamente controlado para injetar o combustível para dentro de cada câmara de combustão 2, 4 um coletor de admissão, e 5 um coletor de descarga. O coletor de admissão 4 está conectado através um duto de admissão 6 a uma saída de um compressor 7a de um turbo - compressor 7 de descarga, enquanto uma entrada do compressor 7a está conectada através de um detector 8 de quantidade de ar de admissão para um limpador de ar 9. Dentro do duto de entrada 6, é disposta uma válvula reguladora 10 acionada por um motor de etapa. Além disso, ao redor do duto de entrada 6, um dispositivo de resfriamento 11 é disposto para resfriamento do ar da admissão o qual flui através do interior do duto da entrada 6. Na modalidade mostrada na Figura 1, a água de resfriamento do motor é usada para resfriar o ar de admissão.

[0047] Por outro lado, o coletor de descarga 5 está conectado a uma entrada de uma turbina 7b de exaustão do turbo-compressor de descarga 7. Uma saída da turbina de descarga 7b está conectada através um tubo de escape 12a a uma entrada do catalisador de purificação da descarga 13, enquanto uma saída do catalisador de purificação da descarga 13, enquanto uma saída do catalisador de purificação da descarga 13 está conectada através de um tubo de escape 12b a um filtro de partículas 14 para aprisionamento de partículas que estão contidas nos gases de descarga.

[0048] Dentro do tubo de escape 12a corrente acima do catalisa-

dor de purificação 13 da descarga, uma válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 está disposta para a alimentação de hidrocarbonetos compreendidos de óleo diesel ou de outro combustível usado como combustível num motor de combustão interna do tipo de ignição por compressão. Na modalidade mostrada na FIG. 1, o óleo diesel é usado como os hidrocarbonetos que são alimentados da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. Observe-se que, a presente invenção pode também ser aplicada a um motor de combustão interna do tipo de ignição por centelha no qual o combustível é queimado em uma relação ar-combustível magra. Neste caso, desde a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, são alimentados hidrocarbonetos constituídos por gasolina ou outro combustível utilizado como combustível num motor de combustão interna do tipo de ignição por centelha.

[0049] Por outro lado, o coletor de descarga 5 e o coletor de admissão 4 estão conectados um ao outro através de uma passagem de recirculação dos gases (doravante mencionada como uma "EGR") de descarga 16. Dentro da passagem EGR 16, uma válvula de controle EGR 17 controlada eletronicamente está disposta. Dentro da passagem EGR 16, uma válvula de controle EGR 17 controlada eletronicamente está disposta. Além disso, ao redor da passagem EGR 16, um dispositivo de resfriamento 18 é disposto para resfriamento do gás EGR fluindo através do interior da passagem EGR16. Na modalidade mostrada na Figura 1, a água de resfriamento do motor é guiada para dentro do dispositivo de resfriamento 18 onde a água de resfriamento do motor é usada para resfriar o gás EGR. Por outro lado, cada injetor de combustível 3 está conectado através um tubo de alimentação 19 a um tubo de alimentação comum 20. Este tubo de alimentação comum 20 está conectado através de uma bomba de combustível de descarga variável controlada eletronicamente 21 a um tanque de combustível 22. O combustível que está armazenado dentro do reservatório de

combustível 22 é alimentado pela bomba de combustível 21 para o interior do tubo de alimentação comum 20. O combustível que é alimentado para o interior do tubo de alimentação comum 20 é alimentado através de cada tubo de alimentação de combustível 19 ao injetor de combustível 3.

[0050] Uma unidade de controle eletrônico 30 é composta por um computador digital desde que uma ROM (memória somente 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 estão ligados entre si por um barramento bidirecional 31. Dentro do tubo de escape 12a corrente acima da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. É disposto um sensor da relação ar-combustível 23 no lado corrente acima para detectar uma relação ar-combustível nos gases de descarga que são descarregados pelo motor, enquanto no interior do tubo de escape 12b corrente abaixo do catalisador de purificação da descarga 13, um sensor da relação ar-combustível corrente abaixo 24 está disposto para detectar a relação ar-combustível do gás da descarga o qual flui para fora desde o catalisador de purificação da descarga 13. Além do mais, corrente abaixo do catalisador de purificação da descarga 13, um sensor de temperatura 24 está disposto para a detecção da temperatura do catalisador de purificação da descarga 13, enquanto o filtro de partículas 14, um sensor de pressão diferencial 26 está conectado para a detecção de um diferencial de pressão antes e depois do filtro de partículas 14. Os sinais de saída destes sensores da relação ar-combustível 23 corrente acima, da relação ar-combustível 24 corrente abaixo, sensor de temperatura 25, sensor de pressão diferencial 26, e detector da quantidade de ar de admissão 8 são introduzidos respectivamente através dos conversores AD correspondentes 37 para a porta de entrada 35.

[0051] Além disso, um pedal acelerador 40 tem um sensor de car-

ga 41 ligado a ele o qual gera uma tensão de saída proporcional à quantidade de pressão L do pedal do acelerador 40. A tensão de saída do sensor de carga 41 é introduzida por meio de um conversor AD 37 correspondente na porta de entrada 35. Além disto, na porta de entrada 35, um sensor de ângulo do virabrequim 42 está conectado o qual gera um impulso de saída cada vez que um virabrequim roda, por exemplo, 15°. Por outro lado, a porta de saída 36 é ligada através dos correspondentes circuitos de acionamento 38 a cada injetor de combustível 3, motor de etapa para acionar a válvula reguladora 10, válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, válvula de controle EGR 17, e bomba de combustível 21.

[0052] A FIG. 2 mostra esquematicamente uma parte da superfície de um suporte catalisador que é continuada sobre um substrato do catalisador de purificação da descarga 13. Neste catalisador de purificação da descarga 13, conforme mostrado na FIG.2, por exemplo, é fornecido um suporte de catalisador 50 feito de alumina no qual catalisador de metais preciosos 51 e 52 são transportados. Além disso, neste suporte catalisador 50, uma camada de base 53 é formada a qual inclui pelo menos um elemento selecionado de potássio K, sódio Na, cério Cs, ou outro de tais metais alcalinos, bário Ba, cálcio Ca, ou outro de tais metais alcalinoterrosos, lantanóides uma ou outra terra rara e prata Ag, cobre Cu, ferro Fé, irídio Ir, ou outro metal capaz de dar elétrons ao NOx. O gás da descarga flui ao longo da parte superior do suporte catalisador 50, de modo que os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 pode ser dito para serem transportados sobre a superfície do fluxo do gás da descarga do catalisador de purificação da descarga 13. Além disso, a superfície da camada básica 53 mostra basicidade, de modo que a superfície da camada de base 53 é chamada a parte básica da superfície 54 do fluxo de gás de descarga.

[0053] Por outro lado, na FIG. 2, o catalisador de metais preciosos

51 é composto de platina Pt, enquanto o catalisador de metais preciosos 52 é composto de ródio Rh. Isto é, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 que são transportadas no suporte de catalisador 50 são compostos de platina Pt e ródio Rh. Nota-se que, no suporte de catalisador 50 do catalisador de purificação da descarga 13, além de platina Pt e ródio Rh, paládio Pd pode ser ainda transportado ou, em vez de ródio Rh, paládio Pd pode ser transportado. Isto é, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 que são transportados no suporte de catalisador 50 são compostos de platina Pt e pelo menos um de ródio Rh e paládio Pd.

[0054] Se os hidrocarbonetos forem injetados da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 no gás de descarga, os hidrocarbonetos são regenerados pelo catalisador de purificação da descarga 13. Na presente invenção, neste momento, os hidrocarbonetos regenerados são utilizados para remover o NOx no catalisador de purificação da descarga 13. A FIG. 3 mostra esquematicamente a ação da reforma realizada no catalisador de purificação da descarga 13 neste momento. Como mostrado na FIG. 3, os hidrocarbonetos HC que são injetados da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 tornam-se radicais de hidrocarbonetos HC com um número de carbonos pequeno pelo catalisador 51.

[0055] A FIG. 4 mostra a temporização de alimentação de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 e a mudança na relação ar-combustível (A/F) no gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13. Observe-se que, as mudanças na relação ar-combustível (A/F)in dependem da mudança na concentração de hidrocarbonetos no gás da descarga o qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13, de modo que pode ser dito que a alteração da relação ar-combustível (A/F)in mostrada na FIG. 4 expressa a mudança na concentração de

hidrocarbonetos. Todavia, se a concentração de hidrocarboneto se torna maior, a relação ar-combustível se torna menor, assim, na FIG. 4, enquanto mais para o lado rico da relação ar-combustível (A/F) in se tornar, mais elevada a concentração de hidrocarboneto.

[0056] A FIG. 5 mostra a taxa de purificação NOx pelo catalisador de purificação da descarga 13 com relação às temperaturas do catalisador do pelo catalisador de purificação da descarga 13 quando faz periodicamente a concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13, de maneira a mudar, como mostrado na FIG. 4, faz mudar a relação ar-combustível (A/F) in no gás da descarga fluindo para dentro do catalisador de purificação da descarga 13. Os inventores engajados na pesquisa relativa a purificação do NOx por um longo tempo. No processo de pesquisa, eles aprenderam que, se fizer a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 vibrar dentro de uma predeterminada faixa de amplitude e dentro de uma faixa predeterminada do período, como mostrado na FIG. 5, uma taxa de purificação extremamente elevada de NOx é obtida mesmo em uma região de temperatura de 400° C ou mais alta.

[0057] Além disso, neste momento, uma grande quantidade do intermediário de redução que contém nitrogênio e hidrocarbonetos continua a ser mantida ou absorvida na superfície da camada básica 53, isto é, a parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 54 do catalisador de purificação da descarga 13. É sabido que este intermediário de redução desempenha um papel central na obtenção de uma taxa elevada de purificação de NOx. Em seguida, isto será explicado com referência às FIGURAS 6A e 6B. Nota-se que, estas FIGURAS 6A e 6B mostram esquematicamente a parte da superfície do suporte do catalisador 50 do catalisador de purificação da descarga 13. Estas FIGURAS 6A e 6B mostram a reação que se presume que

ocorre quando a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é feita vibrar dentro de uma determinada faixa de amplitude e dentro de uma faixa pre-determinada do período.

[0058] A FIG. 6A mostra quando a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é baixa, enquanto a FIG. 6B mostra quando hidrocarbonetos são alimentados da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 e a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 se torna mais alta.

[0059] Agora, como será entendido a partir da FIG. 4, a relação ar-combustível do gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é mantida magra, exceto por um instante, de modo que o gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 torna-se normalmente um estado de excesso de oxigênio. Portanto, o NO, que está contido no gás de descarga, como mostrado na FIG. 6A, é oxidado na platina 51 e torna-se NO₂. Em seguida, este NO₂ é oxidado adicionalmente e torna-se NO₃. Outra parte do NO₂ torna-se NO₂⁻. Neste caso, a quantidade de produção de NO₃ é muito maior do que a quantidade de produção de NO₂⁻. Por conseguinte, na platina Pt 51, uma grande quantidade de NO₃ e uma pequena quantidade de NO₂-são produzidas. Estes NO₃ e NO₂-são fortes em atividade. Abaixo, estes NO₃ e NO₂-serão citados como o NOx* ativo.

[0060] Por outro lado, se os hidrocarbonetos são alimentados da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, conforme mostrado na FIG. 3, os hidrocarbonetos são regenerados e tornam-se radicalizados no interior do catalisador de purificação da descarga 13. Como resultado, conforme mostrado na FIG. 6B, a concentração de hidrogênio em torno do NOx* ativo torna-se mais alta. A este respeito, se após o

NOx^* ativo ser produzido, o estado de uma elevada concentração de oxigênio em torno do NOx^* ativo continua durante um tempo constante ou mais, o NOx^* ativo é oxidado e é absorvido sob a forma de íons nitrato NO_3^- dentro da camada de base 53. Contudo, se, antes do decorrer deste tempo constante, a concentração de hidrocarbonetos em torno do NOx^* ativo se tornar maior, como mostrado na FIG. 6B, o NOx^* ativo reage sobre a platina 51 com os hidrocarbonetos radicais HC para desse modo formar o intermediário de redução. Este intermediário de redução é aderido ou adsorvido sobre a superfície da camada de base 53.

[0061] Nota-se que, neste momento, o primeiro intermediário de redução é avaliado ser um nitrocomposto R-NO_2 . Se este nitrocomposto R-NO_2 for produzido, o resultado se torna um composto de nitril R-CN , porém, este composto de nitrilo R-CN somente pode sobreviver por um instante neste estado, assim se torna imediatamente um composto de isocianato R-NCO . Este composto de isocianato R-NCO torna-se um composto de amina R-NH_2 se hidrolisado. Contudo, neste caso, o que é hidrolisado é avaliado como sendo parte do composto de isocianato R-NCO . Então, conforme mostrado na FIG. 6B, a maioria do intermediário de redução o qual é mantido ou adsorvido sobre a superfície da camada básica 53 acredita-se que seja o composto isocianato R-NCO e o composto amina R-NH_2 .

[0062] Por outro lado, como mostrado na FIG. 6B, se o intermediário de redução produzido estiver rodeado pelos hidrocarbonetos HC, o intermediário de redução é bloqueado pelos hidrocarbonetos HC e a reação não prosseguirá mais. Neste caso, se a concentração de hidrocarbonetos os quais fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 for diminuída e desse modo a concentração de oxigênio se tornar mais alta, os hidrocarbonetos em torno do intermediário de redução serão oxidados. Como um resultado, conforme mostrado na

FIG. 6A, o intermediário de redução e o NOx^* ativo reagem. Nesta ocasião, o NOx^* ativo reage com o intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 para se tornar N_2 , CO_2 , H_2O , então o NOx é removido.

[0063] Desta forma, no catalisador de purificação da descarga 13, fazendo a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 mais alta, um intermediário de redução é produzido. A concentração de hidrocarbonetos os quais fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é diminuída e a concentração de oxigênio é elevada de modo que o NOx^* ativo reage com o intermediário de redução e o NOx^* é removido. Quer dizer, a fim do catalisador de purificação da descarga 13, remover o NOx^* , a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 tem que ser mudada periodicamente.

[0064] Claro que, neste caso, é necessário elevar a concentração de hidrocarbonetos a uma concentração suficientemente elevada para produzir o intermediário de redução e é necessário diminuir a concentração de hidrocarbonetos para uma concentração suficientemente baixa para fazer o intermediário de redução produzido reagir com o NOx^* ativo. Isto é, é necessário fazer a concentração de hidrocarbonetos os quais fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 vibrar dentro de uma predeterminada faixa de amplitude. Observa-se que neste caso, é necessário manter uma quantidade suficiente de intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 na camada básica 53, isto é, a parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 24, até que o intermediário de redução produzido reaja com o NOx^* ativo. Por esta razão, a parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 24 é fornecida.

[0065] Por outro lado, se alongar o período de alimentação dos hidrocarbonetos, o tempo no qual a concentração de oxigênio torna-se

maior se torna mais longo no período após os hidrocarbonetos serem alimentados até que os hidrocarbonetos sejam alimentados de novo. Portanto, o NOx^* ativo é absorvido na camada básica 53 na forma de nitratos sem produzir um intermediário de redução. Para evitar isto, é necessário fazer a concentração de hidrocarbonetos os quais fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 vibrar dentro de uma predeterminada faixa do período.

[0066] Portanto, em uma modalidade da presente invenção, para fazer o NOx^* contido no gás da descarga e os hidrocarbonetos regenerados reagir e produzir o intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 contendo nitrogênio e hidrocarbonetos, os catalisadores de metais preciosos 51 e 52 são transportados na superfície do fluxo dos gases de descarga do catalisador de purificação da descarga 13. Para manter o intermediário de redução produzido R-NCO ou R-NH_2 dentro do catalisador de purificação da descarga 13 uma parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 54 é formada ao redor dos catalisadores de metais preciosos 51 e 52. O NOx é reduzido pela ação redutora do intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 mantido na a parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 54 e o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos é feita o período de vibração necessário para a continuação da produção do intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 . Incidentalmente, no exemplo mostrado na FIG. 4, o intervalo de injeção é feito de 3 segundos.

[0067] Se o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos, isto é, o período de alimentação dos hidrocarbonetos HC, é feito mais longo do que a faixa de período predeterminada acima, o intermediário de redução R-NCO ou R-NH_2 desaparece da superfície da camada básica 53. Neste momento, o NOx^* ativo o qual é produzido na platina Pt 53, conforme mostrado na FIG. 7A, difunde-se na camada básica 53, na forma de íons de nitrato NO_3^- torna-se nitratos. Isto

é, neste momento, o NOx no gás da descarga é absorvido sob a forma de nitratos dentro da camada básica 53.

[0068] Por outro lado, a FIG. 3A mostra o caso onde a relação ar-combustível dos gases de descarga que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é feita a relação ar-combustível estequiométrica ou rica quando o NOx é absorvido na forma de nitratos dentro da camada básica 53. Neste caso, a concentração de oxigênio no gás da descarga cai, de modo que a reação prossegue na direção oposta ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$), e, conseqüentemente, os nitratos absorvidos na camada básica 53 tornam-se íons nitrato NO_3^- um por um e, conforme mostrado na FIG. 7B, são liberados da camada básica 53 na forma de NO_2 . Em seguida, o NO_2 liberado é reduzido pelos hidrocarbonetos HC e CO contidos no gás de descarga.

[0069] A FIG. 5 mostra o caso de tornar a relação ar-combustível (A/F)_{in} do gás da descarga o qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 temporariamente rico ligeiramente antes da capacidade de absorção de NOx da camada básica 53 ficar saturada. Observa-se que, no exemplo mostrado na FIG. 8, o intervalo de tempo deste controle rico é de 1 minuto ou mais. Neste caso, o NOx que foi absorvido na camada básica 53 quando a relação ar-combustível (A/F)_{in} no gás da descarga estava magra é liberada de uma só vez da camada básica 53 e reduzida quando a relação ar-combustível (A/F)_{in} no gás da descarga é feita temporariamente rica. Portanto, neste caso, a camada básica 53 desempenha o papel de um absorvente para absorver temporariamente o NOx.

[0070] Nota-se que, neste momento, às vezes a camada básica 53 temporariamente adsorve o NOx. Portanto, se usando o termo de armazenamento como um termo incluindo tanto a absorção e a adsorção, neste momento, a camada básica 53 desempenha o papel de um agente de armazenamento do NOx para armazenar temporariamente

o NOX. Quer dizer, neste caso, se a relação entre o ar e combustível (hidrocarbonetos), que é fornecida dentro passagem de admissão do motor, câmaras de combustão 2, e passagem de descarga corrente acima do catalisador de purificação da descarga 13 funciona como um catalisador de armazenamento de NOx o qual armazena o NOx quando a relação ar-combustível do gás da descarga é magra e libera o NOx armazenado quando a concentração de oxigênio no gás da descarga cai.

[0071] FIG. 9 mostra a taxa de purificação de NOx ao fazer o catalisador de purificação dos gases de descarga 13 funcionar como um catalisador armazenamento de NOx desta forma. Nota-se que, a abscissa da FIG. 9 mostra a temperatura TC do catalisador do catalisador de purificação da descarga 13. Ao fazer o catalisador de purificação da descarga 13 funcionar como um catalisador armazenamento de Nox, conforme mostrado na FIG. 9, quando a temperatura TC do catalisador está entre 300°C e 400°C, uma taxa de purificação de NOx extremamente elevada é obtida, porém, quando a temperatura TC do catalisador alcança 400°C ou uma alta temperatura ainda mais elevada, a taxa de purificação de NOx cai.

[0072] Desta forma, quando a temperatura TC do catalisador alcança 400°C ou mais, a taxa de purificação de NOx cai devido a que se a temperatura TC do catalisador alcançar 400°C ou mais, os nitratos se decompõem pelo calor e são liberados na forma de NO₂ do catalisador de purificação da descarga 13. Isto é, enquanto o armazenamento NOx na forma de nitratos, quando a temperatura TC do catalisador for alta, é difícil obter uma taxa de purificação de NOx elevada. Todavia, no novo método de purificação de NOx mostrado da Fig. 4 às Figuras 6A e 6B, como será entendido a partir Figuras 6A e 6B, nitratos não são formados ou mesmo se formados são extremamente pequenos em quantidade, conseqüentemente, conforme mostrado na

FIG. 5, mesmo quando a temperatura TC do catalisador for alta, uma elevada taxa de purificação de NOx é obtida.

[0073] Portanto, na presente invenção, uma válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 para a alimentação de hidrocarbonetos está disposta no interior de uma passagem escapamento do motor, corrente abaixo da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 dentro da passagem da descarga do motor, um catalisador de purificação da descarga 13 para reagir com o NOx contido nos gases da descarga e hidrocarbonetos regenerados está disposto corrente abaixo da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 na passagem escapamento do motor, catalisadores de metais preciosos 51 e 52 são transportados na superfície do fluxo dos gases de descarga do catalisador de purificação da descarga 13 uma parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga 54 é formada ao redor dos catalisadores de metais preciosos 51 e 52, o catalisador de purificação da descarga 13 tem a propriedade de reduzir o NOx o qual está contido no gás da descarga se uma concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação for feita vibrar por dentro de uma faixa de amplitude predeterminada e dentro de uma faixa predeterminada do período e tem uma propriedade de ser aumentada na quantidade de armazenamento de NOx o qual está contido no gás da descarga se o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos for feito mais longo do que a faixa predeterminada, no momento da operação do motor, a concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é feita vibrar dentro de um período de amplitude predeterminado e dentro de uma faixa predeterminada do período e tem a propriedade de ser aumentada na quantidade de armazenamento de NOx a qual está contida no gás da descarga se o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos for feito mais longo do que esta faixa predeterminada, e, no momento da operação

do motor, a concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é feita vibrar dentro da faixa predeterminada de amplitude e com uma faixa predeterminada do período para deste modo reduzir o NOx que está contido nos gases da descarga no catalisador de purificação da descarga 13.

[0074] Isto é, o método de purificação de NOx o qual é mostrado da Fig. 4 às Figuras 6A e 6B pode ser dito que é um novo método de purificação do NOx projetado para remover o NOx sem formar quase qualquer nitrato, no caso de usar um catalisador de purificação da descarga o qual leva catalisadores de metais preciosos e forma uma camada básica a qual pode absorver o NOx. Na realidade, quando se usa este novo método de purificação do NOx, os nitratos que são detectados a partir da camada básica 53 tornam-se muito menores na quantidade, em comparação com o caso onde se faz o catalisador de purificação da descarga 13 funcionar como um catalisador de armazenamento de NOx. Nota-se que, este novo método de purificação NOx será citado abaixo como o primeiro método de purificação de NOx.

[0075] Em seguida, fazendo referência da FIG. 10 à Fig. 15, este primeiro método de purificação de NOx será explicado um pouco mais detalhado.

[0076] A FIG. 10 mostra ampliada a alteração da relação ar-combustível (A / F) mostrada na FIG. 4. Nota-se que, como explicado acima, a variação da relação ar-combustível (A / F) nos gases de descarga que fluem para dentro deste catalisador de purificação da descarga 13 mostra simultaneamente a mudança na concentração dos hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13. Nota-se que, na FIG. 10, ΔH mostra a amplitude da alteração na concentração HC de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13, enquanto ΔT mostra o período de vibração da concentração dos hidrocarbonetos que flui

para dentro do catalisador de purificação da descarga 13.

[0077] Além disso, na FIG. 10, $(A / F)_b$ mostra a relação ar-combustível de base, a qual mostra a relação ar-combustível do gás de combustão para gerar a potência do motor. Em outras palavras, esta relação ar-combustível $(A / F)_b$ de base mostra a relação ar-combustível do gás da descarga o qual foi para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 quando parar a alimentação de hidrocarbonetos. Por outro lado, na FIG. 10, X mostra o limite superior da relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ utilizado para produzir o intermediário de redução sem o NO_x^* ativo produzido sendo armazenado na forma de nitratos dentro da camada básica 53. Para fazer o NO_x^* ativo e os hidrocarbonetos regenerados reagirem para produzir um intermediário de redução, relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ tem que ser feita mais baixa do que este limite superior X da relação ar-combustível.

[0078] Em outras palavras, na FIG. 10, X mostra o limite inferior da concentração de hidrocarbonetos requerida para fazer o NO_x^* ativo e hidrocarbonetos regenerados reagirem para produzir um intermediário de redução. Para produzir o intermediário de redução, a concentração de hidrocarbonetos tem de ser feita maior do que este limite inferior X. Neste caso, se o intermediário de redução produzido é determinada pela relação entre a concentração de oxigênio e a concentração de hidrocarbonetos ao redor do NO_x^* ativo, isto é, a relação ar-combustível $(A / F)_{in}$.

[0079] No exemplo mostrado na FIG. 10, a relação mínima exigida de ar-combustível X é rica, portanto, neste caso, para formar o intermediário de redução, a proporção ar-combustível $(A / F)_{in}$ é instantaneamente feita a relação mínima exigida de ar-combustível X ou menos, é rica. Em oposição a isto, no exemplo mostrado na FIG. 11, a relação mínima exigida de ar-combustível X é magra. Neste caso, a proporção ar-combustível $(A / F)_{in}$ é mantida magra enquanto periodi-

camente reduzindo a relação de ar-combustível (A / F)_{in} de modo a formar o intermediário de redução.

[0080] Neste caso, se a relação mínima exigida de ar-combustível X se torna rica ou se torna magra depende da força oxidante do catalisador de purificação da descarga 13. Neste caso, o catalisador de purificação da descarga 13, por exemplo, torna-se mais forte na força oxidante se aumentando a quantidade levada do metal precioso 51 e torna-se mais forte na força oxidante se reforçar a acidez. Portanto, a força oxidante do catalisador de purificação da descarga 13 muda devido à quantidade transportada do metal precioso 51 ou a força da acidez.

[0081] Agora, se usar um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante forte, como mostrado na FIG. 11, se mantiver a relação ar-combustível (A / F)_{in} magra, os hidrocarbonetos acabam se tornando completamente oxidados enquanto periodicamente diminui a proporção de ar-combustível (A / F)_{in}, os hidrocarbonetos acabam se tornando completamente oxidados quando a relação ar-combustível (A / F)_{in} é reduzida. Como resultado, um intermediário de redução já não pode ser produzido. Em oposição a isto, quando se usa um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante forte, como mostrado na FIG. 10, se fizer a relação ar-combustível (A / F)_{in} periodicamente rica, quando a proporção de ar-combustível (A / F)_{in} é enriquecida, parte dos hidrocarbonetos não será completamente oxidada, porém será parcialmente oxidada, isto é, os hidrocarbonetos serão regenerados, conseqüentemente um intermediário de redução será produzido. Portanto, quando se utiliza um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante forte, relação mínima exigida de ar-combustível X tem que ser enriquecida.

[0082] Por outro lado, quando se usa um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante fraca, como mostrado na FIG.

11, se mantiver a relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ magra enquanto abaixa periodicamente a proporção de ar-combustível $(A / F)_{in}$, parte dos hidrocarbonetos não será completamente oxidada, porém será parcialmente oxidada, isto é, os hidrocarbonetos serão regenerados, e conseqüentemente um intermediário de redução será produzido. Em oposição a isto, quando se usa um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante fraca, como mostrado na FIG. 10, se fizer a relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ periodicamente rica, uma grande quantidade de hidrocarbonetos não será descarregada do catalisador de purificação da descarga 13 sem estar oxidada e conseqüentemente a quantidade de hidrocarbonetos a qual é consumida de modo anti-econômico aumentará. Portanto, quando se utiliza um catalisador de purificação da descarga 13 com uma força oxidante fraca, relação mínima exigida de ar-combustível X tem que ser feita magra.

[0083] Isto é, é sabido que a relação mínima exigida de ar-combustível X, como mostrada na FIG. 12, tem de ser reduzida enquanto mais forte for a força de oxidação do catalisador de purificação da descarga 13. Abaixo, tomando como exemplo o caso em que a relação mínima exigida de ar-combustível X é rica, a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 e o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 serão explicadas.

[0084] Agora, se a relação ar-combustível $(A / F)_b$ de base se tornar maior, isto é, se a concentração de oxigênio no gás da descarga antes dos hidrocarbonetos serem alimentados se tornar mais alta, a quantidade de hidrocarbonetos alimentada necessária para fazer a relação ar-combustível (A / F) na relação mínima exigida de ar-combustível X ou menor aumenta e junto com esta quantidade de hidrocarbonetos em excesso a qual não contribui para a produção do

intermediário de redução também aumenta. Neste caso, para remover o NOX bem, como explicado acima, é necessário fazer oxidar os hidrocarbonetos em excesso. Então, para remover o NOX bem, quanto maior a quantidade de hidrocarbonetos em excesso, maior a quantidade de oxigênio que é necessária.

[0085] Neste caso, se elevar a concentração de oxigênio no gás de descarga, a quantidade de oxigênio pode ser aumentada. Portanto, para remover bem o NOx, quando a concentração de oxigênio no gás da descarga antes dos hidrocarbonetos serem alimentados for alta, é necessário elevar a concentração de oxigênio no gás da descarga após a alimentação dos hidrocarbonetos. Isto é, quanto maior a concentração oxigênio no gás da descarga antes dos hidrocarbonetos serem alimentados, maior a amplitude da concentração de hidrocarbonetos que tem de ser feita.

[0086] A FIG. 13 mostra a relação entre a concentração de oxigênio no gás da descarga antes dos hidrocarbonetos serem alimentados e a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos quando a mesma taxa de purificação de NOx é obtida. Para obter mesma taxa de purificação de NOx, da FIG. 13, é sabido que quanto mais alta a concentração oxigênio no gás da descarga antes dos hidrocarbonetos serem alimentados, maior a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos que tem de ser feita. Isto é, para obter a mesma taxa de purificação NOx, quanto maior a relação ar-combustível $(A / F)_b$ de base, maior a amplitude ΔT da concentração de hidrocarbonetos que tem de ser feita. Em outras palavras, para remover bem o NOx, quanto menor a relação ar-combustível $(A / F)_b$ de base, maior a amplitude ΔT da concentração de hidrocarbonetos que pode ser reduzida.

[0087] A este respeito, a relação ar-combustível $(A / F)_b$ de base torna-se a mais baixa no momento de uma operação de aceleração. Neste momento, se a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbone-

to é de aproximadamente 200 ppm, é possível remover o NOx bem. A relação ar-combustível (A / F)_b de base é normalmente maior no momento de uma operação de aceleração. Por conseguinte, como mostrado na FIG. 14, se a amplitude ΔH da concentração de hidrocarboneto for de 200 ppm ou mais, uma taxa de purificação do NOx excelente pode ser obtida.

[0088] Por outro lado, é sabido que quando a relação ar-combustível (A / F)_b de base é a mais alta, se fizer a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos 10000 ppm ou menos, é obtida uma taxa de purificação de NOx excelente. Portanto, na presente invenção, a faixa predeterminada da amplitude da concentração de hidrocarboneto é feita de 200 ppm a 10.000 ppm.

[0089] Além disso, se o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos torna-se mais longo, a concentração de oxigênio ao redor do NOx* ativo torna-se mais elevada no período de tempo após os hidrocarbonetos serem alimentados do que quando os hidrocarbonetos são alimentados a seguir. Neste caso, se o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos, se torna mais longo do que aproximadamente 5 segundos, a maioria do NOx* ativo começa a ser absorvido sob a forma de nitratos dentro da camada básica 53. Por conseguinte, como mostrado na FIG. 15, se o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos se torna mais longo do que aproximadamente 5 segundos, a taxa de purificação de NOx cai. Por conseguinte, o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos tem que ser feito de 5 segundos ou menos.

[0090] Por outro lado, se o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos se torna de aproximadamente 0,3 segundos ou menos, os hidrocarbonetos alimentados começam a se acumular na superfície do fluxo do gás da descarga do catalisador de purificação da descarga 13, por conseguinte, como mostrado na FIG. 15, se o pe-

período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos se torna de aproximadamente 0,3 segundos ou menos, a taxa de purificação de NOx cai. Portanto, na presente invenção, o período de vibração da concentração de hidrocarboneto é feito de 0,3 segundos a 5 segundos.

[0091] Em seguida, fazendo referência da Fig. 16 a Fig. 19, um método de purificação do NOx no caso quando se faz o catalisador de purificação da descarga 13 funcionar como um catalisador armazenamento de NOx, será explicado em detalhe. O método de purificação do NOx no caso quando se faz o catalisador de purificação da descarga 13 funcionar como um catalisador armazenamento de NOx desta forma será citado abaixo como o segundo método de purificação de NOx.

[0092] Neste segundo método de purificação de NOx, conforme mostrado na FIG. 16, quando a quantidade armazenada NOx equivale a ΣNOX de NOx o qual é armazenado na camada básica 53 excede um valor MAX predeterminado permissível, a relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é tornada rica temporariamente. Se a relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga é enriquecida, o NOx o que estava armazenado na camada básica 53 quando a relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga era magra é liberada de uma só vez da camada básica 53 e reduzida. Devido a isto, o NOx é removido.

[0093] O NOx armazenado equivale a ΣNOX é, por exemplo, calculado a partir do montante de NOx o qual é descarregado do motor. Nesta modalidade de acordo com a presente invenção, o NOx descarregado equivale à NOXA de NOx o qual é descarregado do motor por unidade de tempo é armazenado como uma função do torque de saída do motor T_e e velocidade N do motor na forma de um mapa tal como mostrado na FIG. 17 com antecedência na ROM 32. A quantidade de

NOx armazenada ΣNOX é calculada a partir da quantidade de NOx NOXA. Neste caso, tal como explicado antes, o período durante o qual a relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ do gás da descarga é enriquecida normalmente 1 minuto ou mais.

[0094] Neste segundo método de purificação de NOx, conforme mostrado na FIG. 18, o injetor de combustível 3 injeta combustível adicional WR dentro da câmara de combustão 2 em acréscimo ao Q de geração de potência-uso de combustível de forma que a relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é tornada rica. Observa-se que, na FIGURA 18, a abscissa indica o ângulo do virabrequim. Este combustível adicional WR é injetado num sincronismo em que ele vai queimar, mas não aparece como potência do motor, isto é, ligeiramente antes ATDC90° após o ponto morto superior da compressão. Esta quantidade de combustível é armazenada como uma função do torque T_e de potência do motor e velocidade N do motor, na forma de um mapa tal como mostrado na FIG. 19 antecipadamente na ROM 32. Certamente que, neste caso, também é possível fazer aumentar a quantidade alimentada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos de modo a tornar rica a relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás de descarga.

[0095] Agora, voltando novamente à explicação do primeiro método de purificação do NOx, para usar o primeiro método de purificação de NOx para remover bem o NOx tal como explicado antes, a amplitude ΔH e período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos têm de ser adequadamente controlados. Isto é, para utilizar o primeiro método de purificação NOx para remover bem o NOx, é necessário controlar a amplitude ΔH da concentração de hidrocarbonetos de modo que relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 se torne a relação

mínima exigida de ar-combustível X ou menor, e é necessário controlar o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos para 0,3 segundos a 5 segundos.

[0096] Neste caso, a presente invenção a amplitude ΔH da concentração de hidrocarboneto é controlada através do controle da quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 o período de vibração ΔT da concentração de hidrocarbonetos é controlada ao se controlar o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação 15 de hidrocarbonetos. Neste caso, a quantidade de hidrocarbonetos injetada pela válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 pode ser comandada pelo controle de pelo menos uma parte do tempo de injeção ou da pressão de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. No entanto, abaixo a presente invenção será explicada com referência ao caso de controlar a quantidade de injeção, controlando o tempo de injeção enquanto mantém a pressão de injeção constante.

[0097] Agora então, nesta modalidade de acordo com a presente invenção, o grau de abertura ótima da válvula de aceleração 10 e do grau de abertura ótima da válvula de controle EGR 17 de acordo com o estado de funcionamento do motor são encontrados com antecedência por meio de experimentos. Além disso, a relação ar-combustível (A / F)_b de base ótima a qual é obtida quando a válvula de aceleração 10 e a válvula de controle EGR 17 têm feito os graus de abertura ótima, também é encontrado antecipadamente por meio de experimentos. FIG. 20A mostra a relação ar-combustível (A / F)_b de base ótima qual é descoberta por meio de experimentos como uma função da velocidade N do motor e do torque de saída do motor T_e. Nota-se que, as linhas sólidas na FIG. 20A expressam as linhas de equivalentes da relação ar-combustível das relações ar-combustível mostradas pelos valores numéricos.

[0098] No momento da operação do motor, a quantidade injeção de combustível a partir do injetor de combustível 3 é controlada de modo que a relação ar-combustível (A/F)_b no gás da descarga o qual é mostrado na FIG. 20A. Nota-se que, a relação ar-combustível (A / F)_b de base ótima a qual é mostrada na FIG. 20A é armazenada como uma função da velocidade do motor N e o torque de saída Te do motor na forma de um mapa tal como mostrado na FIG.20B antecipadamente na ROM 32.

[0099] Além disso, o período de injeção ótimo de hidrocarboneto ΔT e o período de injeção ótimo de hidrocarboneto WT os quais dão a maior taxa de purificação de NO_x quando a ação de purificação de NO_x é realizada pelo primeiro método de purificação de NO_x são descobertos antecipadamente por meio de experimentos. A FIG. 21A mostra o período ótimo de injeção de hidrocarboneto ΔT descoberto antecipadamente por meio de experimentos como uma função da velocidade do motor N e o torque de saída Te do motor. Nota-se que, as linhas sólidas na FIG. 21A mostram os períodos equivalentes de injeção de hidrocarbonetos. Como será compreendido a partir da FIG. 21A, o período de injeção ótimo ΔT de hidrocarbonetos torna-se mais curto quanto mais baixa a velocidade do motor N e torna-se menor quanto maior for o torque de saída do motor Te.

[00100] O período de injeção ótimo ΔT de hidrocarbonetos o qual é mostrado na FIG. 21A é armazenado como uma função do torque de saída do motor Te e velocidade N do motor na forma de um mapa tal como mostrado na FIG. 21B antecipadamente na ROM 32. Além disso, o período de injeção ótimo de hidrocarboneto WT o qual é descoberto por meio de experimentos também é armazenado como uma função da velocidade N do motor e do torque de saída do motor Te na forma de um mapa tal como mostrado na FIG. FIG. 21C antecipadamente na ROM 32.

[00101] A FIG. 22A mostra uma alteração da relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ no gás da descarga que flui para dentro deste catalisador de purificação da descarga 13 quando o período de injeção de hidrocarbonetos é feito o período de injeção ótimo ΔT de hidrocarbonetos o qual é mostrado na FIG. 21B o período de injeção de hidrocarboneto WT o qual é mostrado na FIG. 21C, enquanto a FIG. 22B mostra uma mudança na relação ar-combustível a qual é detectada pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível nesta ocasião. Como será compreendido a partir das FIG. 22A e FIG. 22B, um pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ da relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ do gás da descarga que flui para dentro deste catalisador de purificação da descarga 13 torna-se rica, enquanto um pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ da relação ar-combustível o qual é detectado pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível quando se torna magra. Acredita-se que seja porque parte dos hidrocarbonetos que são alimentados se deposita de uma vez no catalisador de purificação da descarga 13, depois se evaporam com uma diferença de tempo através da qual as alterações na relação ar-combustível do gás da descarga que flui para fora do catalisador de purificação da descarga 13 são suavizadas, assim o valor de pico da relação ar-combustível torna-se menor.

[00102] O pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ o qual é detectado pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível quando o período de injeção de hidrocarbonetos é feito o período de injeção ótimo ΔT de hidrocarbonetos o qual é mostrado na FIG. 21B o período de injeção de hidrocarboneto WT o qual é mostrado na FIG. 21C, é descoberto antecipadamente por experimentos. O pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ o qual é descoberto antecipadamente por experimentos é armazenado de antemão como o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ com relação aos

diferentes estados de operação do motor. Nesta modalidade da presente invenção, o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ é armazenado como uma função da velocidade do motor N e o torque de saída T_e do motor na forma de um mapa tal como mostrado na FIG.23 antecipadamente na ROM 32.

[00103] A FIG. 24 mostra esquematicamente a relação entre a corrente de saída I dos sensores da relação ar-combustível 23 e 24 e da relação ar-combustível. A partir da FIG. 24, será compreendido que a corrente de saída I dos sensores da relação ar-combustível 23 e 24 muda em conformidade com a relação ar-combustível e, por conseguinte, é possível detectar a relação ar-combustível a partir da corrente de saída I dos sensores da relação ar-combustível 23 e 24.

[00104] Se o período de injeção de hidrocarbonetos se desvia do período ótimo de injeção de hidrocarbonetos WT o qual é mostrado na FIG. 21C, o pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ da relação ar-combustível o qual é detectado pelo sensor do lado corrente abaixo da relação ar-combustível 24 afasta-se igualmente do valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ o qual é mostrado na FIG. 23. Neste momento, se controlar o período de injeção de hidrocarboneto, de tal forma que pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ da relação ar-combustível o qual é detectado pelo sensor do lado corrente abaixo da relação ar-combustível 24 torna-se o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ o qual é mostrado na FIG. 23, o período de injeção de hidrocarbonetos torna-se o período de injeção de hidrocarbonetos ótimo WT o qual é mostrado na FIG. 21C e, como resultado a taxa máxima de purificação de NO_x pode ser assegurada.

[00105] Deste modo, se arranjar o lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível no catalisador de purificação da descarga 13, torna-se possível utilizar o sinal de saída do lado corrente abai-

xo do sensor 24 da relação ar-combustível como a base para controlar o período injeção de hidrocarbonetos para o período ótimo de injeção de hidrocarbonetos. Portanto, na presente invenção, o lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível para detectar a relação ar-combustível dos gases de descarga é disposto na passagem da descarga do motor do catalisador de purificação da descarga 13, e a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é controlada com base no sinal de saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível de forma que a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 passa a estar dentro de uma faixa pré-determinada de amplitude.

[00106] Explicando isso com um pouco mais de detalhes como mostrado na FIG. 22A, quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é controlado de forma que a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 vibra por uma faixa pre-determinada do período, como mostrado na FIG. 22B, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível também vibra. Neste caso, na modalidade de acordo com a presente invenção, quando o pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ o qual é detectado pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível torna-se o lado magro da relação pré-determinada de ar-combustível $(A/F)_t$, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é aumentada enquanto que o pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ o qual é detectado pelo lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível torna-se o lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_t$ predeterminada, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é diminuída.

[00107] A seguir, a rotina de controle operacional a qual é mostrada na FIG. 25 será explicada. Nota-se que, esta rotina é executada por interrupção a cada período de tempo fixo.

[00108] Consultando a FIG. 25, em primeiro lugar, na etapa 60, é avaliado a partir do sinal de saída do sensor de temperatura 25 se uma temperatura de TC do catalisador de purificação da descarga 13 excede uma temperatura de ativação T_{Co} . Quando $TC < T_{Co}$, isto é, quando o catalisador de purificação da descarga 13 não for ativado, avalia-se que o segundo método de purificação de NO_x deve ser usado, então a rotina prossegue para a etapa 61. Na etapa 61, a quantidade de NO_x NO_xA descarregada por unidade de tempo é calculada a partir do mapa o qual é mostrado na FIG. 17. A seguir, na etapa 62, a quantidade de NO_x NO_xA é somada à ΣNO_x de forma a calcular a quantidade de NO_x armazenada ΣNO_x . A seguir, na etapa 63, é avaliado se a quantidade de NO_x armazenada ΣNO_x excede o valor MAX permissível.

[00109] Quando é avaliado na etapa 63 que $\Sigma NO_x \leq MAX$, a rotina prossegue para a etapa 64 onde o processamento é realizado para injetar combustível desde o injetor de combustível 3. Neste momento, o combustível é injetado a partir do injetor de combustível 3 de modo a dar uma predeterminada relação ar-combustível magra a qual é determinada a partir do estado de funcionamento do motor. Em oposição a isto, quando é avaliado na etapa 63 que $\Sigma NO_x > MAX$, a rotina prossegue para a etapa 65 onde o controle rico I é realizado. Isto é, a quantidade adicional de combustível WR é calculada a partir do mapa que é mostrado na FIG. 19 e a ação de injetar combustível adicional é realizada. Neste momento, o NO_x armazenado é liberado do catalisador de purificação da descarga 13. A seguir, na etapa 66, ΣNO_x é limpa.

[00110] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 60 que

$TC \geq TCo$, isto é, quando o catalisador de purificação da descarga 13 é ativado, a rotina prossegue para a etapa 67, onde é avaliado se $TC < TCo$ no momento da interrupção anterior. Quando $TC < TCo$ no momento da interrupção anterior, isto é, quando o catalisador de purificação da descarga 13 é agora ativado, a rotina prossegue para a etapa 68, onde o controle rico II é realizado. Neste momento também, a quantidade adicional de combustível WR é calculada a partir do mapa que é mostrado na FIG. 19, a ação de injeção do combustível adicional é realizada, e o NOx armazenado é liberado do catalisador de purificação da descarga 13. A seguir, na etapa 69, ΣNOX é limpa.

[00111] Em oposição a isto, quando $TC \geq TCo$ mesmo no momento da interrupção anterior, isto é, quando o catalisador de purificação da descarga 13 já é ativado, a rotina prossegue para a etapa 70, onde o controle operacional I é realizado. Neste controle operacional I, uma ação de purificação de NOx é executada pelo primeiro método de purificação de NOx de acordo com a presente invenção. Isto é, quando o catalisador de purificação da descarga 13 não é ativado, uma ação de purificação de NOx é realizada pelo segundo método de purificação de NOx. Se o catalisador de purificação da descarga 13 for ativado, o segundo método de purificação de NOx for alterado para o primeiro método de purificação de NOx.

[00112] Quando o segundo método de purificação de NOx for alterado para o primeiro método de purificação de NOx, se o catalisador de purificação da descarga 13 armazenar o NOx, o NOx que é armazenado no catalisador de purificação da descarga 13 é liberado de uma só vez sem ser reduzido. Portanto, no exemplo que se mostra na FIG. 25, para parar o NOx que é armazenado no catalisador de purificação da descarga 13 desta forma sendo liberado de uma só vez sem ser reduzido, imediatamente antes que o segundo método de purificação de NOx ser comutado para o primeiro método de purificação de

NOX, na etapa 68, o controle rico II é executado para liberar o NOX armazenado do catalisador de purificação da descarga 13 pelo segundo método de purificação de NOx.

[00113] Em seguida, o controle operacional I o qual é realizado na etapa 70, isto é, a ação de purificação de NOX pelo primeiro método de purificação de NOX, será explicada. A FIG. 26 e a FIG. 27 mostram uma primeira modalidade deste controle operacional I.

[00114] Consultando-se a FIG.26, primeiro na etapa 80, o valor alvo da relação ar-combustível de base, isto é, a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo, é calculada a partir do mapa o qual é mostrado na FIG. 20B. Em seguida, na etapa 81, a quantidade de ar de admissão GA é calculada a partir do sinal de saída do detector de quantidade de entrada de ar 8. Em seguida, na etapa 82, a quantidade de combustível injetado Q para a geração da saída do injetor de combustível 3 a qual é necessária para fazer a relação ar-combustível de base, a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo é calculada a partir da relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo e da quantidade de ar de admissão GA. Em seguida, na etapa 83, o tempo de injeção de combustível QT é calculado a partir desta quantidade de injeção de combustível Q. Em seguida, na etapa 84, o processamento da injeção de combustível é realizado para injetar o combustível desde o injetor de combustível 3 em conformidade com este tempo injeção de combustível QT.

[00115] Em seguida, na etapa 85, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos ΔT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21B. Em seguida, na etapa 86, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos WT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21C. Em seguida, na etapa 87, o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG.23. Em seguida, na etapa 88, o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é detectado da saída do lado corrente abaixo

do sensor 24 da relação ar-combustível.

[00116] Em seguida, na etapa 89, é avaliado que se o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real for maior do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ acrescido de um pequeno valor constante α . Quando $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$, a rotina prossegue para a etapa 90 onde um valor constante ΔK é adicionado ao coeficiente de correção K para o período de injeção de hidrocarbonetos WT . Em seguida, a rotina prossegue para a etapa 93, onde um período de injeção de hidrocarbonetos WT multiplicado pelo coeficiente de correção K ($K \cdot WT$) é feito o período de injeção WTO de hidrocarbonetos final.

[00117] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 89 que $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$ não se sustenta, a rotina prossegue para a etapa 91, onde é avaliado se o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é menor do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ menos o valor constante α . Quando $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$, a rotina prossegue para a etapa 92 onde o coeficiente de correção K é reduzido pelo valor constante ΔK após o qual a rotina prossegue para a etapa 93. A seguir, na etapa 94, processamento da injeção de hidrogênio é realizado para injetar hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 de acordo com o período final WT de injeção de hidrocarbonetos.

[00118] Deste modo, nesta modalidade, quando $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$, o período de injeção de hidrocarbonetos é aumentado, enquanto que, quando $(A/F)_p < (A/F)_t - \alpha$, o período de injeção de hidrocarbonetos é feito diminuir, então o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é feito para coincidir com o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$. Como resultado, uma taxa de purificação do NO_x elevada pode ser obtida.

[00119] A este respeito, na primeira modalidade deste controle operacional I, a quantidade de combustível de injeção Q para geração da

saída a que é necessária para fazer a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo é calculada baseada na relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo e na quantidade de ar de admissão G_A a qual é detectada pelo detector do ar de admissão 8, então o tempo de injeção de combustível Q_T é calculado a partir desta quantidade injeção de combustível Q . Neste caso, desde que o detector 8 de quantidade de ar de admissão estiver operando normalmente, a relação ar-combustível de base é mantida na relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo. A este respeito, neste caso, por exemplo, se o detector 8 da quantidade de ar de admissão se deteriorou e esse sinal de saída do detector 8 do ar de admissão não mostra mais com precisão a quantidade de ar de admissão, a relação ar-combustível de base não mais corresponderá à relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo.

[00120] Por outro lado, na primeira modalidade do controle operacional I, o lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível é usado para fazer o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ por controle de realimentação da quantidade de alimentação de hidrocarbonetos. Neste caso, mesmo se a relação ar-combustível de base se desviou da relação ar-combustível alvo $(A/F)_b$, o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é controlado para tornar-se o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$. Isto é, na primeira modalidade deste controle operacional I, mesmo se a relação ar-combustível de base se desviar, o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é controlado para se tornar o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$.

[00121] Contudo, pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ da relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ do gás da descarga que flui para dentro deste catalisador de purificação da descarga 13, o qual dá a taxa de purificação de NOX mais elevada é determinada com respeito

à relação ar-combustível de base. Este pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ o qual dá a taxa de purificação de NOx mais elevada muda proporcionalmente se a relação ar-combustível de base mudar. Então, quando a relação ar-combustível de base se desvia da relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo, a relação ar-combustível de base é de preferência devolvida à relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo.

[00122] Portanto, na segunda modalidade do controle operacional I, a qual é mostrada na etapa 70 da FIG. 25, o lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível é usado para controlar a relação ar-combustível de base para a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo. Isto é, na segunda modalidade deste controle operacional I, relação ar-combustível o gás da descarga o qual é expelido pelo motor é detectada pelo lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível, e o tempo de injeção de combustível QT do injetor de combustível 3 é corrigido de forma que a relação ar – combustível detectada se torna a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo. Se usar o lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível desta maneira, mesmo se o detector 8 de quantidade de ar de admissão se deteriorar, a relação ar-combustível de base pode ser mantida na relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo.

[00123] A FIG. 28 e a FIG. 29 mostra a rotina para trabalhar a segunda modalidade deste controle operacional I. Nota-se que, na rotina que é mostrada na FIG. 28 e na FIG. 29, os etapas 100 a 103 são os mesmos etapas 80 a 83 da FIG. 26. na rotina que é mostrada na FIG. 28 e na FIG. 29, os etapas 111 e 120 são os mesmos etapas 85 a 94 da FIG. 26 da FIG. 27.

[00124] Isto é, consultando-se a FIG.28, primeiro na etapa 100, o valor alvo da relação ar-combustível de base, isto é, a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo, é calculada a partir do mapa o qual é mostrado na FIG. 20B. Em seguida, na etapa 101, a quantidade de ar de

admissão GA é calculada a partir do sinal de saída do detector de quantidade de entrada de ar 8. Em seguida, na etapa 102, a partir da relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo e da quantidade de ar de admissão GA, a quantidade de combustível de injeção Q para geração da saída desde o injetor de combustível 3 a que é necessária para fazer da relação ar-combustível a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo é calculada. Em seguida, na etapa 103, tempo de injeção de combustível QT é calculado a partir desta quantidade Q de injeção de combustível. Em seguida, na etapa 104, a saída do lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível é usado como a base para detectar a relação ar-combustível $(A / F)_a$ real do gás da descarga o qual é expelido pelo motor. Em seguida, na etapa 105, é avaliado que se a relação ar-combustível $(A / F)_a$ real for maior do que a relação ar-combustível $(A/F)_b$ alvo acrescido de um pequeno valor constante β . Quando $(A/F)_a > (A/F)_b + \beta$, a rotina prossegue para a etapa 106 onde o coeficiente de correção G para o tempo de injeção de combustível QT é aumentado por um valor constante ΔG . Em seguida, a rotina prossegue para a etapa 106, onde o tempo de injeção de combustível QT multiplicado pelo coeficiente de correção G, isto é, o valor $(G \text{ QT})$, é feito o tempo final de injeção de combustíveis.

[00125] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 105 que $(A/F)_a > (A/F)_b + \beta$ não se sustenta, a rotina prossegue para a etapa 107, onde é avaliado se a relação ar-combustível $(A / F)_a$ real do gás da descarga que é expelido pelo motor é menor do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_b$ menos um valor constante β . Quando $(A/F)_a < (A/F)_b - \beta$, a rotina prossegue para a etapa 108 onde o coeficiente de correção G é reduzido por um valor constante ΔG então a rotina prossegue para a etapa 109. A seguir, na etapa 110, o processamento da injeção de hidrogênio é realizado para injetar combustível a partir injetor de combustível 3 de acordo com o tempo de inje-

ção de combustível QTO.

[00126] Deste modo, nesta modalidade, quando $(A/F)_a > (A/F)_b + \beta$, o tempo de injeção de combustível é aumentado, enquanto que, quando $(A/F)_a < (A/F)_b - \beta$, o tempo de injeção de combustível é feito diminuir, então a relação ar-combustível real do gás da descarga que é expelido pelo motor, isto é, a relação ar-combustível $(A/F)_a$ de base, é feita para coincidir com a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo.

[00127] Em seguida, na etapa 111, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos ΔT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21B. Em seguida, na etapa 112, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos WT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21C. Em seguida, na etapa 113, o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 23. Em seguida, na etapa 114, o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é detectado da saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível.

[00128] Em seguida, na etapa 115, é avaliado que se o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real for maior do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ acrescido de um pequeno valor constante α . Quando $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$, a rotina prossegue para a etapa 116 onde um valor constante K para o período de injeção de hidrocarbonetos WT é aumentado num valor constante ΔK . Em seguida, a rotina prossegue para a etapa 119, onde o período de injeção de hidrocarbonetos WT multiplicado pelo coeficiente de correção K , isto é, o valor $(K WT)$, é feito o período final WTO de injeção de hidrocarbonetos.

[00129] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 115 que $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$ não se sustenta, a rotina prossegue para a etapa 117, onde é avaliado se o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é menor do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível

$(A/F)_t$ menos o valor constante α . Quando $(A/F)_p < (A/F)_t - \alpha$, a rotina prossegue para a etapa 118 onde o coeficiente de correção K é reduzido por um valor constante ΔK depois a rotina prossegue para a etapa 119. A seguir, na etapa 120, processamento da injeção de hidrocarbonetos é realizado para injetar hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 de acordo com o período final WT de injeção de hidrocarbonetos.

[00130] Deste modo, quando $(A/F)_p > (A/F)_t + \alpha$, o período de injeção de hidrocarbonetos é aumentado, enquanto que, quando $(A/F)_p < (A/F)_t - \alpha$, o período de injeção de hidrocarbonetos é feito diminuir, então o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_p$ real é feito para coincidir com o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$.

[00131] Desta forma, na segunda modalidade deste controle operacional I, tanto na base do sinal de saída do lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível disposto na passagem da descarga do motor corrente acima da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 e o sinal de saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível, a quantidade de hidrocarbonetos injetada da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é controlada de tal forma que a amplitude na mudança da concentração de hidrocarbonetos os quais fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 passa a estar dentro de uma faixa pré-determinada de amplitude. Neste caso, na segunda modalidade deste controle operacional I, a quantidade de combustível que é alimentada para a câmara de combustão do motor 2 é controlada com base no sinal de saída do lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível de forma que a relação ar-combustível do gás da descarga o qual é expelido pelo motor, isto é, a relação ar-combustível de base, torna-se uma a relação predeterminada de ar-combustível, isto é a relação ar-combustível

(A/F)_b alvo. Baseado no sinal de saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível, o pico no lado rico da relação ar-combustível (A / F)_p da relação ar-combustível (A / F)_p do gás da descarga que flui para fora do catalisador de purificação da descarga 13 é controlado para se tornar o valor de pico alvo na relação ar-combustível (A/F)_t. Isto é, na segunda modalidade deste controle operacional I, num estado onde a relação ar-combustível de base é mantida na relação ar-combustível (A/F)_b alvo, o pico no lado rico da relação ar-combustível (A/F)_r da relação ar-combustível (A/F)_{in} do gás da descarga o qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é controlada com precisão para a relação ar-combustível (A / F)_b alvo, portanto, uma taxa de purificação do NO_x elevada pode ser obtida.

[00132] A seguir, uma terceira modalidade do controle operacional I a qual é mostrada na etapa 70 da FIG. 25 será explicada. Nesta terceira modalidade do controle operacional I, a relação ar-combustível (A / F)_a real a qual é detectada pelo lado corrente acima do sensor 23 e o pico no lado rico da relação ar-combustível (A/F)_p real a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível são usadas para calcular o período de injeção de hidrocarbonetos WTO da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 a partir da diferença entre a relação ar-combustível (A / F)_a real a qual é detectada pelo lado corrente acima do sensor 23 e a relação ar-combustível (A / F)_b alvo e a diferença do pico no lado rico da relação ar-combustível (A/F)_p real a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e o pico da relação ar-combustível (A/F)_t alvo na base da seguinte fórmula.

$$WTO \leftarrow WT \cdot [1 + K1 \cdot ((A/F)_a - (A/F)_b) + K2 \cdot ((A/F)_p - (A/F)_t)]$$

[00133] Onde, WT é o período de injeção de hidrocarbonetos WTO da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 o qual é calculado a

partir do mapa que é mostrado na FIG. 21C, e K1 e K2 são constantes positivas.

[00134] A partir da fórmula acima, é entendido que quando a relação ar-combustível $(A/F)_a$ real qual é detectada pelo sensor 23 no lado corrente acima da relação ar-combustível está no lado magro da relação alvo de ar-combustível $(A/F)_b$, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita aumentar, enquanto que a relação ar-combustível $(A/F)_a$ real a qual é detectado pelo sensor 23 no lado corrente acima da relação ar-combustível está no lado rico da relação ar-combustível alvo $(A/F)_b$, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita diminuir. Além do mais, é sabido que quando o pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ real a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível está no lado magro do pico alvo da relação de ar-combustível $(A/F)_t$, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita aumentar, enquanto que o pico do lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ real o qual é detectado pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível está no lado rico do pico alvo da relação ar-combustível $(A/F)_t$, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita diminuir.

[00135] Expressando isto em termos um pouco mais gerais, na terceira modalidade deste controle operacional I, quando a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 23 no lado corrente acima da relação ar-combustível está no lado magro de uma relação predeterminedada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é aumentada, enquanto que a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 23 no lado corrente acima da relação ar-combustível está no lado rico

da relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita diminuir. Quando o pico do lado rico da relação ar-combustível é detectado pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível está no lado magro de uma relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é aumentada, enquanto que o pico do lado rico da relação ar-combustível o qual é detectado pelo sensor 24 no lado corrente acima da relação ar-combustível está no lado rico da relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é feita diminuir.

[00136] A FIG. 30 mostra a rotina de uma terceira modalidade do controle operacional I a qual é realizada na etapa 70 da FIG. 25.

[00137] Consultando-se a FIG. 30, primeiro na etapa 130, o valor alvo da relação ar-combustível de base, isto é, a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo, é calculada a partir do mapa o qual é mostrado na FIG. 20B. Em seguida, na etapa 131, o lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível é usado para detectar a relação ar-combustível $(A / F)_a$ atual do gás da descarga o qual é expelido pelo motor. Em seguida, na etapa 132, a quantidade de ar de admissão GA é calculada a partir do sinal de saída do detector de quantidade de entrada de ar 8. Em seguida, na etapa 133, a quantidade de combustível injetado para a que é necessária para fazer geração da saída do injetor de combustível 3 a relação ar-combustível de base da relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo é calculada a partir da relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo e da quantidade de ar de admissão GA . Em seguida, na etapa 134, o tempo de injeção de combustível QT é calculado a partir desta quantidade de injeção de combustível Q . Em seguida, na etapa 135, o processamento da injeção de combustível é reali-

zado para injetar o combustível desde o injetor de combustível 3 em conformidade com este tempo injeção de combustível QT.

[00138] Em seguida, na etapa 136, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos ΔT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21B. Em seguida, na etapa 137, o período de injeção ótimo de hidrocarbonetos WT é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 21C. Em seguida, na etapa 138, o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_t$ é calculado a partir do mapa que é mostrado na FIG. 23. Em seguida, na etapa 139, o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_p$ atual é detectado da saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível. A seguir, na etapa 140, o período de WT de injeção de hidrocarbonetos WTO da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é calculado baseado na seguinte fórmula.

$$WTO \leftarrow WT \cdot [1 + K1 \cdot ((A/F)_a - (A/F)_b) + K2 \cdot ((A/F)_p - (A/F)_t)]$$

[00139] A seguir, na etapa 141, o processamento da injeção de hidrocarbonetos é realizado para injetar hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 de acordo com o período calculado WTO de injeção de hidrocarbonetos.

[00140] A seguir, o diagnóstico do problema do catalisador de purificação da descarga 13 será explicado brevemente. Na modalidade de acordo com a presente invenção, como mostrado na FIG. 25, imediatamente antes do segundo método de purificação de NOx ser alterado para o primeiro método de purificação de NOx, o controle rico II é realizado para liberar o NOx armazenado pelo segundo método de purificação. Quando este controle rico II é realizado, o diagnóstico do problema do catalisador de purificação da descarga 13 é realizado, isto é, é avaliado se o sistema de purificação da descarga 13 tem se deteriorado.

[00141] A FIG. 31 mostra mudanças na relação ar-combustível do

gás da descarga (A/F)_a que flui para dentro do sistema de purificação da descarga 13 e mudanças na relação ar-combustível do gás da descarga (A/F)_c o qual é expelido do sistema de purificação da descarga 13 quando este controle rico II é realizado. O período de tempo trt onde a relação ar-combustível dos gases de escape afluentes (A/F)_a é enriquecida é de vários segundos. Este período de tempo trt é feito para mudar de acordo com a quantidade de NO_x armazenado. (A / F)_{rt} mostra a relação alvo de ar-combustível quando o controle rico II é realizado. A quantidade adicional de combustível WR alimentado para dentro da câmara de combustão 2 é controlada pela aprendizagem de cada controle de tempo rico II que é realizado de modo que a relação ar-combustível real (A/F)_a que é detectada pelo lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível se torna relação ar-combustível alvo (A/F)_{rt}.

[00142] Por outro lado, o sistema de purificação da descarga 13 tem a capacidade de armazenar oxigênio no catalisador. Quando, deste modo, o sistema de purificação da descarga 13 tem uma capacidade de armazenar oxigênio, quando a relação ar-combustível do gás de descarga afluente (A/F)_a é enriquecida, os hidrocarbonetos excessivos no gás de descarga reagem com o oxigênio armazenado e são oxidados. Neste momento, enquanto a ação de oxidação dos hidrocarbonetos excessivos no gás de descarga está sendo executada, a relação ar-combustível do gás de descarga expelido (A/F)_c é mantida na relação ar-combustível estequiométrica como mostrado pelo período de tempo t_s da FIG. 31. A este respeito, neste caso, se o sistema de purificação da descarga 13 se deteriorar, a capacidade de armazenamento de oxigênio cai. Se a capacidade de armazenamento de oxigênio cair, quando a relação ar-combustível do gás da descarga afluente (A/F)_a é enriquecida, o período de tempo t_s durante o qual a relação ar-combustível do gás da descarga (A/F)_c o qual é expelido é mantida

na relação ar-combustível estequiométrica torna-se mais curto. Portanto, é possível detectar que o sistema de purificação da descarga 13 se tem deteriorado pelo período de tempo t_s durante o qual a relação ar-combustível do gás da descarga $(A/F)_c$ o qual é expelido é mantida na relação ar-combustível estequiométrica torna-se mais curto.

[00143] Em seguida, a FIG. 32 e a FIG. 33, que mostram este controle rico II serão explicadas.

[00144] Consultando a FIG. 32, em primeiro lugar, na etapa 150, a quantidade de combustível de injeção Q para geração da saída a qual é mostrada na FIG. 18 é calculada e a quantidade adicional de combustível WR é calculada a partir do mapa que é mostrado na FIG. 19. Em seguida, na etapa 151, a relação ar-combustível real do gás de descarga afluyente $(A / F)_a$ é maior do que a relação ar-combustível alvo $(A/F)_{rt}$ mais um pequeno valor constante d . Quando $(A/F)_a > (A/F)_{rt} + d$, a rotina prossegue para a etapa 153, onde o valor da constante ΔGR é adicionado ao valor aprendido GR para a quantidade de combustível adicional WR . Em seguida, a rotina prossegue para a etapa 156 onde a quantidade de combustível adicional WR multiplicada pelo valor aprendido GR ($GR \cdot WR$) é feita a quantidade final do combustível adicional WRO .

[00145] Por outro lado, quando é avaliado na etapa 152 que $(A/F)_a > (A/F)_{rt} + d$ não se sustenta, a rotina prossegue para a etapa 154 onde é avaliado se a relação ar-combustível atual do gás de descarga $(A / F)_a$ afluyente é menor do que o valor de pico alvo na relação ar-combustível $(A/F)_{rt}$ menos um valor constante α . Quando $(A/F)_a < (A/F)_{rt} - d$, a rotina prossegue para a etapa 155 onde um valor constante ΔGR é subtraído do valor aprendido GR , então a rotina prossegue para a etapa 156. A seguir, na etapa 157, o processamento da injeção de combustível é realizado para injetar combustível adicional WRO além da quantidade de combustível para injeção Q a partir

do injetor de combustível 3 de acordo com a quantidade de combustível adicional final WRO.

[00146] Deste modo, quando $(A/F)_p > (A/F)_{rt+d}$, o combustível adicional WR é aumentado, enquanto que, quando $(A/F)_a < (A/F)_{rt-d}$, o combustível adicional WR é diminuído, então a relação ar-combustível $(A/F)_p$ atual é feita para coincidir com a relação ar-combustível $(A/F)_{rt}$ rica alvo.

[00147] Em seguida, na etapa 158, a relação ar-combustível $(A/F)_a$ real do gás de descarga expelido $(A/F)_c$ é detectado pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível. Em seguida, na etapa 159, é considerada a relação ar-combustível do gás de descarga real do gás de descarga expelido $(A/F)_c$ é menor do que a relação ar-combustível estequiométrica mais um pequeno valor constante h, isto é, a relação ar-combustível do gás da descarga $(A/F)_c$, é aproximadamente a relação ar-combustível estequiométrica. Quando a relação ar-combustível do gás da descarga $(A/F)_c$, é aproximadamente a relação ar-combustível estequiométrica, a rotina prossegue para a etapa 160 onde um tempo fixo Δt é adicionado à duração T_s da relação ar-combustível estequiométrica.

[00148] Em seguida, na etapa 161, o tempo Δt é esperado, em seguida, a rotina prossegue para a etapa 162 onde é avaliado se o tempo rico o qual é mostrado por trt na FIG. 31 tem transcorrido. Quando o tempo rico não tiver transcorrido, a rotina volta aa etapa 150. Isto é, até decorrido o tempo rico, a rotina volta aa etapa 150 cada tempo Δt . Em oposição a isto, quando o tempo de rico tiver transcorrido, a rotina prossegue para a etapa 163 onde é avaliado se a duração T_s da relação ar-combustível estequiométrica é mais longa do que o tempo de referência de avaliação do deterioro XT_s . Quando $T_s > XT_s$, é avaliado que o sistema de purificação da descarga 13 não está deteriorado, a rotina então prossegue para a etapa 164 onde T_s é limpo. Em oposi-

ção a isto, quando $T_s \leq X T_s$, é avaliado que o sistema de purificação da descarga 13 está deteriorado, a rotina então prossegue para a etapa 165 onde um alarme é emitido.

[00149] A seguir, o diagnóstico do problema do sistema de purificação da descarga, em particular a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, será explicado.

[00150] Agora, na segunda modalidade o controle operacional I o qual é mostrado na FIG. 28 e na FIG. 29, como explicado anteriormente, a relação ar-combustível de base é controlada com base no sinal de saída do lado corrente acima do sensor 23 da relação ar-combustível de forma a ser mantida na relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo. No estado em que a relação ar-combustível de base é mantida na relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo desta forma, o sinal de saída do lado corrente abaixo do sensor 24 da relação ar-combustível é usado como a base de modo que pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ da relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ do gás de descarga que flui para dentro deste catalisador de purificação da descarga 13 é controlado com precisão para a relação alvo de ar-combustível $(A/F)_b$, portanto, uma taxa de purificação do NOx elevada pode ser obtida.

[00151] A este respeito, quando a relação ar-combustível de base é mantida na relação alvo de ar-combustível $(A/F)_b$ e o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ da relação ar-combustível (A / F) do gás de descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é controlada com precisão para a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo desta forma, se uma anormalidade ocorrer no sistema de purificação da descarga 13, por exemplo, se uma anormalidade ocorrer na ação de alimentação de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 o efeito dessa anormalidade aparece rapidamente no sinal de saída do sensor 24 no lado corrente abaixo da

relação ar-combustível. Então, se realizar o diagnóstico do problema para o sistema de purificação da descarga quando a relação ar-combustível de base é mantida na relação ar-combustível $(A/F)_b$ alvo, e o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_r$ da relação ar-combustível $(A/F)_{in}$ do gás de descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 é controlada com precisão para a relação alvo de ar-combustível $(A/F)_b$ desta forma, é possível encontrar com precisão o problema no sistema de purificação da descarga.

[00152] Portanto, em uma modalidade de acordo com a presente invenção, quando a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é controlada com base tanto no sinal de saída do sensor 23 no lado corrente acima da relação ar-combustível e do sinal de saída do sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível de forma que a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 passa a estar dentro de uma faixa pré-determinada de amplitude, o sinal de saída do sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível é usado como base para realizar o diagnóstico de problemas no sistema de purificação da descarga.

[00153] A seguir, o método de diagnóstico de problemas no sistema de purificação da descarga será explicado com referência ao caso onde, como defeito do sistema de purificação da descarga, a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 tornou-se obstruída.

[00154] Agora, se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 tornou-se obstruída, a quantidade de alimentação de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é diminuída. Portanto, quando a relação ar-combustível de base é mantida na relação alvo de ar-combustível $(A/F)_b$ e o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_r$ da relação ar-combustível (A/F) do gás de descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13

é controlada com precisão para a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo, isto é, quando a segunda modalidade do controle operacional I a qual é mostrada na FIG. 28 e na FIG. 29 está sendo executada, se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 estiver obstruída e quantidade de alimentação de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 for diminuída, o coeficiente de correção K o qual é mostrado nas etapas 116, 118, e 119 da FIG. 29 é aumentado para fazer o pico no lado rico da relação ar-combustível $(A / F)_r$ da relação ar-combustível $(A / F)_{in}$ do gás de descarga que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 coincidir com a relação ar-combustível $(A / F)_b$ alvo.

[00155] Neste caso, enquanto mais a quantidade de alimentação de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 é diminuída, mais o coeficiente de correção K é aumentado. Isto é, conforme mostrado na FIG. 34, enquanto mais a magnitude do entupimento da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 for aumentada, mais o coeficiente de correção K é aumentado. Portanto, é possível avaliar que a válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 está obstruída a partir do valor do coeficiente de correção K. Em uma modalidade de acordo com a presente invenção o valor do coeficiente de correção K quando a magnitude do entupimento da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 se ficar acima de uma quantidade permissível que é armazenada com antecedência como um valor limite XK. Quando o valor do coeficiente de correção K exceder este valor limite XK, um alarme é emitido mostrando que a válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 tem se tornado obstruída.

[00156] Quando utilizar este método de diagnóstico do problema, em vez da parte do fluxograma que está rodeada pela linha de pontos e traços A na FIG. 29, usa-se parte do fluxograma o qual é mostrado na FIG. 35. Neste caso, como mostrado na FIG. 35, após o processa-

mento ser realizado para a injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 na etapa 120, avalia-se na etapa 121 se o coeficiente de correção K é menor do que o valor limite XK . Quando for avaliado que $K \geq XK$, a rotina prossegue para a etapa 122 onde um alarme é emitido.

[00157] Nota-se que, quanto mais o valor do coeficiente de correção K é aumentado, mais o tempo de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 é aumentado. Se, neste momento, o coeficiente de correção K ultrapassar o valor limite XK , a taxa de aumento do tempo de injeção de hidrocarbonetos também excede a taxa predeterminada correspondente ao valor limite XK . Portanto, se expressar este método de diagnóstico de problemas de outra forma, quando o pico no lado rico da relação ar-combustível o qual é detectado pelo sensor 24 do lado corrente abaixo da relação ar-combustível está no lado magro de uma relação predeterminada de ar-combustível, o tempo de injeção de hidrocarbonetos é aumentado para aumentar a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. Neste momento, se a taxa de aumento do tempo de injeção de hidrocarbonetos exceder uma taxa predeterminada, considera-se que a válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 está obstruída.

[00158] Em seguida, será explicado um método de detecção de anormalidades da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15, por exemplo, obstrução da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15 pelo cálculo da quantidade injetada de hidrocarbonetos pela válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 a partir do sinal de saída do sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e usando a quantidade de hidrocarbonetos de injeção assim calculada.

[00159] A FIG. 36A mostra a mudança na relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-

combustível quando a ação de purificação de NOx pelo primeiro método de purificação de NOx estiver sendo realizada. Neste momento, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível, como mostrado em I da fig. 36, vibra para o lado rico da relação ar-combustível de $(A/F)_b$ base. Quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é controlado de forma que a concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga 13 vibra dentro de uma faixa predeterminada do período, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível, vibra normalmente para o lado rico da relação ar-combustível $(A/F)_b$ de base.

[00160] Neste momento, a área S da parte que é mostrada por sombreado, isto é, o valor integrado da diferença entre a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e a relação ar-combustível $(A/F)_b$ de base, expressa a quantidade real de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. Nota-se que, a área S acima mencionada e valor integrado mostram a área S e o valor integrado por flutuação da relação ar-combustível. Isto mesmo também é verdade a seguir.

[00161] Esta área S pode ser calculada a partir da quantidade alvo de injeção de hidrocarbonetos a qual é calculada de acordo com o estado de funcionamento do motor. A área de superfície S a qual é calculada a partir da quantidade de injeção alvo desta maneira é chamada a área de referência S_0 . Quando a quantidade de injeção alvo e a quantidade de injeção realmente injetada forem iguais, a área S torna-se igual à área de referência S_0 . Todavia, quando a quantidade de injeção alvo e a quantidade de injeção realmente injetada não forem iguais, a área S não se tornará igual à área de referência S_0 . Por

exemplo, quando a quantidade de injeção realmente injetada for menor comparada com a quantidade de injeção alvo, a área S torna-se menos do que a área de referência S_0 . Portanto, se comparando a área S a qual é calculada com base no sinal de detecção do sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível com a área de referência S_0 a qual é calculada a partir da quantidade de injeção alvo, torna-se possível avaliar se hidrocarbonetos estão sendo injetados normalmente da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15.

[00162] Portanto, em uma modalidade de acordo com a presente invenção, quando a área S torna-se menor do que a área de referência S_0 multiplicada por um valor constante $C(<1,0)$, isto é, o valor CS_0 , é considerado que a válvula de alimentação de hidrocarbonetos está obstruída.

[00163] A este respeito, se o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 se tornar curto, conforme mostrado na FIG. 36A, a relação ar-combustível a qual é detectado pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível muda para o lado rico antes de retornar para a relação ar-combustível de $(A/F)_b$ de base devido à próxima ação injeção de hidrocarbonetos. Se a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 do lado corrente abaixo da relação ar-combustível já não retorna para a relação ar-combustível de base $(A/F)_b$ deste modo a área da superfície calculada S já não mais irá expressar a quantidade real de injeção do hidrocarboneto.

[00164] Portanto, em uma modalidade de acordo com a presente invenção, como mostrado em I da fig. 36B, quando a relação ar-combustível é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível já não retorna para a relação ar-combustível de base $(A/F)_b$, a relação ar-combustível $(A/F)_p$ real a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível é

feita retornar para a relação ar-combustível de base $(A/F)_b$, conforme mostrado por II na FIG. 36A, prolongando do período injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarboneto 15.

[00165] Em outras palavras, na modalidade de acordo com a presente invenção, quando se usa o valor integrado da diferença entre relação ar-combustível detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e a relação ar-combustível $(A/F)_b$ de base, como base para avaliar se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 está obstruída, se o período de injeção de hidrocarbonetos é demasiado curto para detectar com precisão a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, o período de injeção de hidrocarbonetos é alongado. Além disso, neste caso, a quantidade de hidrocarbonetos a qual é alimentada é impedida de se tornar insuficiente pelo aumento da quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15.

[00166] Por outro lado, como mostrado por I na FIG. 36C, se a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 se tornar maior, parte dos hidrocarbonetos passa direto através do catalisador de purificação da descarga 13. Todavia, se hidrocarbonetos passam direto através do catalisador de purificação da descarga 13 desta forma, surge o problema que os hidrocarbonetos que passam direto fazem com que a relação ar-combustível detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível se desvie para o lado magro. Quer dizer, no sensor da relação ar-combustível, a relação ar-combustível é detectada a partir da quantidade de oxigênio excessivo ou insuficiente quando os hidrocarbonetos e oxigênio no gás de descarga são feitos reagir no sensor da relação ar-combustível. No entanto, os hidrocarbonetos que passaram são grandes em peso molecular, assim, eles não reagirão

no sensor da relação ar-combustível. Como resultado, será considerado que a quantidade de oxigênio está presente num montante maior do que a quantidade real de oxigênio e desse modo a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível se desvia para o lado magro.

[00167] Se a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível se desvia para o lado magro desta forma, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 já não pode ser detectada com precisão. Então, na modalidade de acordo com a presente invenção, como mostrado por I na FIG. 36C, para impedir a passagem de hidrocarbonetos direto através do catalisador de purificação da descarga 13 quando a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é maior, como mostrado por II na FIG. 36C, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é reduzida.

[00168] Em outras palavras, na modalidade de acordo com a presente invenção, quando se usa o valor integrado da diferença entre relação ar-combustível detectada pelo sensor 24 no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e a relação ar-combustível $(A/F)_b$ de base, como base para avaliar se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 está obstruída, se a quantidade de injeção de hidrocarbonetos se tornar demasiado grande para detectar com precisão a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos é reduzida.

[00169] Observe que, como mostrado por I na FIG. 36B, existe uma possibilidade que a relação ar-combustível a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 do lado corrente abaixo da relação ar-

combustível não retorne para a relação ar-combustível de base $(A/F)_b$ no momento do motor em baixa velocidade, operação em carga baixa ou média a qual é mostrada pela região A da FIG. 37. Por conseguinte, num exemplo específico, de acordo com a presente invenção, quando o estado de funcionamento do motor é do motor em baixa velocidade, estado de funcionamento em carga baixa ou média o qual é mostrado pela região A, como mostrado por II na FIG. 36B, o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é alongado e a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção é aumentada.

[00170] Por outro lado, como mostrado por I na FIG. 36C, existe uma possibilidade da quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 tornar-se maior no momento do motor rotar em alta, operação em carga baixa, o que é mostrado pela região B da fig. 37. Num exemplo específico da presente invenção, quando o estado de funcionamento do motor é de alta velocidade do motor, estado de funcionamento em baixa carga, que é mostrado pela região B, como mostrado por II na FIG. 36C, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é reduzida.

[00171] Quando se utiliza o método de diagnóstico do problema o qual foi explicado com base nas FIGURAS 36A, 36B, 36C e FIG. 37, em vez da parte do fluxograma que está rodeada pela linha de pontos e traços A na FIG. 29, usa-se parte do fluxograma o qual é mostrado na FIG. 38. Neste caso, como mostrado na FIG. 38, em primeiro lugar, na etapa 170, é avaliado se a sincronização do tempo é uma para o diagnóstico de problema. Quando a sincronização do tempo não é para diagnóstico de problema, a rotina prossegue para a etapa 173 onde o processamento é realizado para injetar hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15. Em oposição a isto, quando a

sincronização do tempo é uma para o diagnóstico de problemas, a rotina prossegue para a etapa 171 onde é avaliado se o estado de funcionamento do motor se encontra na região de operação A o qual é mostrado na FIG. 37. Quando o estado de funcionamento do motor não está na região de operação A a qual é mostrada na FIG. 37, a rotina prossegue para a etapa 172 onde é avaliado se o estado de operação do motor está na região operacional B a qual é mostrada na FIG. 37. Quando o estado de funcionamento do motor não está na região operacional B a qual é mostrada na FIG. 37, a rotina prossegue para a etapa 173.

[00172] Por outro lado, quando é considerado na etapa 171 que o estado operacional do motor está na região operacional A a qual é mostrada na FIG. 37, a rotina prossegue para a etapa 174 onde o período de injeção de hidrocarbonetos ΔT da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é multiplicado por um valor de correção predeterminado F (>1.0). Em seguida, na etapa 175, o período de injeção de hidrocarbonetos WTO da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 o qual foi calculado na etapa 119 da FIG. 29 é multiplicado pelo valor de correção F. A seguir, a rotina prossegue para a etapa 173. Neste momento, o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é estendido e a quantidade de injeção de hidrocarbonetos por injeção é aumentada.

[00173] Além disso, quando na etapa 172, é considerado que o estado operacional do motor está na região operacional B a qual é mostrada na FIG. 37, a rotina prossegue para a etapa 176 onde o período de injeção de hidrocarbonetos WTO da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 o qual foi calculado na etapa 119 da FIG. 29 é multiplicado por um valor de correção J (<1.0). Em seguida, a rotina prossegue para a etapa 173. Neste momento, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 é di-

minuída.

[00174] A seguir, na etapa 177, o valor integral da diferença entre a relação ar-combustível a qual é detectada pelo sensor 24 do lado corrente abaixo da relação ar-combustível e a relação ar-combustível de base $(A/F)_b$, quer dizer, a área S por flutuação da relação ar-combustível a qual é mostrada na FIG. 36A, é calculada. Em seguida, na etapa 178, a área de referência S_0 é calculada a partir da quantidade alvo de injeção de hidrocarbonetos. Em seguida, na etapa 179, é avaliado se a área S é maior do que a área de referência S_0 multiplicada pelo valor constante C ($<1,0$), isto é, o valor $C \cdot S_0$. Quando $S < C \cdot S_0$, é avaliado que a válvula de alimentação de hidrocarbonetos 15 está obstruída, a rotina então prossegue para a etapa 180 onde é emitido um alarme.

[00175] Observa-se que, como em outra modalidade, na passagem da descarga do motor corrente acima do catalisador de purificação da descarga 13, um catalisador de oxidação para reformar os hidrocarbonetos pode ser disposto.

LISTA DE SIGNOS DE REFERÊNCIA

- 4... Coletor de admissão
- 5... Coletor de descarga
- 7... Turbo - compressor de descarga
- 12, 12a... Cano de descarga.
- 13... Catalisador de purificação da descarga
- 14... Filtro de partículas
- 15... Válvula de alimentação de hidrocarbonetos

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna no qual uma válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) para a alimentação de hidrocarbonetos está disposta em uma passagem da descarga do motor, um catalisador de purificação da descarga (13) para a reação do NOx contido no gás da descarga e hidrocarbonetos regenerados é disposto na passagem da descarga do motor corrente abaixo da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15), um sensor da relação ar-combustível do lado corrente abaixo (24) para a detecção de uma relação ar-combustível do gás de descarga está disposta na passagem da descarga do motor corrente abaixo do catalisador de purificação, catalisadores de metais preciosos (51, 52) são levados na superfície de um fluxo de gás de descarga do catalisador de purificação da descarga (13) e uma parte básica da superfície do fluxo dos gases de descarga (54) é formada ao redor dos catalisadores de metais preciosos (51, 52), o catalisador de purificação da descarga (13) reduzindo o NOx o qual está contido no gás da descarga se uma concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação (13) for feita vibrar por dentro de uma faixa de amplitude predeterminada e dentro de uma faixa predeterminada do período e sendo aumentada na quantidade de armazenamento de NOx o qual está contido no gás de descarga se o período de vibração da concentração de hidrocarbonetos for feito mais longo do que a faixa predeterminada, no momento da operação do motor, a concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação é feita vibrar com a faixa predeterminada do período pelo controle de um período de injeção de hidrocarbonetos a partir da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15), e a amplitude da mudança de concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) é feita para ficar dentro da faixa prede-

terminada de amplitude pelo controle de uma quantidade de injeção de hidrocarbonetos a partir da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) baseada num sinal de saída do sensor da relação ar-combustível do lado corrente abaixo (24), **caracterizado pelo** fato de que no referido catalisador de purificação da descarga (13), o NOx contido no gás de descarga e hidrocarbonetos regenerados reagem através do qual um intermediário de redução contendo nitrogênio e hidrocarbonetos é produzido e em que o período de injeção dos hidrocarbonetos é um período necessário para a produção continuada do intermediário de redução.

2. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um sensor da relação ar-combustível corrente acima (23) para detectar a relação ar-combustível do gás de descarga está disposto na passagem da descarga do motor corrente acima da dita válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15), e a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é controlada de forma que a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos a qual flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) passa a estar dentro da faixa de amplitude predeterminada na base tanto de um sinal de saída do dito sensor da relação ar-combustível corrente acima (23) e como do sinal de saída do dito sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24).

3. Sistema de purificação de descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma quantidade de combustível que é alimentada para dentro da câmara de combustão do motor é controlada com base no sinal de saída do dito sensor da relação ar-combustível corrente acima (23) de forma que a relação ar-combustível no gás de descarga o qual é expelido do motor é feito para se tornar uma relação prede-

terminada de ar-combustível.

4. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que quando a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é controlada com base tanto no sinal de saída do dito sensor no lado corrente acima (23) da relação ar-combustível e do sinal de saída do dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível de forma que a amplitude da mudança na concentração de hidrocarbonetos que fluem para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) passa a estar dentro de uma faixa pré-determinada de amplitude da relação ar-combustível, um diagnóstico de problema do sistema de purificação da descarga é realizado baseado no sinal de saída do dito sensor no lado corrente abaixo da relação ar-combustível (24).

5. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é controlado de forma que a concentração de hidrocarbonetos que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) vibra dentro de uma faixa predefinida do período, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível também vibra, quando um pico no lado rico da relação ar-combustível o qual é detectado pelo dito sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24) se tornar o lado magro de uma relação predeterminada de ar-combustível, um tempo de injeção de hidrocarbonetos é incrementado para aumentar a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação (15), e quando a taxa de aumento do tempo de injeção de hidrocarbonetos exceder uma taxa predeterminada nesta ocasião considera-se que a válvula de alimentação de hidrocarbonetos

(15) está obstruída.

6. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação (15) é controlado de forma que a concentração de hidrocarbonetos que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) vibra dentro de uma faixa predeterminada do período, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo dito sensor no lado corrente abaixo da relação ar-combustível (24) vibra para um lado rico de uma relação ar-combustível de base, e avaliado se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) está obstruída baseado num valor integrado de uma diferença entre a dita relação ar-combustível (24) detectada pelo dito sensor no lado corrente abaixo da relação ar-combustível e a relação ar-combustível de base.

7. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, quando se usa o valor integrado da diferença entre relação ar-combustível detectada pelo sensor no lado corrente abaixo da relação ar-combustível (24) e a relação ar-combustível de base, como base para avaliar se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) está obstruída, o período de injeção de hidrocarbonetos é alongado quando o período de injeção de hidrocarbonetos é demasiado curto para detectar com precisão a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15).

8. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, quando se usa o valor integrado da diferença entre relação ar-combustível detectada pelo sensor no lado corrente abaixo da relação ar-combustível (24) e a relação ar-combustível de base, como base para avaliar se a válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15)

está obstruída, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos é diminuída quando a quantidade de injeção de hidrocarbonetos é demasiado grande para detectar com precisão a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15).

9. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação (15) é controlado de forma que a concentração de hidrocarbonetos que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) é feita vibrar dentro de uma faixa predeterminada do período, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível também vibra, quando a relação ar-combustível a qual é detectada pelo dito sensor no lado corrente acima (23) da relação ar-combustível está no lado magro de uma relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é aumentada enquanto, quando o pico do lado rico da relação ar-combustível é detectado pelo dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível está no lado pobre de uma relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é aumentada enquanto que quando o pico do lado rico da relação ar-combustível é detectado pelo dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível está no lado rico de uma relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é diminuída.

10. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que quando o período de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação (15) é controlado de forma que a concentração de

hidrocarbonetos que flui para dentro do catalisador de purificação da descarga (13) vibra dentro de uma faixa predeterminada do período, a relação ar-combustível a qual é detectada pelo dito sensor no lado corrente abaixo (24) da relação ar-combustível também vibra, e quando um pico no lado rico da relação ar-combustível o qual é detectado pelo dito sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24) estiver no lado magro de uma relação predeterminada de ar-combustível, a quantidade de injeção de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é incrementada enquanto, quando um pico no lado rico da relação ar-combustível o qual é detectado pelo dito sensor da relação ar-combustível corrente abaixo (24) estiver no lado rico de uma relação predeterminada de ar-combustível a quantidade injetada de hidrocarbonetos da válvula de alimentação de hidrocarbonetos (15) é diminuída.

11. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o período de injeção dos hidrocarbonetos é de 0,3 segundo a 5 segundos.

12. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito catalisador de metais preciosos (51, 52) está composto de platina Pt e pelo menos de ródio Rh e paládio Pd.

13. Sistema de purificação da descarga de um motor de combustão interna de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma camada básica (53) contendo um metal alcalino, um metal alcalinoterroso, uma terra rara, ou um metal o qual pode dar elétrons ao NOx é formada sobre a superfície do fluxo de gás de descarga do catalisador de purificação da descarga (13) e em que uma superfície de dita camada básica (53) forma dita parte básica da superfície do fluxo do gás de descarga (54).

Fig.1

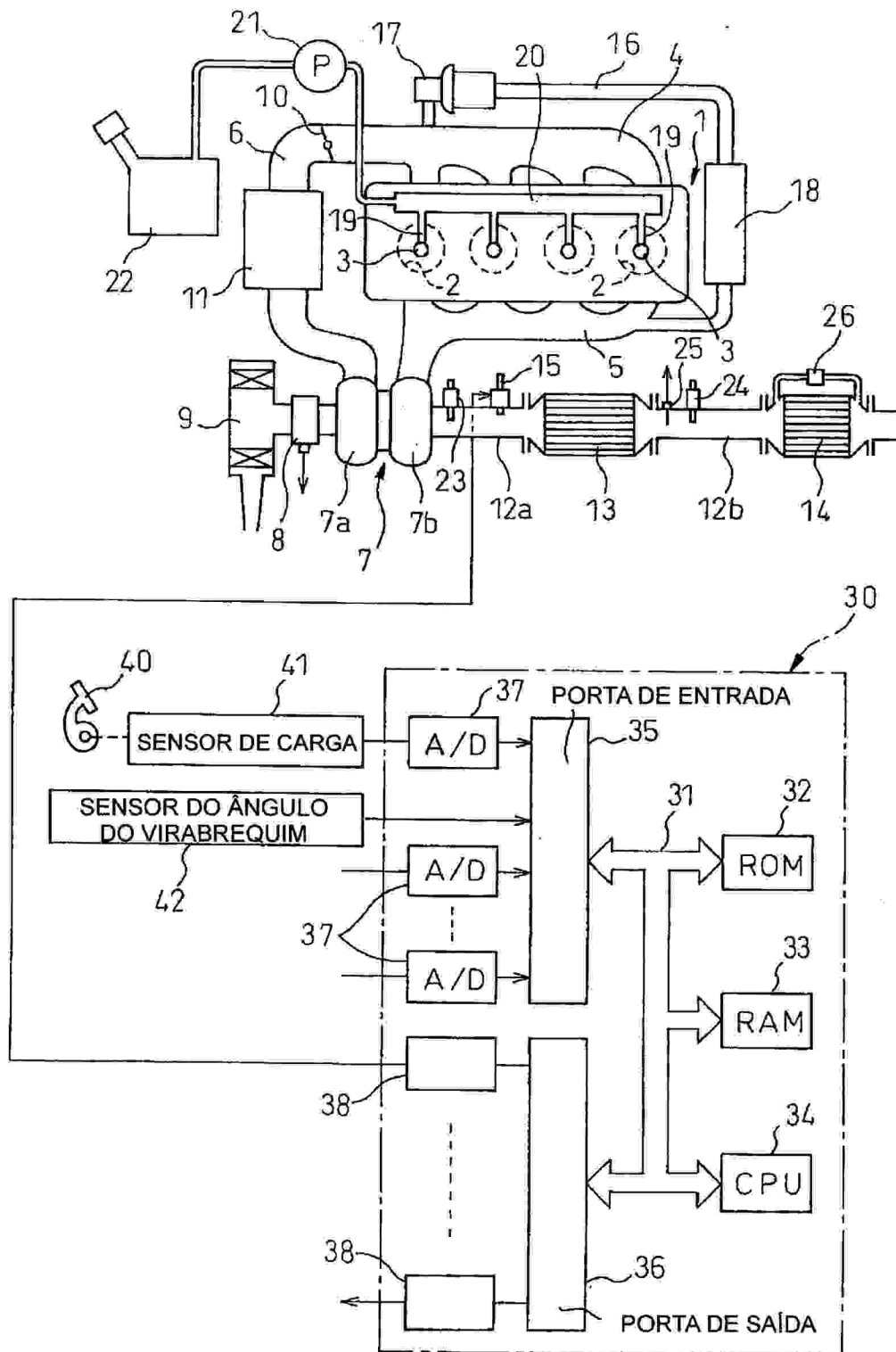


Fig.2

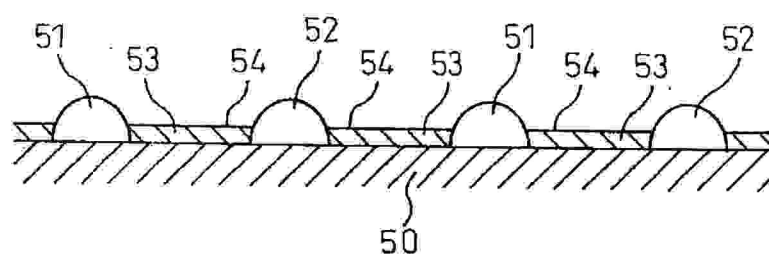


Fig.3

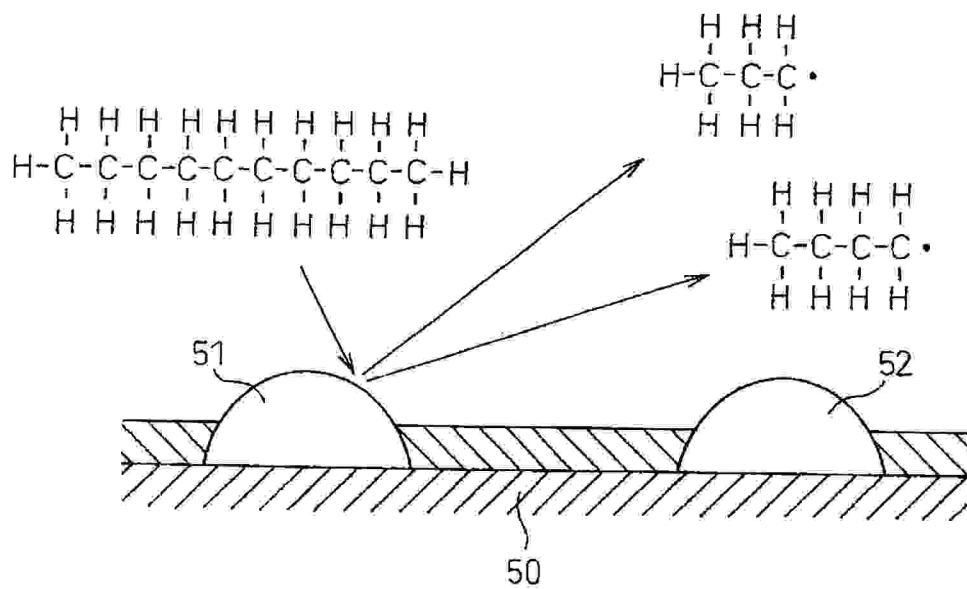


Fig.4

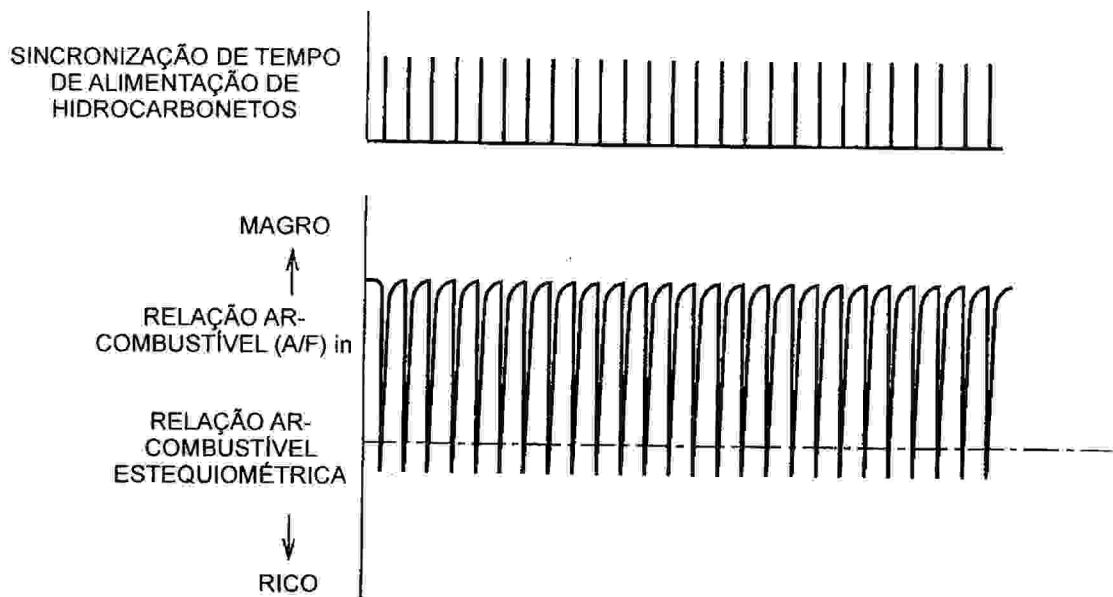


Fig.5

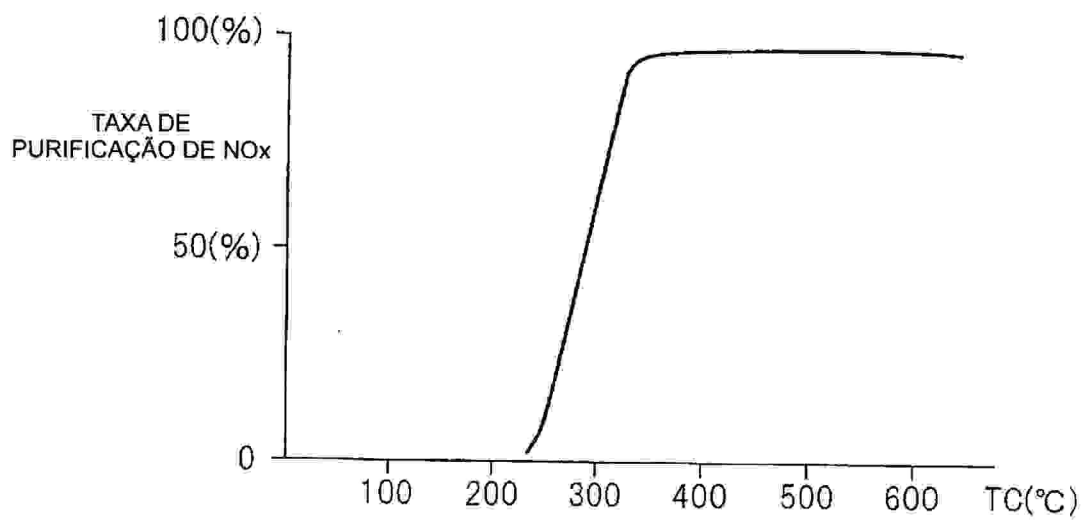


Fig. 6A

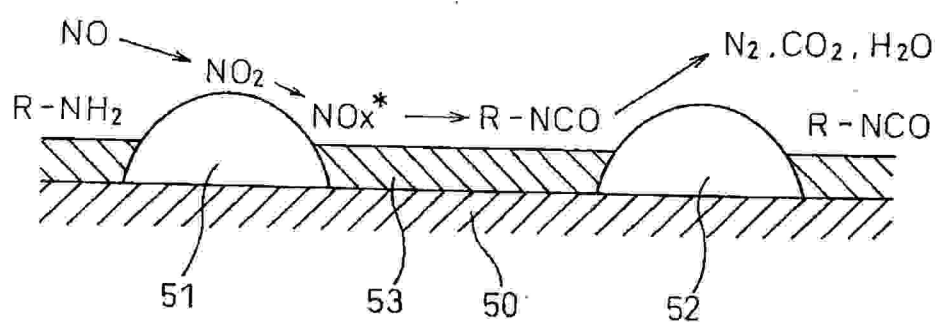


Fig. 6B

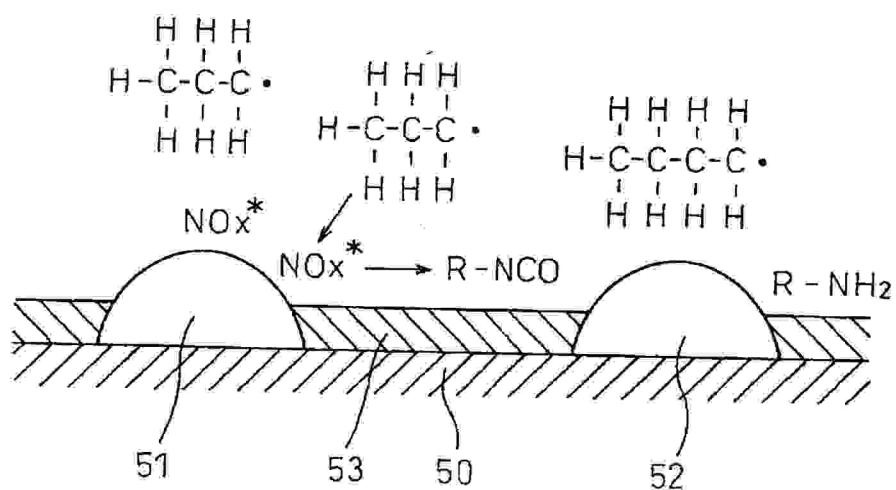


Fig.7A

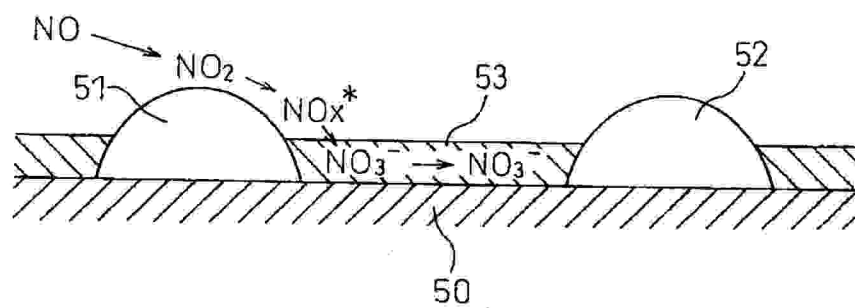


Fig.7B

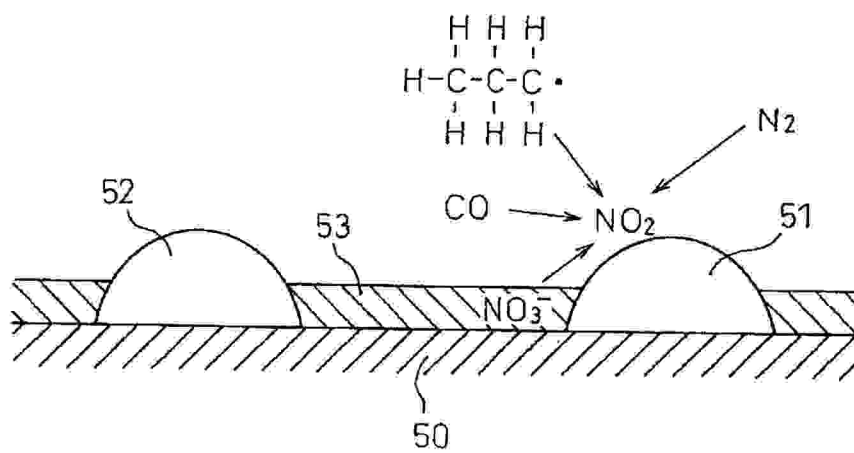


Fig.8

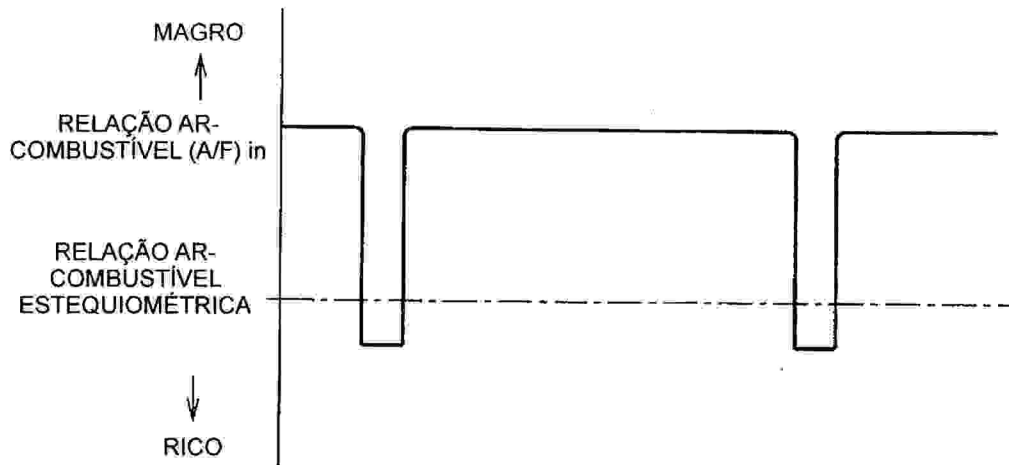


Fig.9

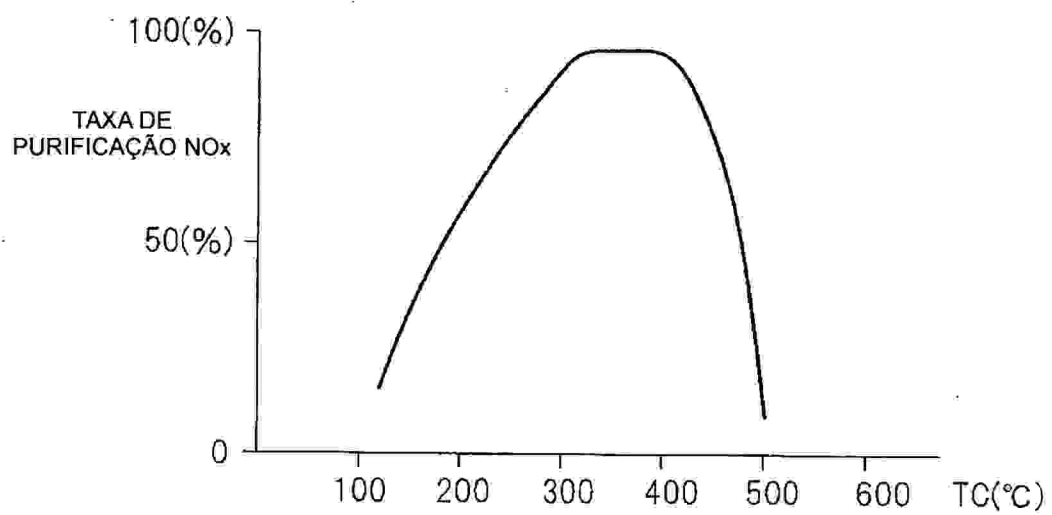


Fig.10

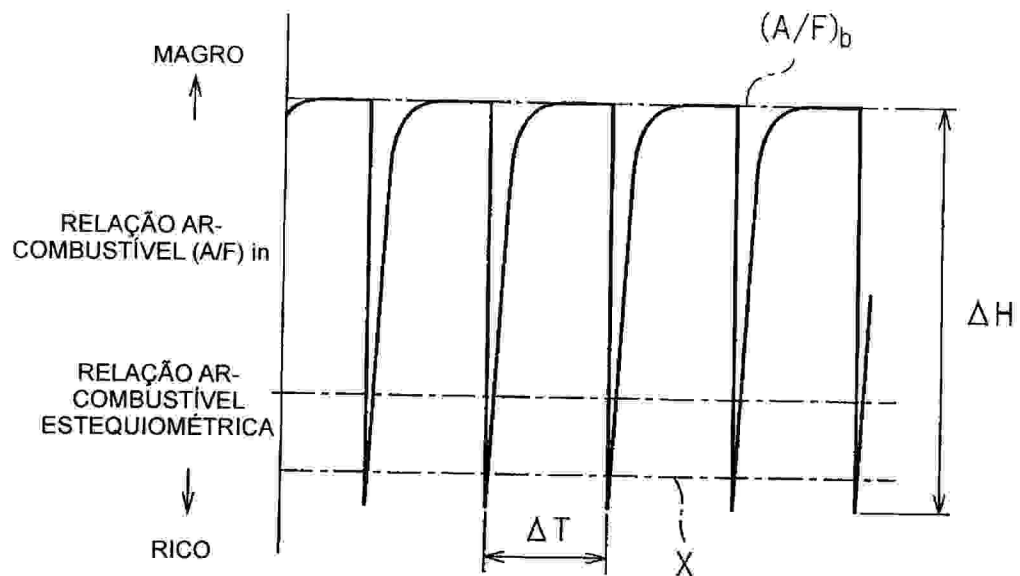


Fig.11

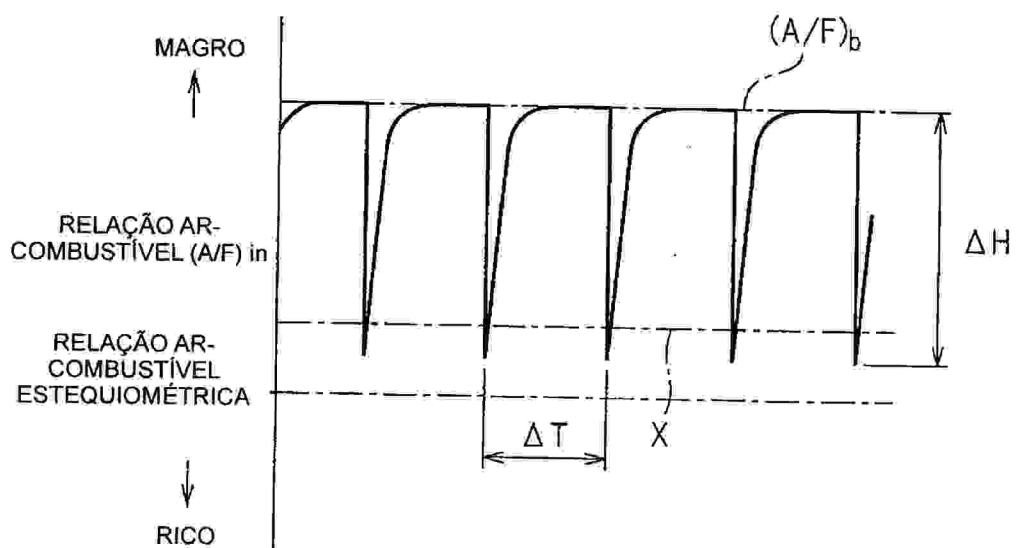


Fig.12

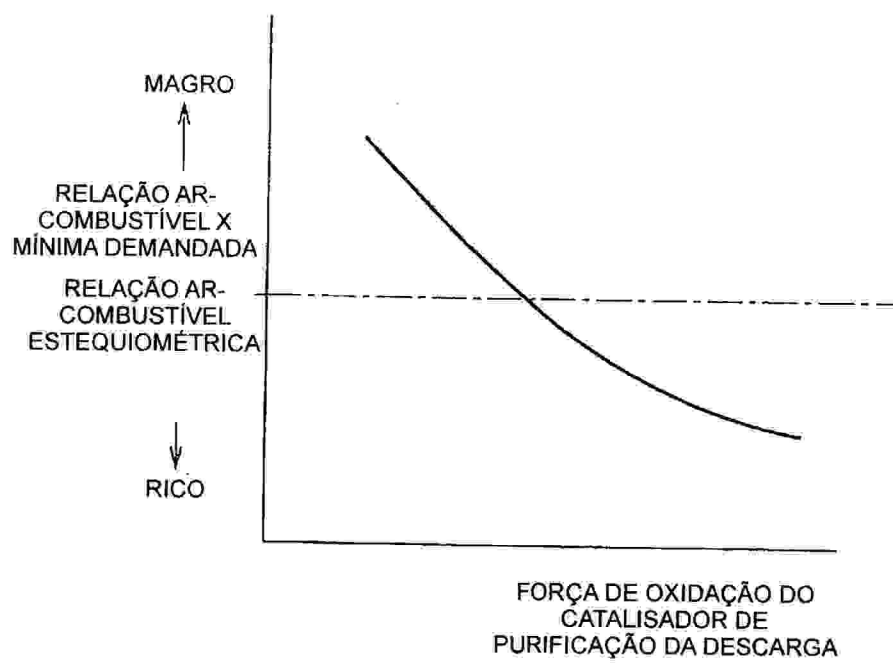
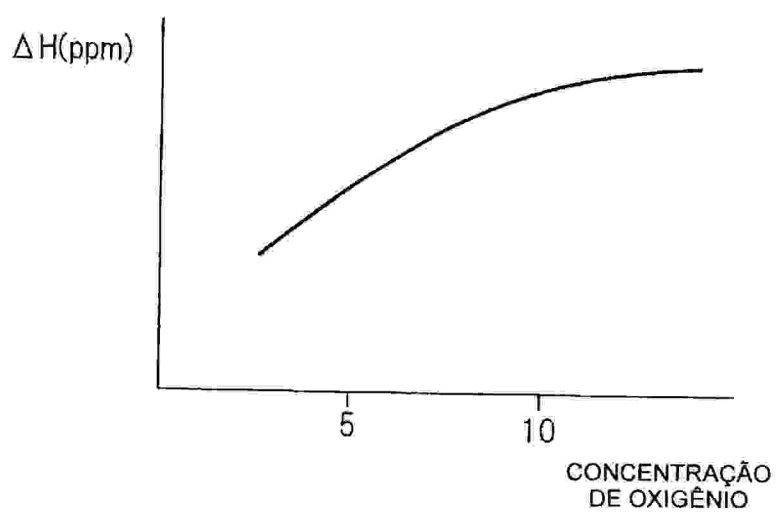


Fig.13



9/28

Fig.14

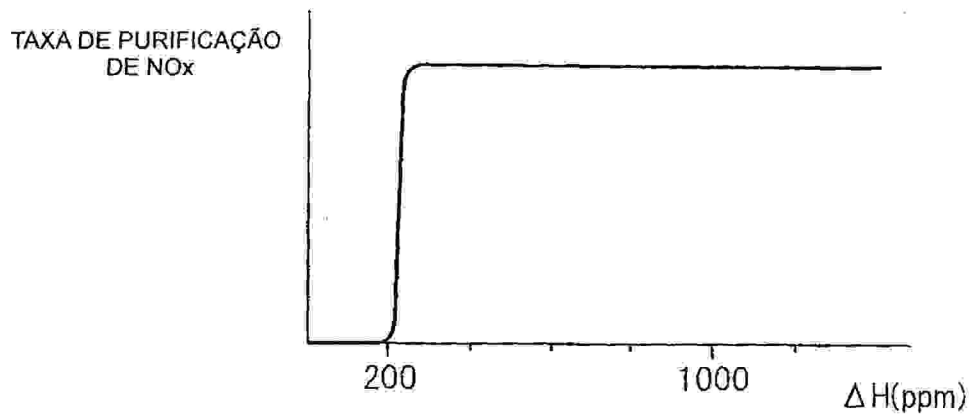


Fig.15

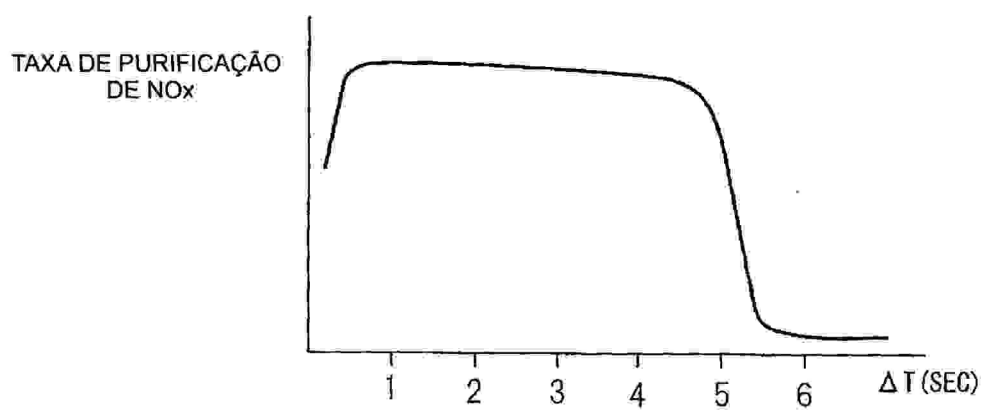


Fig.16

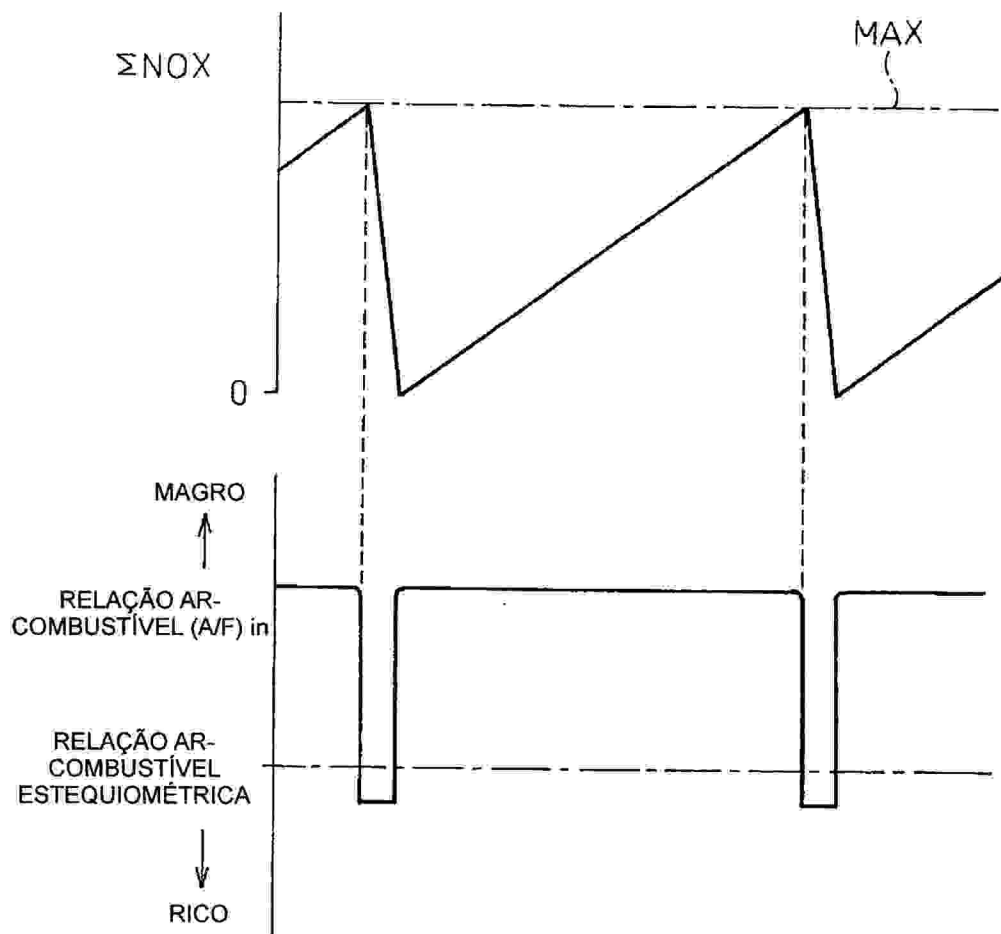


Fig.17

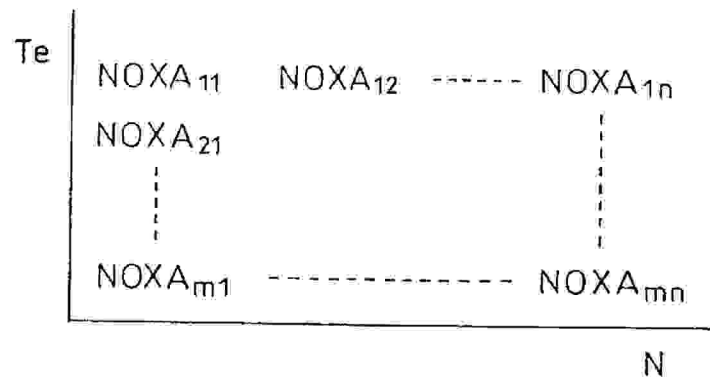


Fig.18

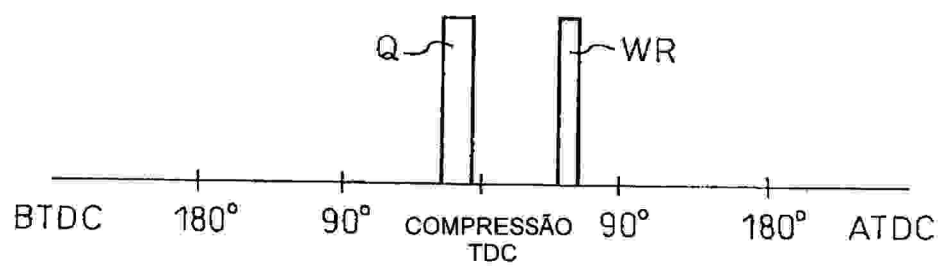


Fig.19

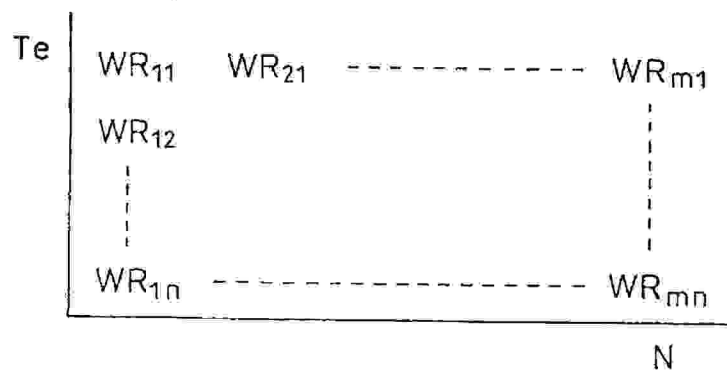


Fig.20A

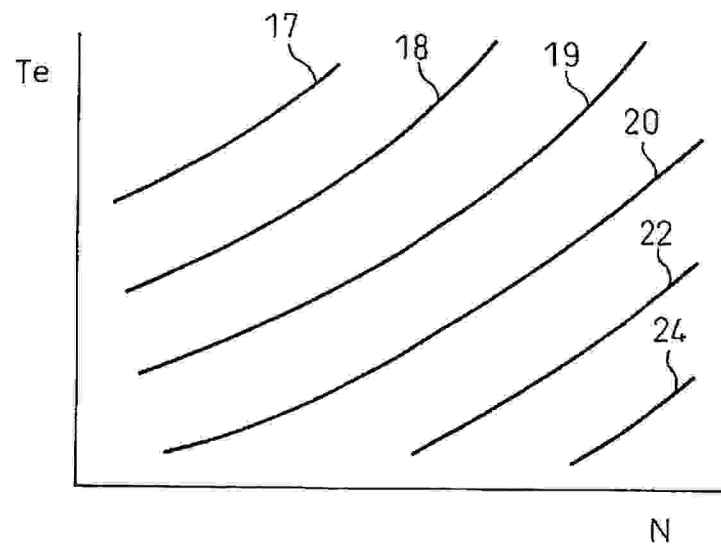


Fig.20B

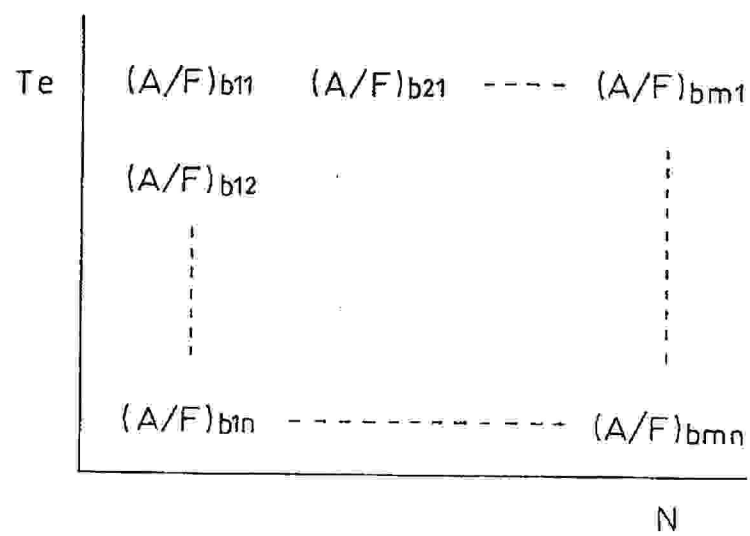


Fig.21A

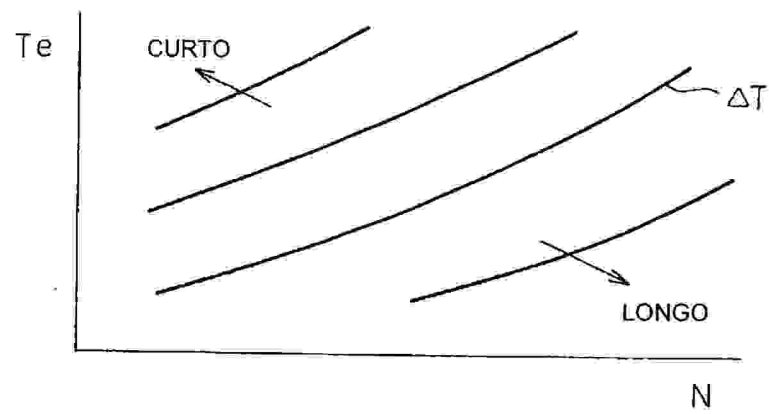


Fig.21B

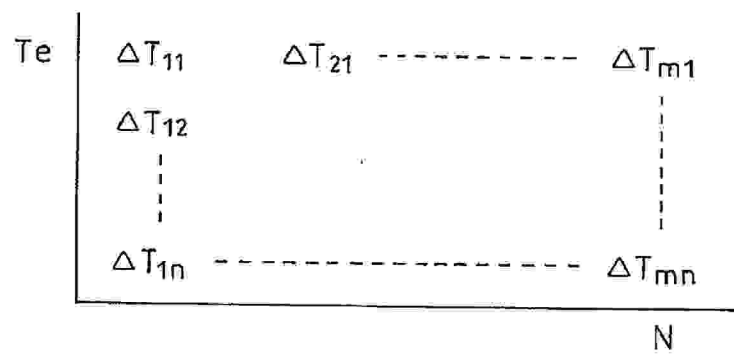


Fig.21C

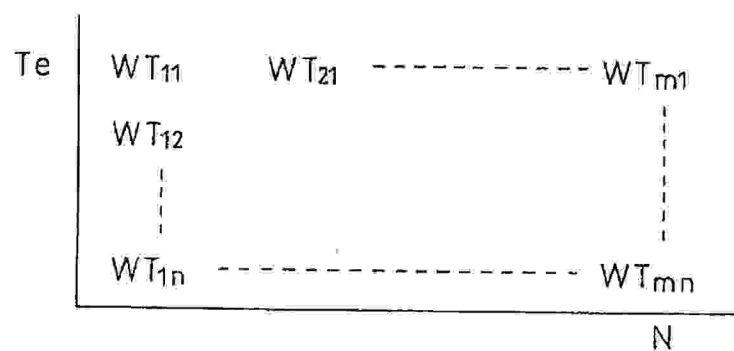


Fig.22A

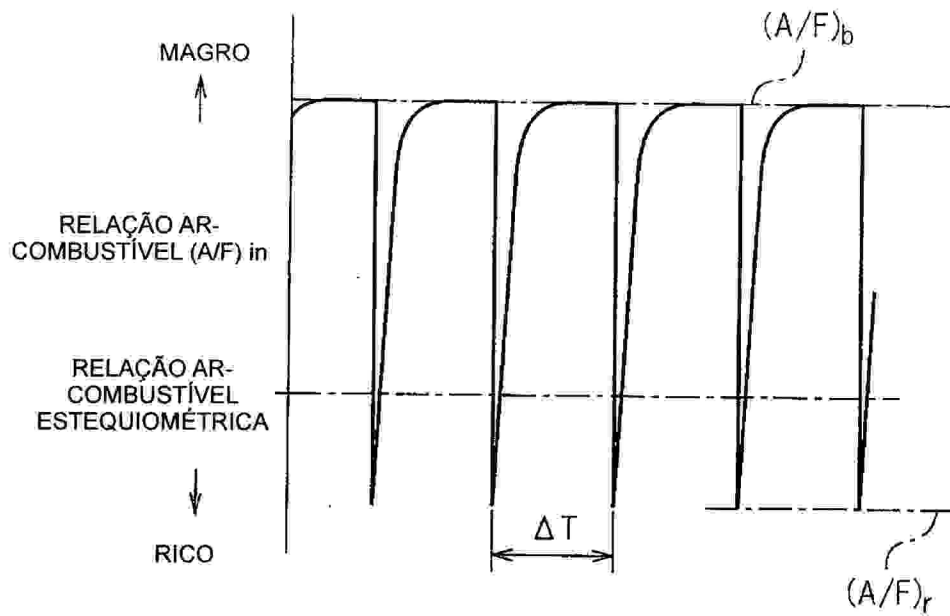


Fig.22B

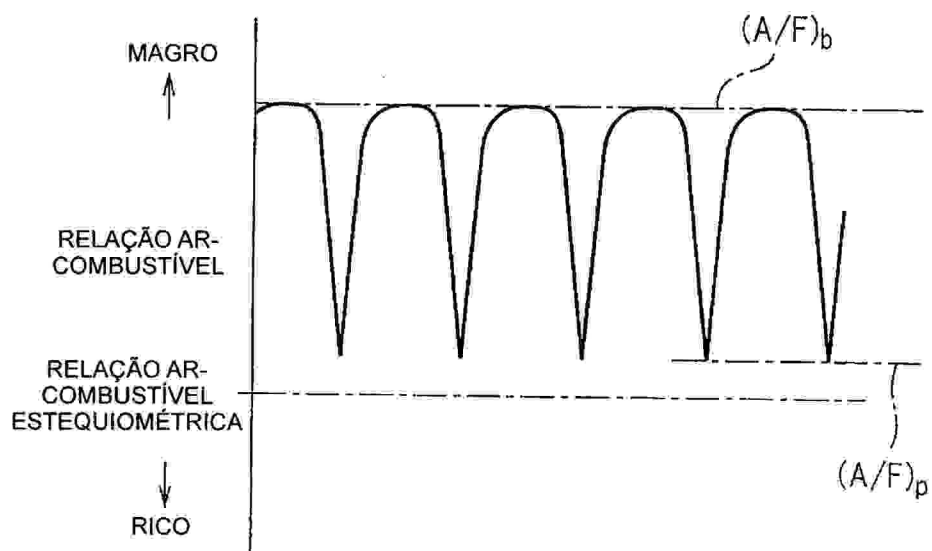


Fig.23

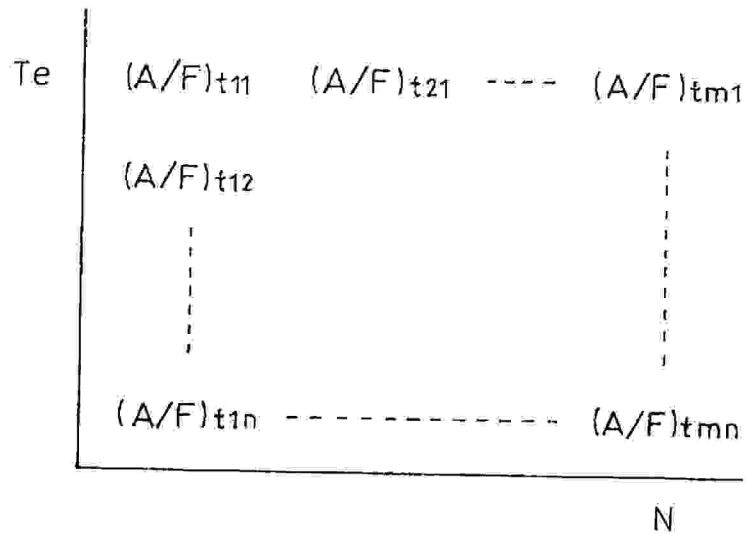


Fig.24

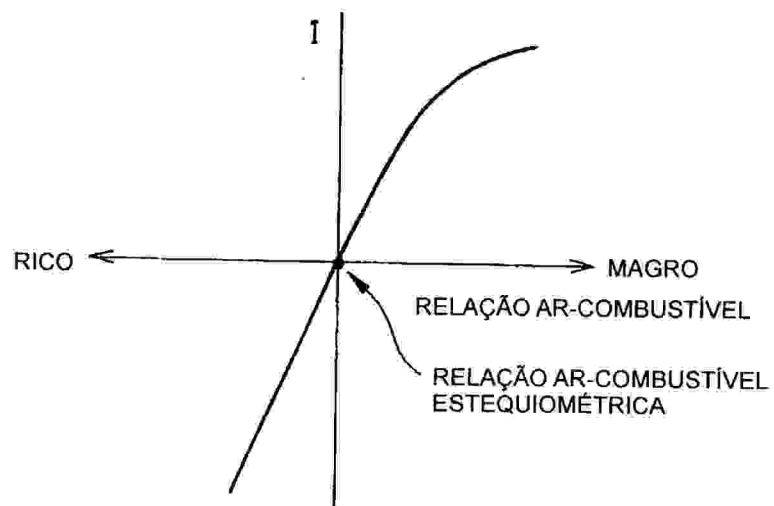


Fig.25

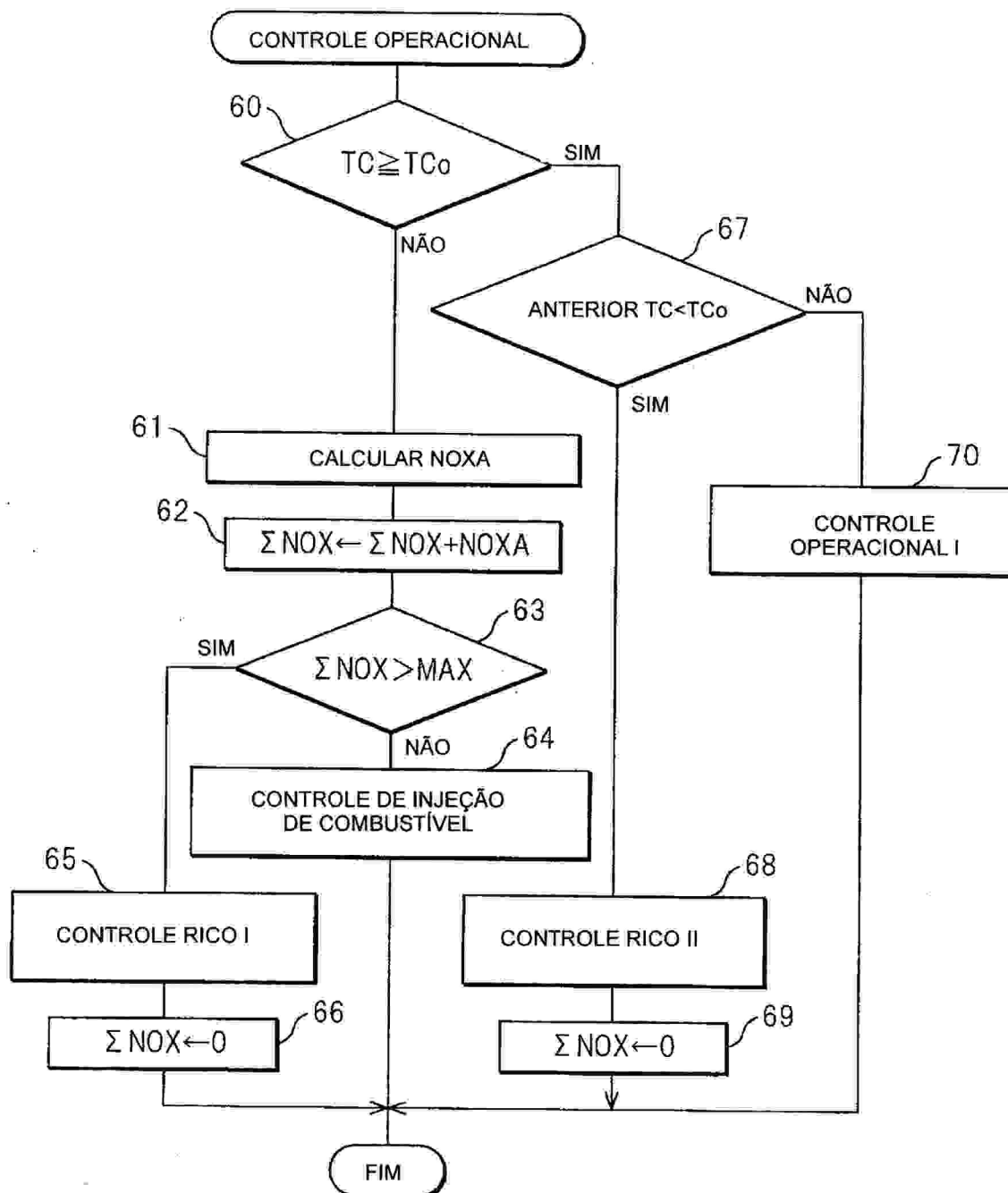


Fig.26

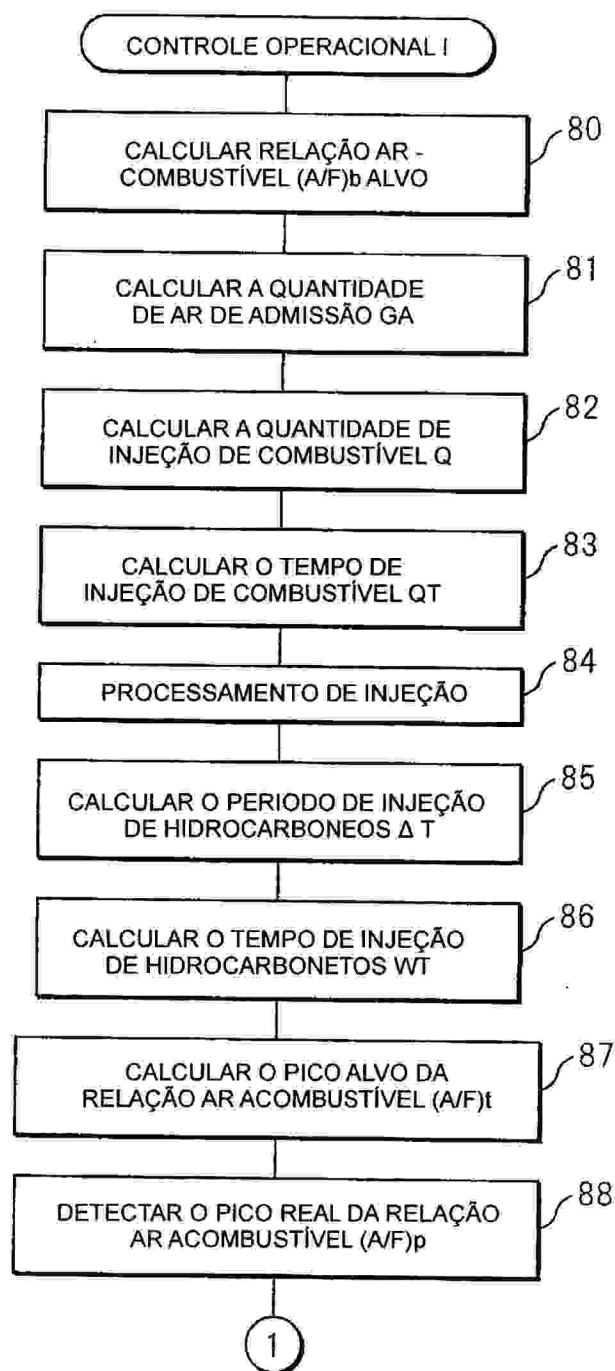


Fig.27

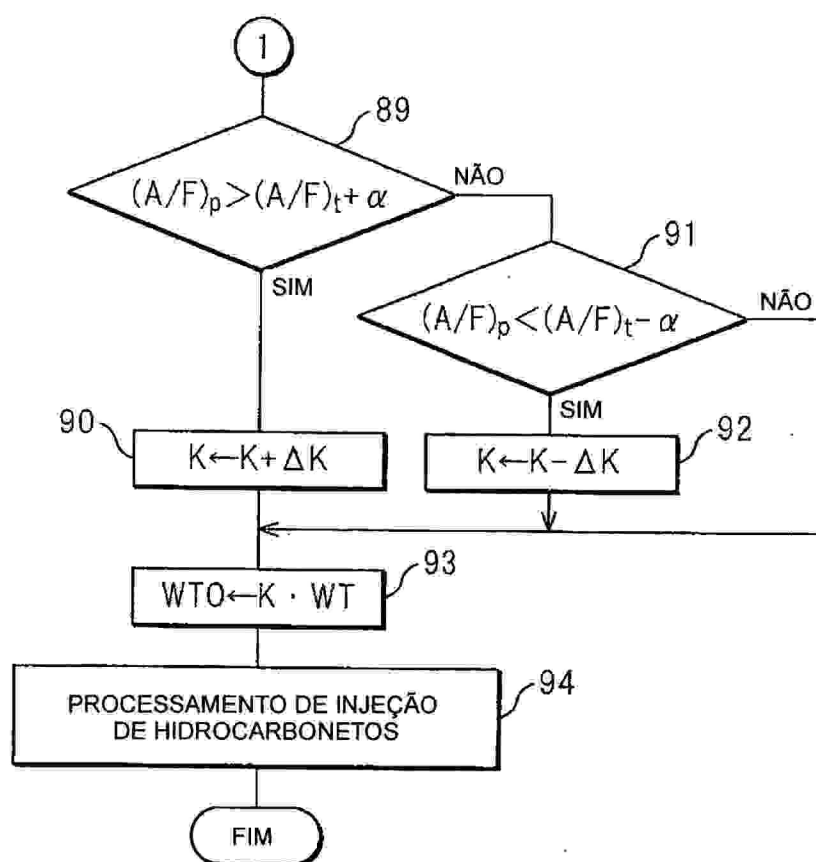


Fig.28

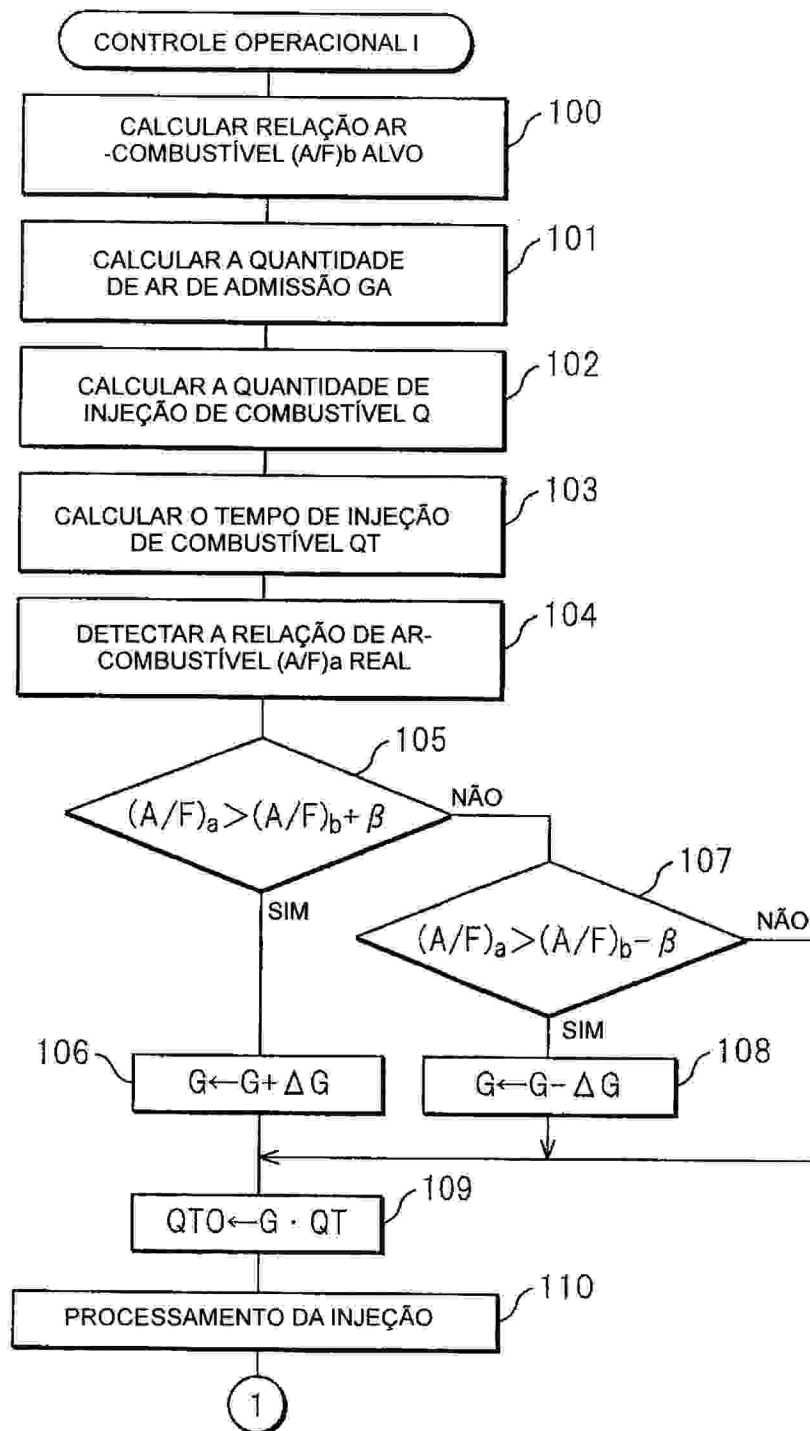


Fig.29

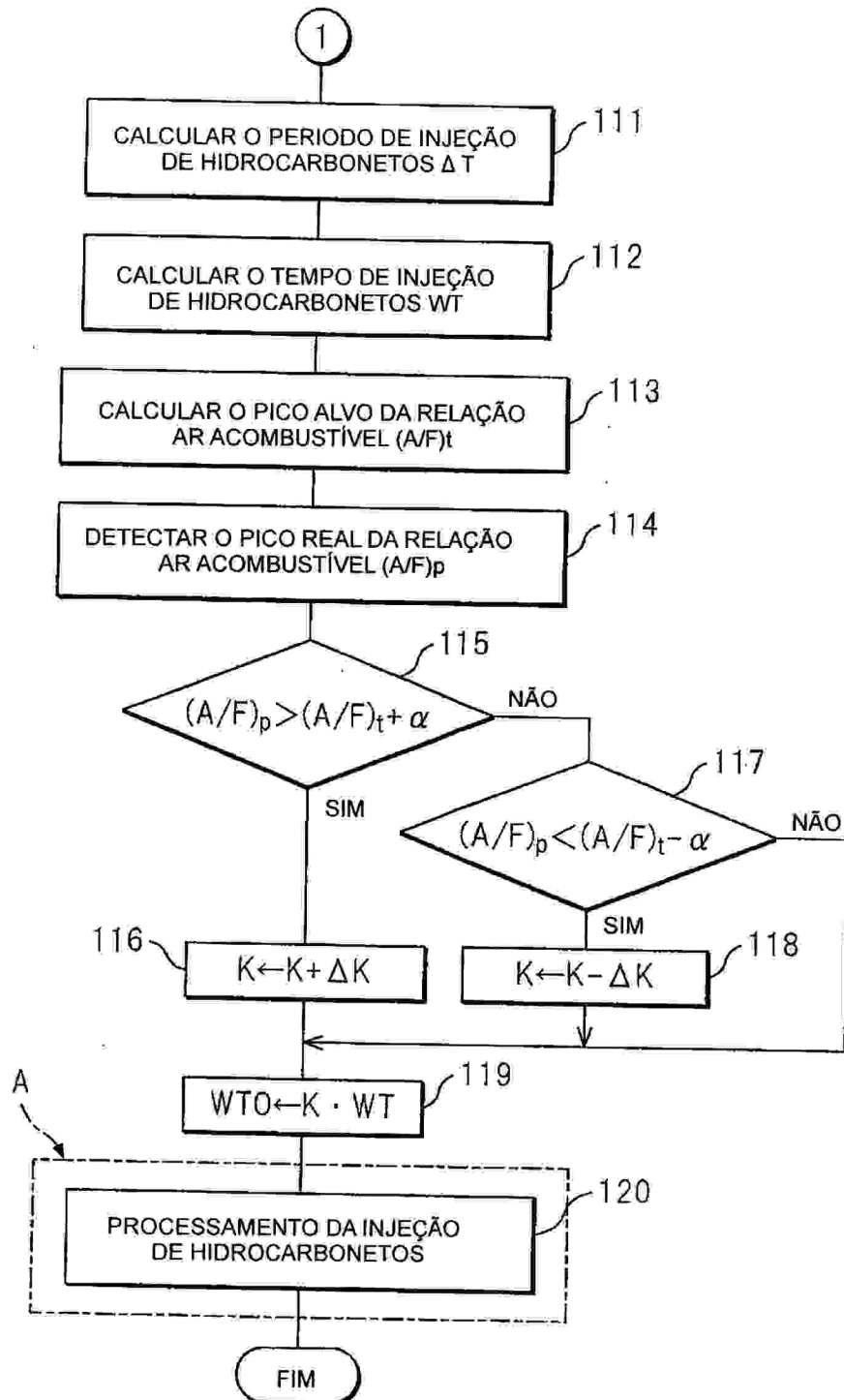


Fig.30

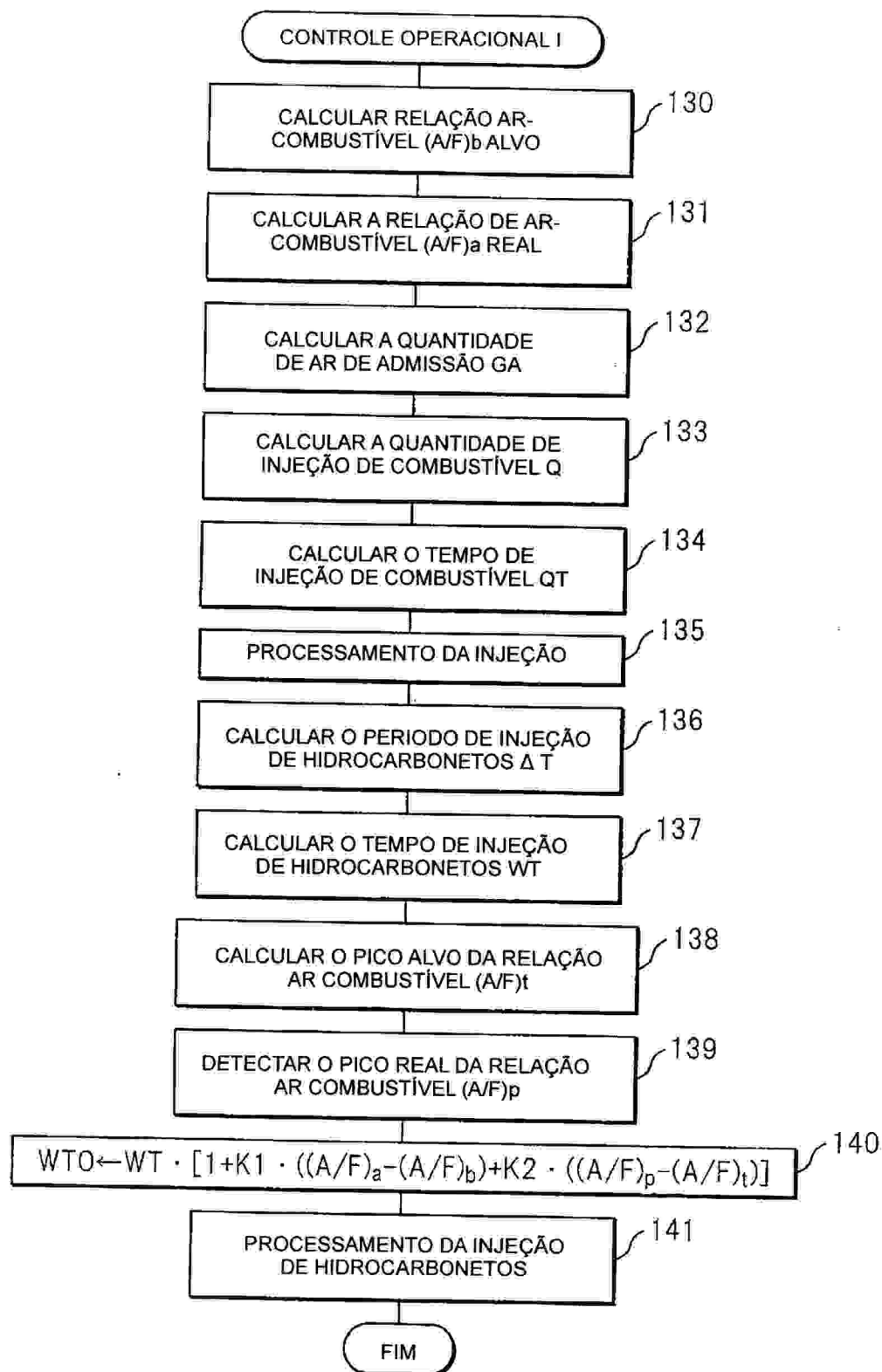


Fig.31

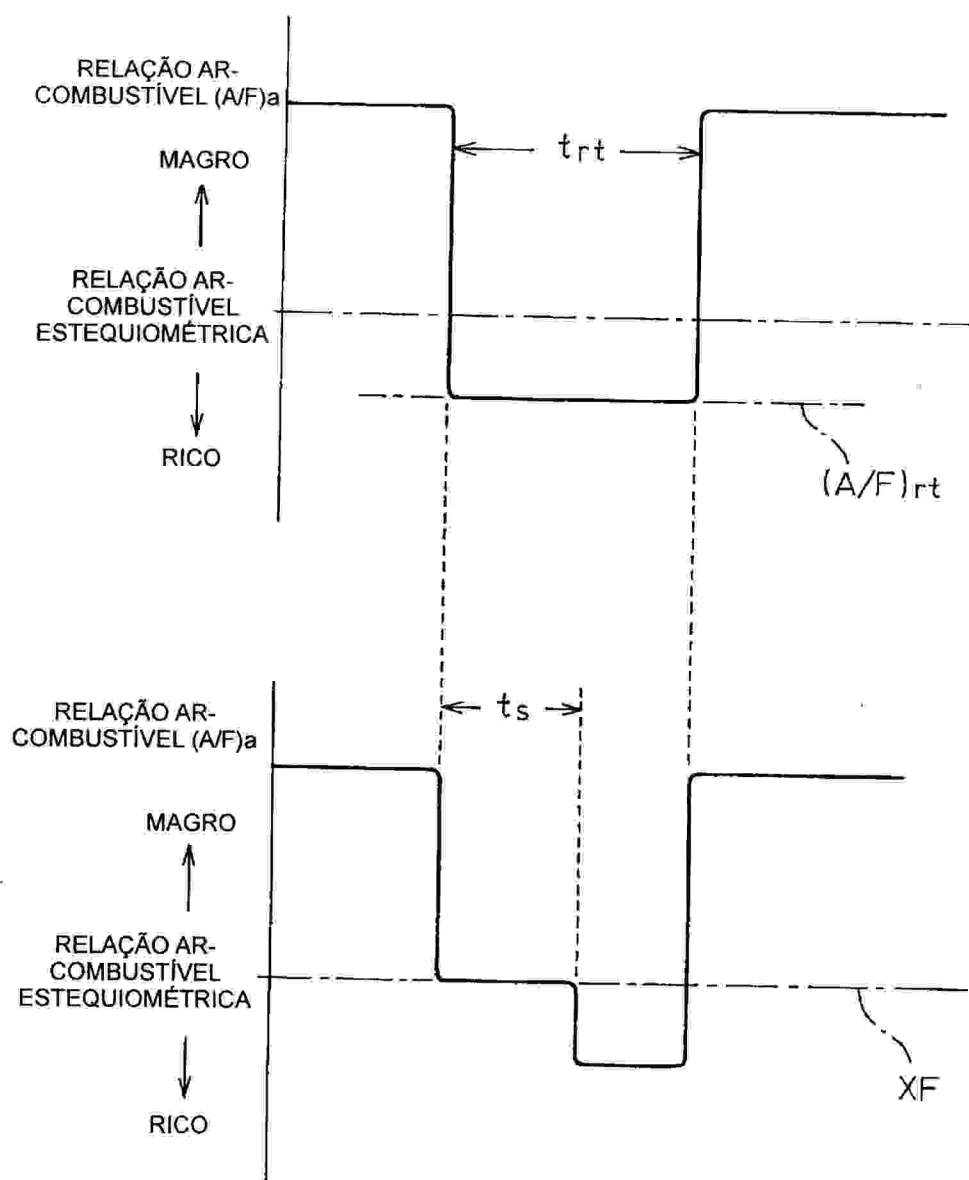


Fig.32

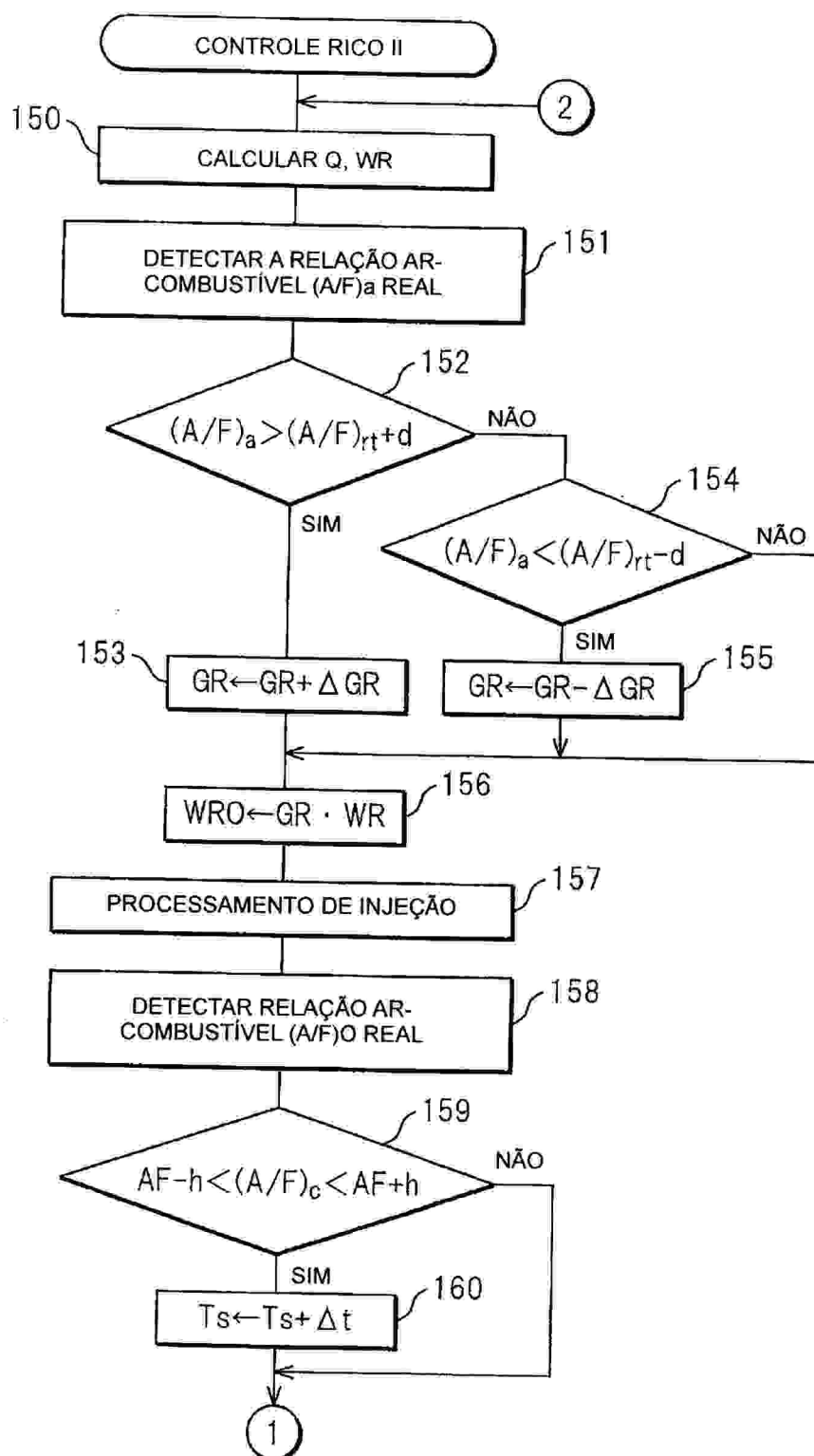


Fig.33

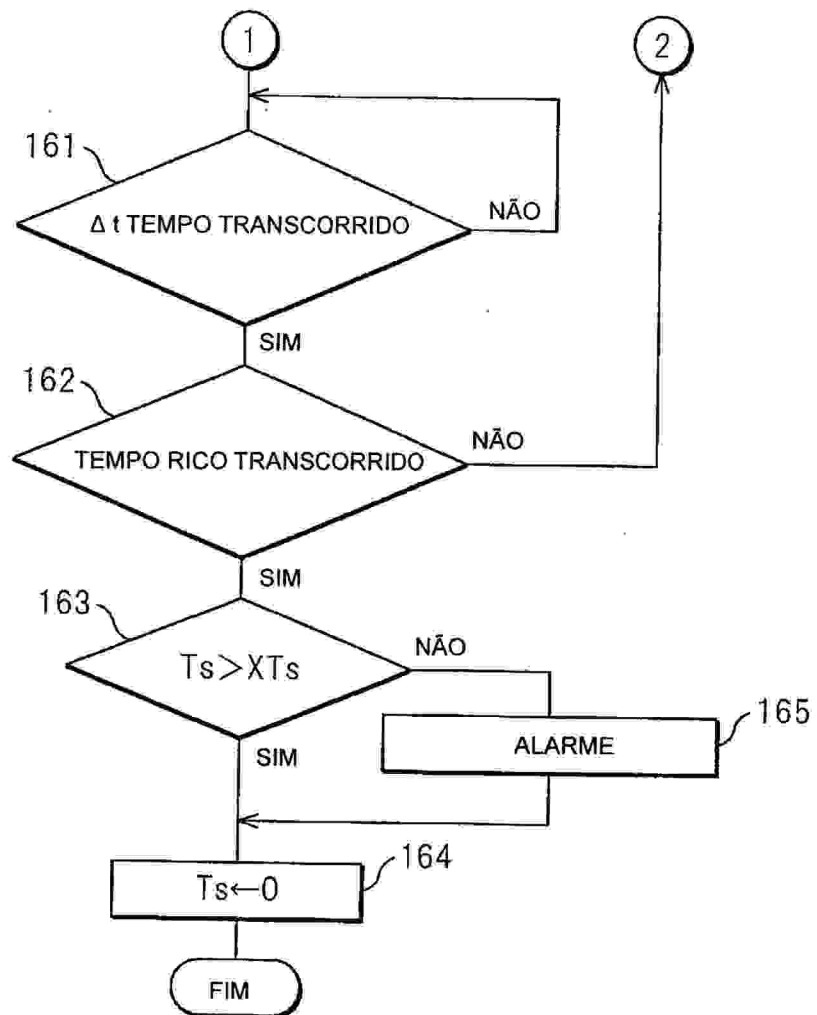


Fig.34

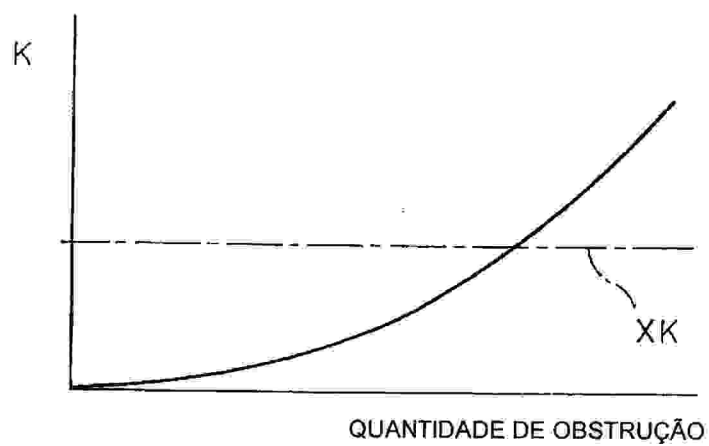


Fig.35

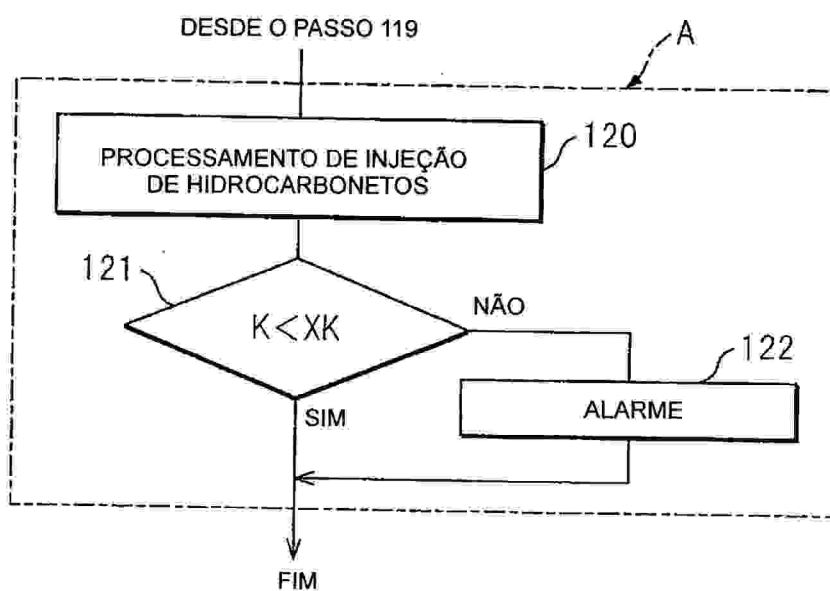


Fig.36A

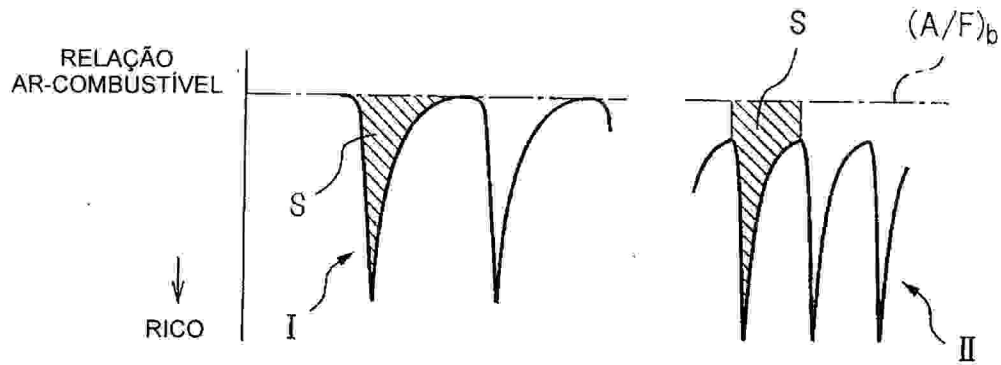


Fig.36B

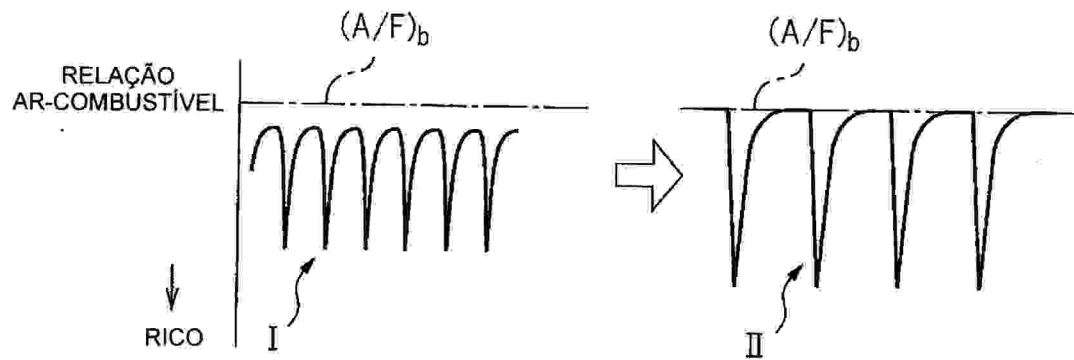


Fig.36C

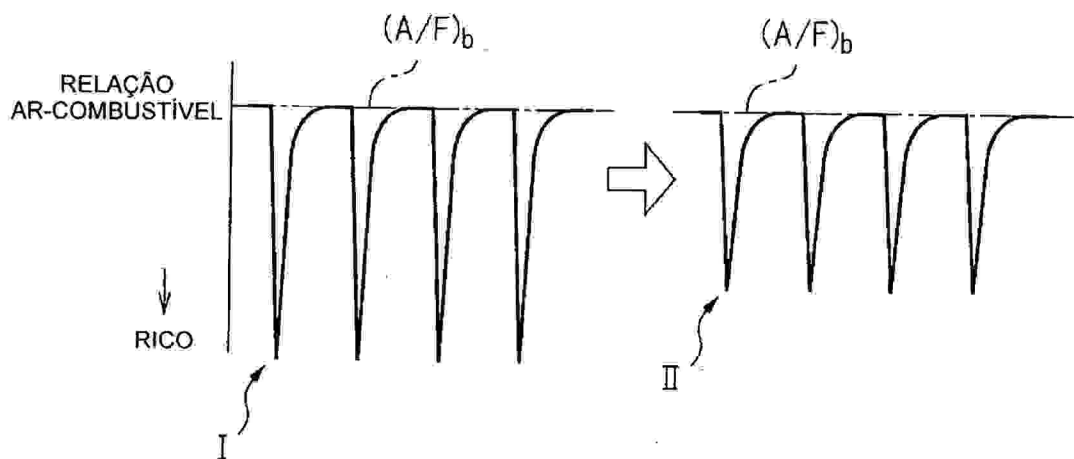


Fig.37

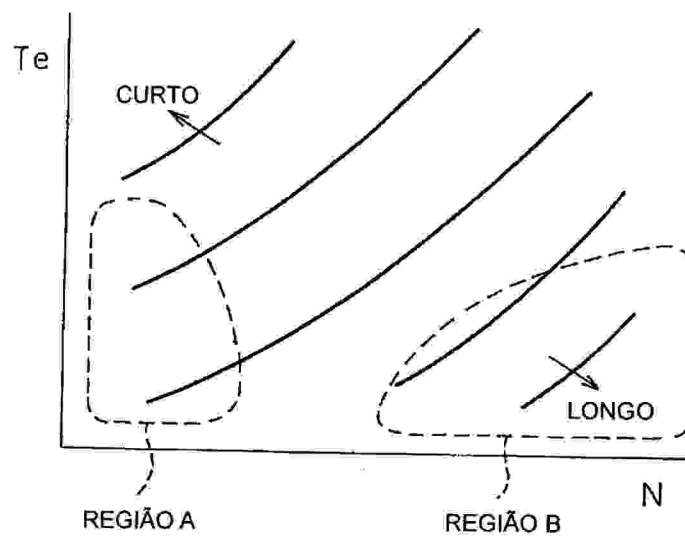


Fig.38

