



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

(11) PI 0405357-5 B1



(22) Data do Depósito: 26/11/2004

(45) Data de Concessão: 02/04/2019

(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR TETRA COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: F02D 41/36.

(73) Titular(es): MAGNETI MARELLI SISTEMAS AUTOMOTIVOS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA..

(72) Inventor(es): GINO MONTANARI; CARLOS FERNANDO DAMASCENO; EDUARDO AUGUSTO DE CAMPOS; ALBERTO BUCCI; VAGNER EDUARDO GAVIOLI; VALDIR CLAUDINO PEDROSO; ORDENER AKIO OMORI DEL DEBBIO; ANTONIO DIEDERIK CAVALCANTE DE SOUZA; ALEXANDRE ALVES SAMPAIO E SILVA; LUIGI MINELLI; PEDRO HENRIQUE MONNERAT JUNIOR.

(57) Resumo: "SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR TETRA COMBUSTÍVEL". O presente resumo refere-se a uma patente de invenção para sistema de controle de motor tetra combustível, pertencente ao campo da indústria automobilística e compreendido essencialmente: por conjunto de sensores (S), que captam informações de vários pontos adequados do sistema motor do veículo; por Unidade Central Eletrônica ECU (1), que recebe e processa os sinais dos sensores e gera sinais de comando em função do processamento; e por conjunto de atuadores (A) que recebem os sinais de comando e atuam adequadamente sobre respectivos componentes do sistema de controle do sistema motor do veículo, para ajustá-los arranjados para que o veículo possa ser alimentado com Gás Natural Veicular GNV ou gasolina pura ou álcool hidratado ou mistura de gasolina brasileira e 22% de álcool anidro.

SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR TETRA COMBUSTÍVEL

[001] A presente invenção se refere a um sistema de controle de motor tetra combustível, pertencente ao campo da indústria automotiva, que foi desenvolvido para identificar o tipo de 22% de álcool combustível usado no veículo, dentre: álcool hidratado ou gasolina com anidro ou gasolina pura ou Gás Natural Veicular - GNV, através do emprego de sensor lógico de software para identificação do GNV associado a sensor lógico de software - SFS para identificação de gasolina, álcool e suas misturas, sem a necessidade do uso de sensor físico, bem como para proporcionar o funcionamento do sistema motor do veículo a revelia (default) com GNV; para ajustá-lo automaticamente quando outro combustível é detectado ou em condições específicas de solicitação do sistema ou para ajustar o sistema a outros combustíveis que não GNV mediante chaveamento manual adequado a critério do condutor do veículo; ditos sensores lógicos de software GNV e SFS associados, uma vez detectado o tipo de combustível, trabalham ainda associados a um sistema de software e hardware de um sistema de injeção eletrônica convencional para ajustar o sistema às condições de dirigibilidade: velocidade, pressão absoluta, posição da borboleta, fase, temperatura do ar, rotação, detonação, temperatura da água, proporção de oxigênio nos gases de queima do combustível e outros parâmetros e para implementar a injeção de combustível no sistema motor do veículo para o funcionamento ideal deste.

[002] A requerente é tradicional fabricante de sistemas de injeção de combustível eletrônicos veiculares e mais recentemente projetou, desenvolveu e atualmente comercializa um sistema de injeção para combustíveis álcool e gasolina e suas misturas-SFS- conforme o documento PI 0202226-5.

[003] Ocorre que as descobertas e disponibilização através de outros meios de gás natural no Brasil têm tomado esse combustível uma alternativa adequada para suprir as necessidades de energia, particularmente no campo automotivo.

[004] O documento US 6687597 ensina um sistema para o controle do trem de força de um veículo baseado no controle dos pulsos de atuação do injetor de combustível, os quais são modificados de acordo com a temperatura do ar, rotação do motor e pelos sinais fornecidos por uma sonda lambda que analisa a qualidade da queima via os gases residuais, no escapamento. Esta solução prevê ainda que o motor pode ser alimentado

com um combustível alternativo, tal como o GLP ou similares, sendo os sinais de controle devidamente ajustados pelo processador do sistema. Alternativamente, tais dados podem ser ajustados a partir de um processador separado e exclusivo para tal processamento. Assim, e a despeito deste sistema possibilitar o controle motor a partir de mais de um tipo de combustível, o processamento das variáveis e a geração dos parâmetros de controle da injeção é realizado via um processamento totalmente paralelo, ou totalmente concorrente. Em outras palavras, o sistema proposto atua exclusivamente com um processamento individualizado para cada combustível, ou com um sistema unificado que processa os dados qualquer que seja o combustível. Assim, o sistema não antecipa, e sequer indica a possibilidade de um processamento para uma pluralidade de combustíveis em paralelo a um sistema para um único combustível, nem tão pouco faz referência as vantagens de uma tal disposição.

[005] Os documentos US 5755211 e PI 9508015 descrevem sistemas de gerenciamento para um motor que pode ser alimentado por um combustível líquido ou por um combustível gasoso, no qual são previstos sistemas independentes para cada combustível alimentado. Por fim, o documento US 5806490 ensina um sistema de gerenciamento de um motor alimentado por um combustível gasoso e dotado de um turbo compressor, no qual é realizado um controle apurado das pressões do combustível gasoso e da massa de ar alimentada.

[006] A proposta do sistema, objeto da presente invenção, portanto, é que além de gasolina, álcool e suas misturas, o sistema possa "reconhecer" a utilização da gasolina pura e também conter módulo para todo o gerenciamento do gás natural. Desta forma tem-se a opção de abastecimento de quatro combustíveis distintos, dentre: álcool etílico hidratado (AEH); gasolina, com 22% de álcool anidro; gasolina pura - outros mercados sem oxigenados; CNG - Gás Natural Compressed, neste caso se faz necessário a colocação de Hardware definido pela requerente para o correto funcionamento do veículo, também objeto da presente patente.

[007] Para efeito deste relatório, o Gás Combustível Veicular pode ser identificado pelas siglas:

CNG= Gás Natural Compressed

GNV= Gás Natural Veicular

GMV= Gás Metano Veicular

[008] Assim, utilizando os recursos já implantados do sensor SFS, o sistema irá identificar a gasolina pura através dos algoritmos que irão efetuar as comparações do aprendizado do sistema (1) por um número de warm-up (2) e assim identificar que ocorreu uma colocação de gasolina sem álcool no veículo.

[009] Premissas para as condições de detecção de gasolina pura: O SFS identifica que existe a necessidade de uma relação AF (3) superior a 13,4 por mais de "x" warm-up, e que o aprendizado do sistema é superior a um percentual "y". O sistema irá adotar uma AF de 14,5 e balancear o aprendizado através do delta.

[0010] A relação AF neste caso será linear de 9,0 a 13,4, e entre 13,4 e 14,5, não existe mais linearidade, ele será fixado com o valor de 14,5 pois identificará a mistura. Enquanto houver uma mistura de gasolina com álcool e gasolina pura o sistema permanece inalterado, até que a primeira condição não seja atendida.

[0011] O sistema irá permanecer em AF de 14,5 até que o SFS identifique uma necessidade de AF inferior a 13,4, onde irá abandonar o AF fixo e voltará a ser novamente Flex-flexível.

[0012] Todo o sistema de verificação do SFS e suas janelas permanecem inalterados.

[0013] Para efeito deste relatório tem-se:

- 1- Aprendizado do Sistema = desvios que são compensados pela unidade de controle do motor para variações da quantidade de combustível injetados devido à variações de componentes;
- 2- Warm-up = fase de aquecimento do motor; e
- 3- AF = Relação ar/combustível, sendo 14,5 para gasolina pura; 9,0 para álcool puro, e $14,5 > A/F > 9,0$ para misturas de gasolina e álcool dentre as quais 13,4 para Gasolina com 22% de álcool.

[0014] Dentro do objeto da presente invenção, portanto, tem-se que o sistema de controle de motor é automático, ou seja, ele irá sempre funcionar com o combustível GNV até que uma das seguintes condições seja alcançada (figs. 5 a 9):

C1 - Tanque GNV vazio;

C2 - Tempo de funcionamento em GNV ultrapassa um determinado volume de gás, ex: "7 kg", neste caso específico o sistema volta para trabalhar com combustível líquido por um determinado tempo, calibrado a cada caso, para não ocorrer travamento dos injetores;

C3 - Quando houver necessidade de potência ou torque (ex. velocidade máxima), ou subida de rampas;

C3.1 - Neste caso o sistema irá trabalhar com combustível líquido enquanto for necessário e retoma a operar normalmente com GNV;

C3.2 - A necessidade de torque é identificada ou pela posição do pedal do acelerador ou pela pressão no coletor de admissão. Estas informações estão disponíveis para a ECU; e

C4 - Quando o condutor quiser andar somente com gasolina, sendo então ligada uma chave seletora.

[0015] Enquanto nenhuma das condições anteriormente apresentadas ocorrer, o sistema trabalha com gás. Para tanto a ECU (Unidade de Comando Eletrônica) está preparada com vários controles específicos, entre os quais:

1. AF específico para GNV 17:1;
2. Ganho e offset do injetor GNV especial;
3. Mapa de combustível específico, ou mapa delta, devido ao enchimento diferenciado do combustível GNV;
4. Mapa de avanço delta em relação;
5. Fase de injeção específica (principalmente para carga total);
6. Close-loop carry over;
7. Transitórios e fase fria, não devem existir diferenciado.

[0016] O sistema tem também a capacidade de inferir se a quantidade de GNV no cilindro terminou, ou seja, quando a variável K0₂ (compensação de combustíveis) ficar por um tempo calibrável indicando que necessita de aumentar a quantidade de GNV a ser injetado.

[0017] Reconhecimento de falta de combustível GNV: Quando o K0₂ ficar pobre por "x" tempo em condição tracionada, trocar para combustível líquido no próximo cut-off.

[0018] Sensor lógico do teor de GNV: O GNV tem composição variada de posto a posto de abastecimento devido ao teor de Metano (CH_4) ser variável. Isto provoca falhas de dirigibilidade e queima irregular. Para equacionar esta diferença, existe uma série de equações baseadas no SFS descrito na patente PI 02022226-5 que irá compensar as diferenças no percentual do gás metano no GNV.

$$\text{Equação 1 - } Q_{\text{combustível}} = \frac{Q_{\text{ar}}}{\text{AF}} \times K$$

onde: $Q_{\text{combustível}}$ = Quantidade de Combustível

Q_{ar} = Quantidade de ar

AF = Relação ar/combustível (fuel)

K = K é inferido a partir de K_{O_2} e usado para modificar a A/F atual; K_{O_2} é um coeficiente para corrigir variações do combustível injetado e manter o sistema com a mistura estequiométrica (Equação 1 do SFS).

[0019] O sistema identifica que a $Q_{\text{combustível}}$ necessita ser alterada para manter o equilíbrio da equação. Desta forma ajusta-se o AF_{GNV} para o equilíbrio correto após o abastecimento correto do veículo, visto sistema, onde AF_{GNV} é a relação ar/combustível quando este é GNV.

[0020] Sensor Lógico Temperatura do GNV:

[0021] A temperatura do compartimento do motor, e conseqüentemente do GNV, altera de acordo com a condição de uso do veículo. Como o GNV ocupa significativamente o rendimento volumétrico do motor, provoca uma leitura "errada" da quantidade de ar admitida pelo motor. Para solucionar esta situação, o sistema efetua continuamente o balanço da Equação 1, e como a mudança de temperatura do motor obedece uma constante de tempo lenta (ao redor de 3 minutos), o sistema faz o equilíbrio da equação a cada intervalo de tempo calibrado (ex. 3 minutos) de forma a compensar alterações na eficiência do motor.

[0022] Este algoritmo é acionado sempre que a temperatura do ar ou da água do motor, ou ambos sofrerem alterações por mais do que um valor especificado na calibração.

[0023] Nesse caso o coeficiente a ser alterado na equação de equilíbrio é a quantidade de

ar através dos fatores:

$$Q_{\text{COMBUSTÍVEL}} = \frac{Q_{\text{ar}}}{AF} \cdot K_{O_2} \times K_{CH_4} \times K_{TEMP.}$$

onde: $Q_{\text{combustível}}$ = Quantidade de Combustível

Q_{ar} = Quantidade de ar

AF = Relação ar/combustível (fuel)

K_{O_2} = Coeficiente relacionado com oxigênio para corrigir variações do combustível injetado e manter o sistema com a mistura estequiométrica (Equação 1 do SFS)

K_{CH_4} = Coeficiente relacionado ao gás metano

K_{Temp} = Coeficiente relacionado a temperatura.

[0024] Os desenhos anexos mostram os elementos de Hardware que fazem parte do sistema de controle de motor tetra combustível, objeto da presente patente, nos quais:

- a figura 1 mostra um esquema geral do sistema;
- a figura 2 mostra um esquema do banco de injetores e da seleção de tipo de combustível;
- a figura 3 mostra uma possibilidade de realização da galeria do sistema de gás, que faz parte do sistema;
- a figura 4 mostra uma vista geral do sistema e a indicação de como fica implantado em um veículo; e
- as figuras 5 a 9 mostram fluxogramas de funções de várias etapas do funcionamento do sistema GNV.

[0025] Segundo é mostrado na figura 1, o hardware do sistema de controle de motor, conforme a presente invenção é compreendido, essencialmente: por conjunto de sensores S, que captam informações de vários pontos do sistema motor do veículo; por Unidade Central Eletrônica ECU 1, baseada nos softwares associados de reconhecimento do combustível e de controle de injeção em função de parâmetros de dirigibilidade, a qual recebe sinais do conjunto de sensores S, processa-os adequadamente e gera sinais de

comando segundo os softwares; e por conjunto de atuadores A que recebem os sinais de comando e atuam adequadamente sobre respectivos componentes do sistema motor do veículo, para ajustá-lo ao combustível usado e às condições de dirigibilidade.

[0026] Assim, o conjunto de sensores S é compreendido pelos sensores: de pressão 2; de temperatura do ar 3; sensor TDC (Crankshaft) 4; sensor de fase 5 (se requerido); sensor de pressão do tanque de GNV 6; sensor lambda on-off 7; temperatura da água 8; sensor de posição da borboleta - TPS 9; sensor de velocidade do veículo 10; sensor de pedido de condicionador de ar 11, os quais funcionam sendo sensibilizados pelas condições dos respectivos pontos do mecanismo motor do veículo e geram correspondentes sinais elétricos que são transmitidos para a ECU 1, de uma forma substancialmente conhecida na arte.

[0027] A ECU 1 compreende, essencialmente: microprocessador adequado, no qual residem os softwares associados: sensores lógicos de softwares GNV e SFS, compreendidos por algoritmos e estratégias responsáveis pela identificação do combustível usado dentre: Gás Natural Veicular; gasolina pura; álcool hidratado; mistura de gasolina e 22% de álcool anidro; e software de controle de injeção em função das condições de dirigibilidade, compreendido por algoritmos e estratégias de identificação da: velocidade, pressão absoluta, posição da borboleta, fase, temperatura do ar, rotação, detonação, temperatura da água, proporção de oxigênio nos gases de queima do combustível e outros parâmetros; e por memória, que armazena dados relativos aos parâmetros processados pelo sistema e que são interpolados pelos softwares com as informações relativas ao tipo de combustível e condições de dirigibilidade captadas durante o funcionamento do conjunto motor do veículo; e por dispositivos auxiliares de recepção/transmissão e processamento dos sinais dos sensores e de comando.

[0028] O conjunto de atuadores A é compreendido, essencialmente por: dispositivo revezamento de fornecimento de cargas 12 associados a respectivos atuadores; spark coil 13; banco de injetores de SFS-GNV; eletro válvula de interceptação do tanque 17; eletro válvula de interceptação do redutor de pressão 18; atuador inativo 19; reles do ventilador; ventilador 20; compressor de ar-condicionado 25 todos arrançados de modo conhecido na arte.

[0029] Outros componentes são ainda lâmpada de alarme 22; lâmpada extra – temperatura da água 23; rev-counter 24; ECU immobilizer 26; conector de diagnóstico 27.

[0030] O banco de injetores SFS-GNV 15 (fig. 2) está associado ao dispositivo de seleção de combustível compreendido, essencialmente: por dispositivo 30 de seleção automática de combustível compreendido por relé associado aos injetores do sistema SFS (gasolina, álcool) e injetores GNV (gás natural veicular) e dispositivo 31 de seleção manual de combustível compreendido por botão para desabilitar o GNV, dispositivos esses associados a respectivas rotinas e estratégias específicas dos sensores lógicos de software SFS e GNV, residentes da ECU 1.

[0031] A galeria 40 de injetores do sistema de gás (fig. 3) tem design padronizado para ser utilizada em qualquer sistema GAS e é composta por duas peças podendo ser plástico ou metal, que suportam os injetores GNV. Os injetores PICO gás 15 injetam e controlam o GNV para cada cilindro do motor. O módulo de controle escolhe qual o combustível a ser injetado selecionando eletricamente a galeria com combustível líquido ou gás. A ECU recebe informação da pressão no cilindro e também do tanque de combustível (álcool ou gasolina). Dependendo do combustível em uso, a ECU transmite ao painel através da CAN - protocolo de comunicação da quantidade de combustível que está sendo utilizado, líquido ou gás.

[0032] O lay-out do presente sistema é conforme figura 4, e compreende: Tanques de GNV de 300 bar 50 dispostos em local adequado conforme o modelo do veículo; eletroválvula tanque 51; GNV tubulação 52; GNV regulador 53; e GNV galeria 40 e injetores 15.

[0033] Especificação Técnica:

Pressão de Trabalho: 0 - 250 bar

Primeiro Estágio de Pressão: 12,7 bar

Pressão Nominal do Segundo Estágio: 2,5 bar + MAP

Faixa de Temperatura: -40° - 120°C

Válvula Solenóide de Tensão: 12 ou 24 V

Filtro de Entrada: 50 mm

Máximo Fluxo de Gás: 30 kg/h

Peso: 2100 g

[0034] Todo o sistema de verificação do sensor lógico de software SFS, responsável pelo controle da alimentação com gasolina, álcool e mistura gasolina e álcool, bem como as suas janelas (janelas de interpretação da sonda para o resultado da combustão, e todas as tabelas de avanço e de tempo de injeção), permanecem inalterados, para:

E1 - reconhecer o combustível dentre gasolina e 0% a 100% de álcool em uma mistura combustível baseado no fato de que a relação estequiométrica A/F de uma mistura combustível com gasolina é diferente da mistura combustível com álcool, através de interpretação apropriada das informações da queima do combustível fornecidas pela sonda lambda; e a mistura combustível dentre: A/F = 14,5 corresponde a gasolina pura; $14,5 > A/F > 9,0$ corresponde a mistura de gasolina e álcool e A/F = 9,0 corresponde a álcool;

E2 - Determinar a quantidade de combustível através do tempo de injeção T_{inj} dos injetores em função da mistura combustível:

$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{Mistura}}$$

$$T_{inj\ Médio} = Q_{Comb} \cdot Ganho \cdot (1 \pm KO2_FIL)$$

onde: Q_{comb} = Quantidade de Combustível

Q_{Ar} = Quantidade de Ar

$A/F_{Mistura}$ = Relação entre o ar e o combustível quando a sua estequiometria, ou seja, proporção da massa de ar dividido pela massa de combustível, sendo que para gasolina pura A/F = 14,5; para o álcool Anidro A/F= 9,0 e para mistura desse gasolina e álcool $14,5 > A/F > 9,0$

A = Ar

F = Combustível (Fuel)

$T_{inj\ Médio}$ = Tempo de injeção médio

Ganho = parâmetro do injetor de combustível (relaciona a quantidade de combustível injetada em função do tempo de abertura e pressão do combustível alimentado no injetor - é uma variável estabelecida em bancada e que é particular para cada tipo de injetor utilizado)

K02 = Variável numérica usada para equilibrar a relação A/F para manter a combustão na estequiometria. Nome usado pela inventora.

O₂ = Gás oxigênio

E3 - Determinar o avanço da ignição em função da mistura:

$$AVA_BASE_{(NEW)} = AVA_BASE_{0\% \text{ álcool}} + K_2\% \cdot [Mapa_avanço_{100\% \text{ álcool}} - Mapa_avanço_{0\% \text{ álcool}}]$$

onde:

AVA_BASE = Avanço base

K₂ = função de A/F_{Mistura}

E4 - Determinar a A/F ao fim de um e início de outro ciclo de funcionamento do motor (Equação 2):

$$A/F_{Mistura \text{ (atual)}} = A/F_{Mistura \text{ (anterior)}} \cdot K_1$$

$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{Mistura \text{ (atual)}}$$

$$Tin_{j_{Médio}} = Q_{Comb} \cdot Ganho \cdot (1 \pm 0\%)$$

E5 - Algoritmo SFS:

Caso: $KO_2\text{-}f// > \text{Nível}11(\%)$ ou $KO_2\text{-}f// < \text{Nível}12(\%)$

Então: $K1 = 1/(1 + KO_2\text{-}f//)$

Cálculo do A/F

$KO_2\text{-}f// = 0$

E6 - Fazer outros controles do motor em função de A/F: aprendizado do sistema; warm-up; controle de torque; transitório de combustível; avanço dinâmico; redução de torque; partidas; canister.

[0035] Dentro da construção básica, acima descrita, o sistema, objeto do presente patente de invenção, pode apresentar modificações relativas a materiais, dimensões, detalhes construtivos e/ou de configuração, sem que fuja do âmbito da proteção solicitada.

Reivindicações

1. Sistema de controle de motor tetra combustível, compreendido essencialmente: por conjunto de sensores (S), que captam informações de vários pontos do sistema motor do veículo; por Unidade Central Eletrônica ECU (1), que recebe e processa os sinais dos sensores e gera sinais de comando em função do processamento; e por conjunto de atuadores (A) que recebem os sinais de comando e atuam sobre respectivos componentes do sistema de controle do sistema motor do veículo, para ajustá-los, e sendo que dita ECU compreende software de controle de injeção em função das condições de dirigibilidade, responsável pela identificação da: velocidade, pressão atmosférica, posição da borboleta de controle da massa de ar admitida, fase, temperatura do ar, rotação, presença de detonação, temperatura da água, proporção de oxigênio nos gases de queima do combustível e outros parâmetros relacionados com o funcionamento do conjunto motor, sem a necessidade de um sensor físico no reservatório de combustível líquido, ECU (1) essa que recebe sinais do conjunto de sensores (S), interpola-os com dados relativos aos combustíveis: gás natural veicular (GNV); gasolina pura; álcool etílico hidratado (AEH); mistura de gasolina com 22% de álcool anidro e às condições de dirigibilidades armazenados disponíveis para a ECU e em função dessa interpolação gera os sinais de comando para os atuadores (A), que atuam sobre correspondentes componentes do sistema de controle do conjunto motor do veículo para ajustar este ao combustível usado e às condições de dirigibilidade detectadas, visando o funcionamento ideal do conjunto motor do veículo, **caracterizado** pela unidade central eletrônica ECU (1) compreender ainda, em associação: sensor lógico de software GNV, responsável pela identificação do combustível gás natural veicular GNV; e sensor lógico de software SFS responsável pela identificação de combustível dentre: gasolina pura; álcool etílico hidratado; mistura de gasolina com 22% de álcool anidro ou quaisquer mistura entre gasolina e álcool etílico hidratado.

2. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1, **caracterizado** pelo modo de alimentação com GNV ser automático quando da partida (default) e manter-se habilitado até que uma das seguintes condições seja alcançada:

C1 - Tanque GNV vazio;

C2 - Tempo de funcionamento em GNV ultrapassa um determinado volume de gás;

C3 - Quando houver necessidade de potência ou torque, ou na subida de rampas (torque máximo);

C4 - Quando o condutor quiser utilizar somente com gasolina combustível líquido (gasolina; AEH ou gasolina pura);

sendo que dita condição C2 é detectada por sensor, processada por algoritmo e informações armazenadas disponíveis para a ECU e gera sinal de comando para atuação, que habilita alimentação com combustível líquido por um determinado tempo, calibrado a cada caso, para não ocorrer travamento dos injetores; dita condição C3 é identificada ou pela posição do pedal do acelerador ou pela depressão no coletor de admissão, processada por algoritmo e informações armazenadas disponíveis para a ECU e gera sinal de comando para atuador, que habilita alimentação com combustível líquido e retorna a operar normalmente com GNV; e a condição C4 é identificada pela posição de uma chave seletora de combustível gasoso ou líquido do sistema operada pelo condutor do veículo, processada por algoritmo e informações armazenadas disponíveis para a ECU e gera sinal de comando para atuador, que habilita alimentação de GNV ou de combustível líquido a critério do condutor do veículo.

3. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1 ou 2, **caracterizado** por inferir se a quantidade de GNV no cilindro terminou, quando a variável KO_2 (compensação de combustíveis) ficar por um tempo calibrável indicando que necessita de aumentar a quantidade de GNV a ser injetado; por reconhecer a falta de combustível GNV, quando o KO_2 ficar pobre por "x" tempo em condição tracionada e trocar para combustível líquido no próximo cut-off, funções essas realizadas pela associação de sensores, algoritmos, informações armazenadas disponíveis para a ECU e atuadores.

4. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1 ou 2, **caracterizado** por prever sensor lógico do teor de GNV para corrigir a composição variada do GNV devido ao teor de Metano (CH_4) ser variável, compreendido por algoritmo e informações armazenadas disponíveis para a ECU

$$\text{Equação 1 - } Q_{\text{combustível}} = \frac{Q_{\text{ar}}}{AF} \times K$$

onde:

$Q_{\text{combustível}}$ = Quantidade de Combustível

Q_{ar} = Quantidade de ar

AF = Relação ar/combustível (fuel)

K = K é inferido a partir de K_{O_2} e usado para modificar o A/F atual; K_{O_2} é um coeficiente para corrigir variações do combustível injetado e manter o sistema com a mistura estequiométrica (Equação 1 do SFS); em associação adequada com sensores e atuadores, arranjados para compensar as diferenças no percentual de gás metano no GNV.

5. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1 ou 2 , **caracterizado** por prever sensor lógico temperatura do GNV compreendido por algoritmo e informações armazenadas disponíveis para a ECU, em associação com sensores e atuadores do sistema arranjados para efetuar continuamente o balanço da Equação 1 e realizar o equilíbrio da equação a intervalo de tempo calibrado, segundo uma constante de tempo correspondente à mudança de temperatura do motor, de 3 minutos, de forma a compensar alterações na eficiência do motor; dito sensor é acionado sempre que a temperatura do ar ou da água do motor, ou ambos sofrerem alterações por mais do que um valor especificado na calibração, caso em que o coeficiente a ser alterado na equação de equilíbrio é a quantidade de ar através dos fatores:

$$Q_{\text{COMBUSTÍVEL}} = \frac{Q_{\text{ar}}}{AF} \cdot K_{O_2} \times K_{CH_4} \times K_{TEMP.}$$

onde:

$Q_{\text{combustível}}$ = Quantidade de Combustível

Q_{AR} = Quantidade de ar

AF = Relação ar/combustível (fuel)

K_{O_2} = Coeficiente relacionado com oxigênio para corrigir variações do combustível injetado e manter o sistema com a mistura estequiométrica (Equação 1 do SFS)

K_{CH_4} = Coeficiente relacionado ao gás metano

K_{TEMP} = Coeficiente relacionado à temperatura.

6. Sistema de controle, conforme reivindicado em uma qualquer das reivindicações precedentes, **caracterizado** pela ECU (Unidade de Comando Eletrônica) prever vários controles específicos para GNV, entre os quais:

- A/F específico para GNV 17:1;
- Ganho e offset do injetor GNV especial;
- Mapa de combustível específico, ou mapa delta, devido ao enchimento diferenciado do combustível GNV;
- Mapa de avanço delta em relação;
- Fase de injeção específica;
- Close-loop carry over;
- Transitórios e fase fria.

7. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1, **caracterizado** pelo fato de que ~~todo~~ dito sistema de verificação do sensor lógico de software SFS, responsável pelo controle da alimentação com gasolina; álcool etílico hidratado e mistura gasolina e álcool, e suas janelas, compreende as etapas de:

E1 - reconhecer o combustível dentre gasolina e 0% a 100% de álcool em uma mistura combustível baseado no fato de que a relação estequiométrica A/F de uma mistura combustível com gasolina é diferente da mistura combustível com álcool, através de interpretação das informações da queima do combustível fornecidas pela sonda lambda; e a mistura combustível dentre: A/F = 14,5 corresponde a gasolina pura; $14,5 > A/F > 9$ corresponde a mistura de gasolina e álcool e A/F = 9 corresponde a álcool;

E2 - Determinar a quantidade de combustível através do tempo de injeção T_{inj} dos injetores em função da mistura combustível:

$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{Mistura}}$$

$$T_{inj_Médio} = Q_{Comb} \cdot Ganho \cdot (1 \pm KO2_FIL)$$

onde:

Q_{comb} = Quantidade de Combustível

Q_{Ar} = Quantidade de Ar

A/F_{Mistura} = Relação entre o ar e o combustível quando a sua estequiometria, ou seja, proporção da massa de ar dividido pela massa de combustível, sendo que para gasolina pura $A/F = 14,5$; para o álcool Anidro $A/F = 9,0$ e para mistura desse gasolina e álcool $14,5 > A/F > 9,0$.

$A = \text{Ar}$

$F = \text{Combustível (Fluel)}$

$T_{\text{injMédio}}$ = Tempo de injeção médio

Ganho = parâmetro do injetor de combustível

K_{O_2} = Variável numérica usada para equilibrar a relação A/F para manter a combustão na estequiometria

O_2 = Gás oxigênio

E3 - Determinar o avanço da ignição em função da mistura;

$$AVA_BASE_{(NEW)} = AVA_BASE_{0\% \text{ álcool}} + K_2\% \cdot [Mapa_avanço_{100\% \text{ álcool}} - Mapa_avanço_{0\% \text{ álcool}}]$$

onde:

AVA_BASE = Avanço base

K_2 = função de A/F_{Mistura}

E4 - Determinar o A/F ao fim de um e início de outro ciclo de funcionamento do motor: Equação 2

$$A/F_{\text{Mistura (atual)}} = A/F_{\text{Mistura (anterior)}} \cdot K_1$$

$$Q_{\text{Comb}} = \frac{Q_{\text{Ar}}}{A/F_{\text{Mistura (atual)}}$$

$$T_{\text{injMédio}} = Q_{\text{Comb}} \cdot \text{Ganho} \cdot (1 \pm 0\%)$$

E5 - Algoritmo SFS

Caso: $KO_2\text{-fil} > \text{Nível11}(\%)$ ou $KO_2\text{-fil} < \text{Nível12}(\%)$

Então: $K_1 = 1/(1 + KO_2\text{-fil})$

Cálculo do A/F

$$KO_2-fil = 0$$

E6 - Fazer outros controles do motor em função de NF: aprendizado do sistema; warm-up; controle de torque; transitório de combustível; avanço dinâmico; redução de torque; partidas; canister.

8. Sistema de controle, conforme reivindicado em 1, **caracterizado** pelo fato de que o hardware do sistema é compreendido, essencialmente: por conjunto de sensores (S), que captam informações de vários pontos do sistema motor do veículo; por unidade central eletrônica ECU (1), baseada nos softwares associados de reconhecimento do combustível e de controle de injeção em função de parâmetros de dirigibilidade, a qual recebe sinais do conjunto de sensores (S), processados e gera sinais de comando segundo os softwares; e por conjunto de atuadores (A) que recebem os sinais de comando e atuam sobre respectivos componentes do sistema motor do veículo, para ajustá-lo ao combustível usado e às condições de dirigibilidade.

9. Sistema de controle, conforme reivindicado em 8, **caracterizado** pelo fato de que o conjunto de sensores (S) é compreendido pelos sensores: de pressão (2); de temperatura do ar (3); sensor TDC (Crankshaft) (4); sensor de fase (5) (se requerido); sensor de pressão do tanque de GNV (6); sensor lambda on-off (7); temperatura da água (8); sensor de posição da borboleta - TPS (9); sensor de velocidade do veículo (10); sensor de pedido de condicionador de ar (11), os quais funcionam sendo sensibilizados pelas condições dos respectivos pontos do mecanismo motor do veículo e geram correspondentes sinais elétricos que são transmitidos para a ECU (1).

10. Sistema de controle, conforme reivindicado em 8, **caracterizado** pelo fato A ECU (1) compreende, essencialmente: microprocessador, no qual residem os softwares associados: sensores lógicos de softwares GNV e SFS, compreendidos por algoritmos e estratégias responsáveis pela identificação do combustível usado dentre: gás natural veicular; gasolina pura; álcool hidratado; mistura de gasolina e 22% de álcool anidro; e software de controle de injeção em função das condições de dirigibilidade, compreendido por algoritmos e estratégias de identificação da: velocidade, pressão absoluta, posição da borboleta, fase, temperatura do ar, rotação, detonação, temperatura da água, proporção de oxigênio nos gases de queima do combustível e outros parâmetros; e por memória,

que armazena dados relativos aos parâmetros processados pelo sistema e que são interpolados pelos softwares com as informações relativas ao tipo de combustível e condições de dirigibilidade captadas durante o funcionamento do conjunto motor; e por dispositivos auxiliares de recepção/ transmissão e processamento dos sinais dos sensores e de comando.

11. Sistema de controle, conforme reivindicado em 8, **caracterizado** pelo fato do conjunto de atuadores (A) é compreendido, essencialmente, por: dispositivo revezamento de fornecimento de cargas (12) associados a respectivos atuadores; spark coil (13); banco de injetores de SFS-GNV (15); eletro válvula de interceptação do tanque (17); eletro válvula de interceptação do redutor de pressão (18); atuador inativo (19); reles do ventilador (20); ventilador (20); compressor de ar-condicionado (25).

12. Sistema de controle, conforme reivindicado em 8, **caracterizado** pelo fato de prever outros componentes: lâmpada de alarme (22); lâmpada extra - temperatura da água (23); rev-counter (24); ECU immobilizer (26); conector de diagnóstico (27).

13. Sistema de controle, conforme reivindicado em 11, **caracterizado** pelo fato do banco de injetores SFS-GNV (15) está associado ao dispositivo de seleção de combustível compreendido, essencialmente: por dispositivo (30) de seleção automática de combustível compreendido por relé associado aos injetores do sistema SFS (gasolina, álcool) e injetores GNV (gás natural veicular) e dispositivo (31) de seleção manual de combustível compreendido por botão para desabilitar o GNV, dispositivos esses associados a respectivas rotinas e estratégias específicas dos sensores lógicos de software SFS e GNV, residentes da ECU (1).

14. Sistema de controle, conforme reivindicado em 11, **caracterizado** pelo fato da galeria (40) de injetores do sistema de gás apresentar conformação padrão para ser utilizada em qualquer sistema GAS e é composta por duas peças de plástico ou metal, que suportam os injetores GNV.

15. Sistema de controle, conforme reivindicado em 8, **caracterizado** pelo fato de compreende: tanques de GNV de 300 bar (50); eletro-válvula tanque (51); GNV tubulação (52); GNV regulador (53); e GNV galeria (40) e injetores (15).

38

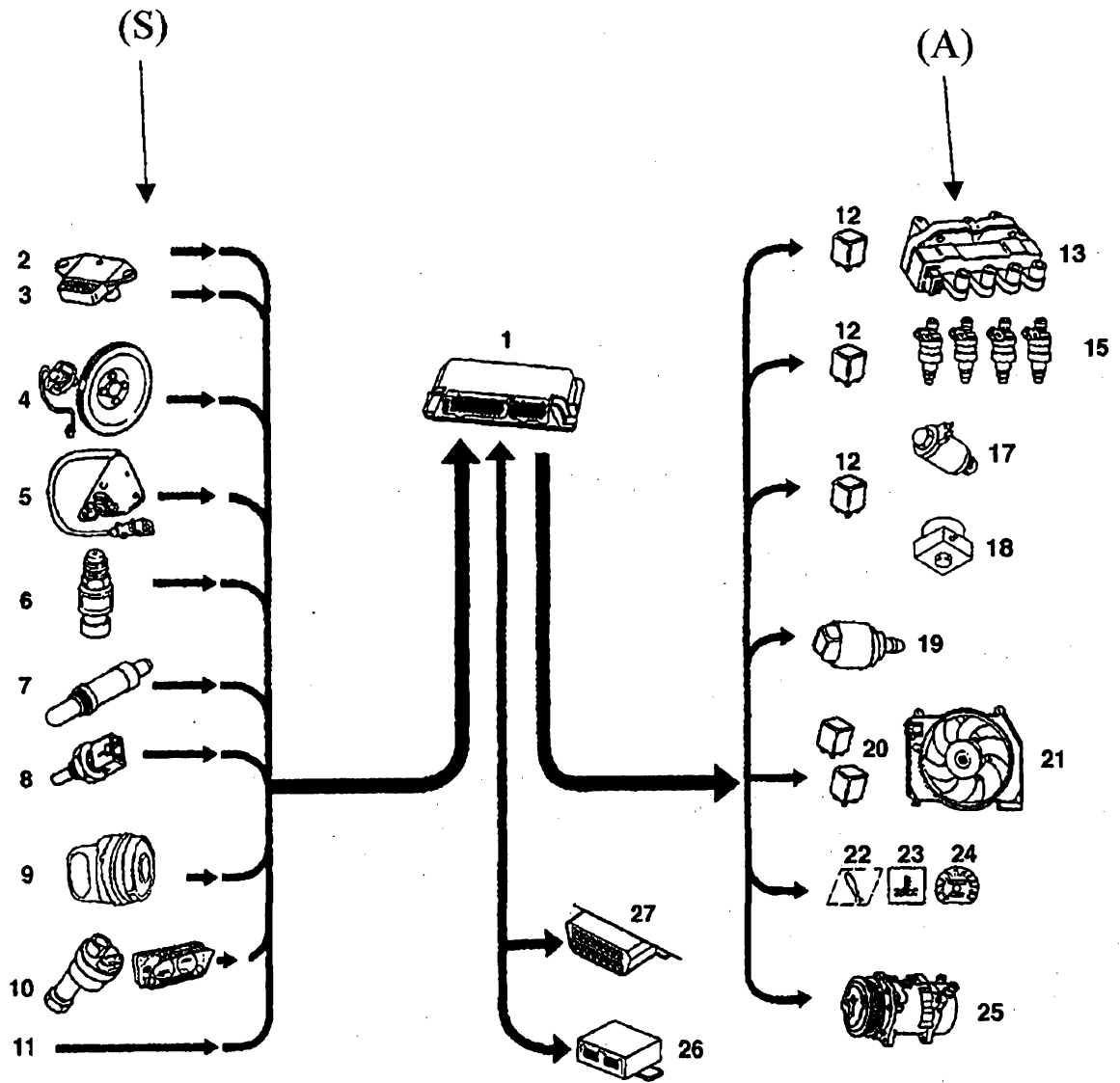


FIG. 1

39

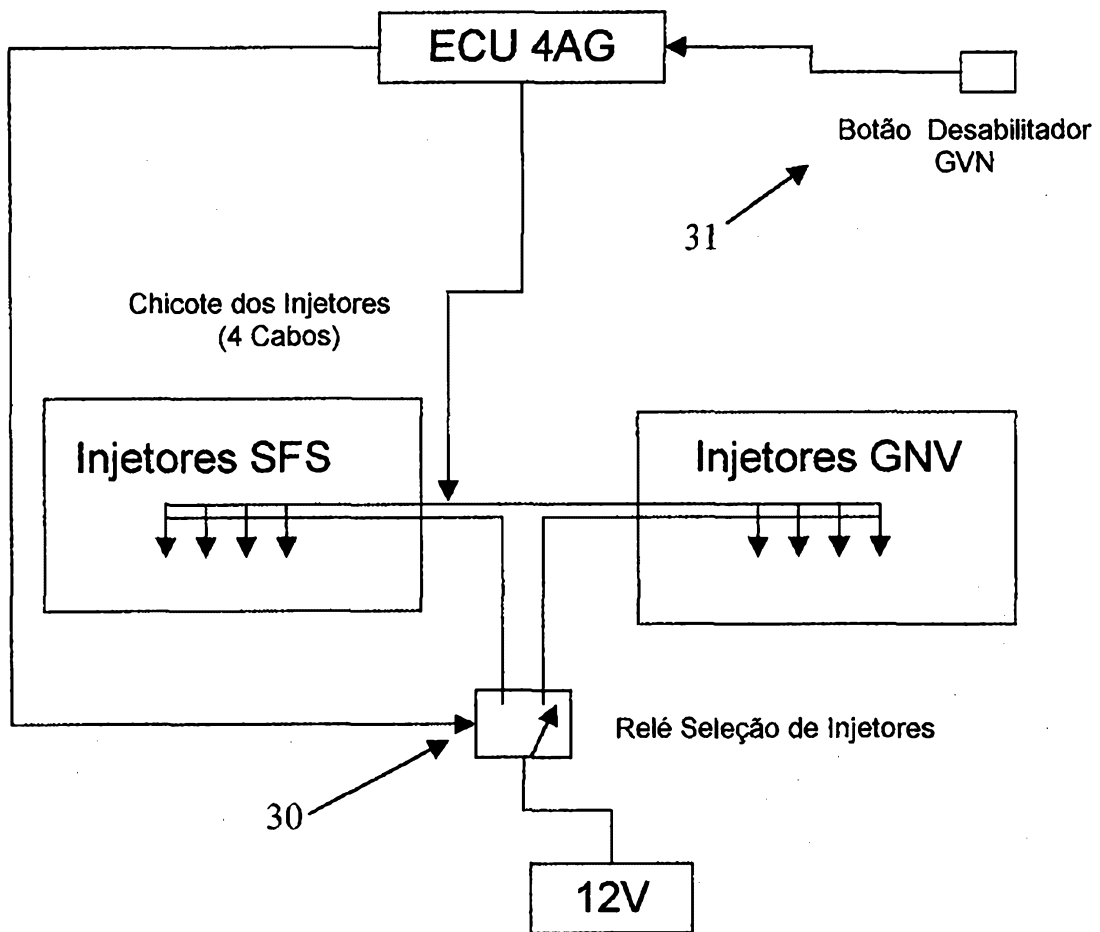


FIG. 2

40

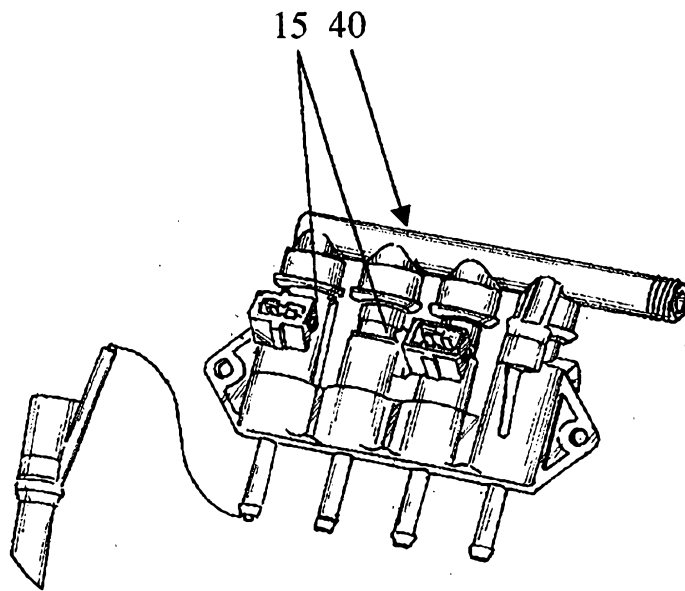


FIG.3

41

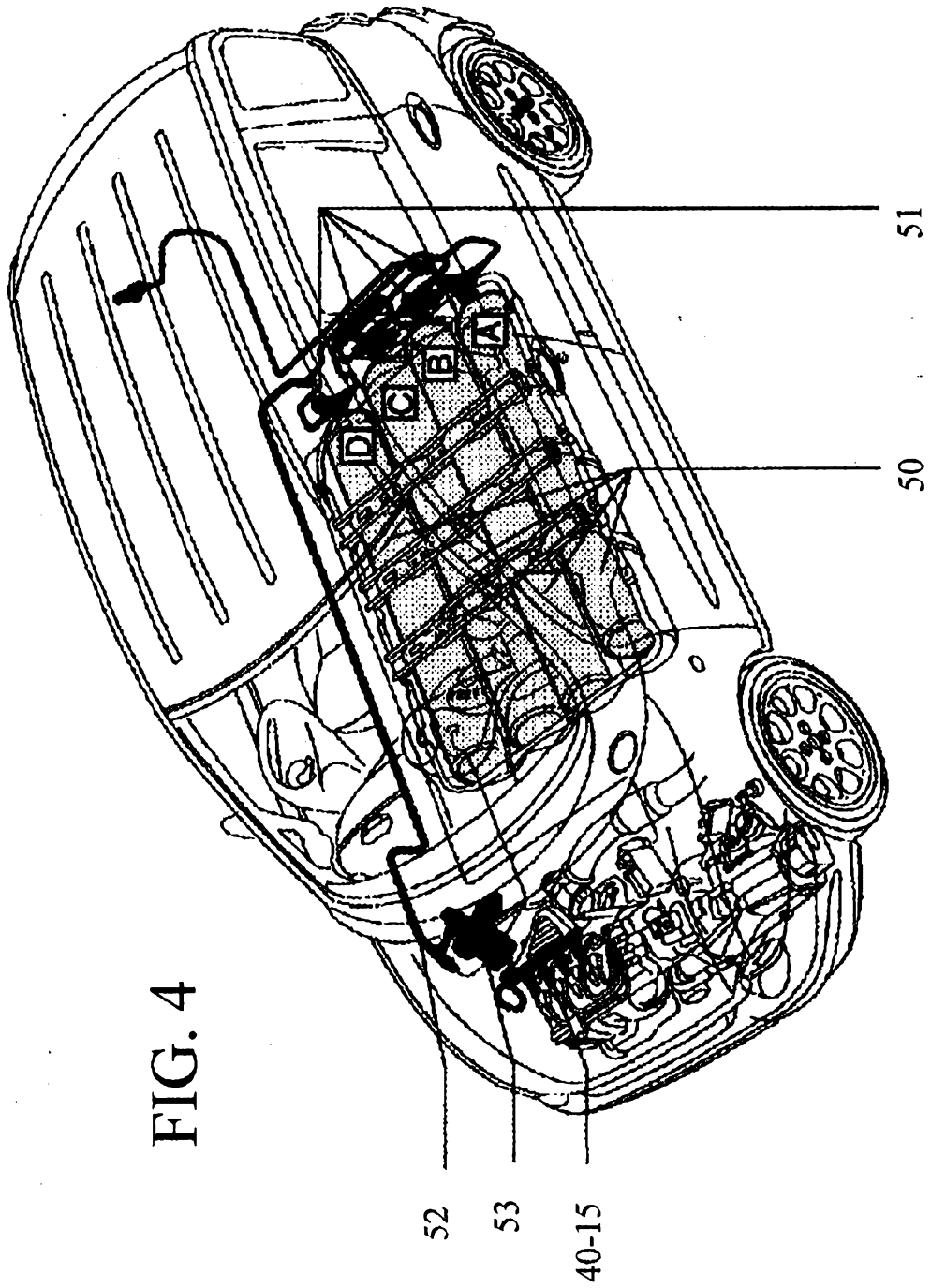


FIG. 4

42

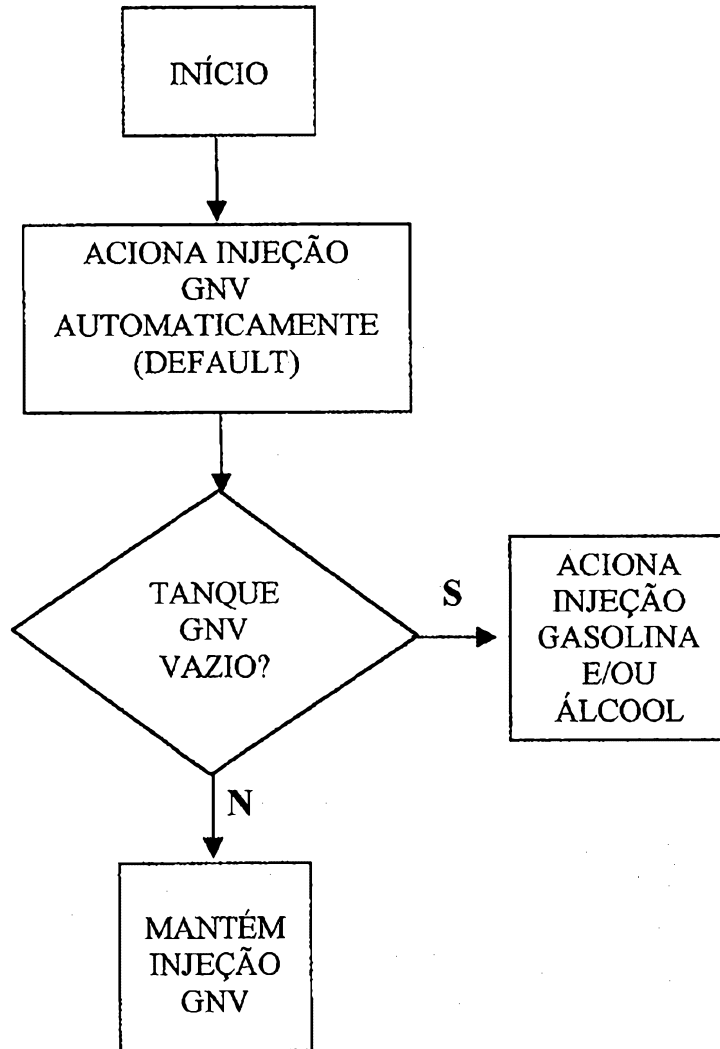


FIG. 5

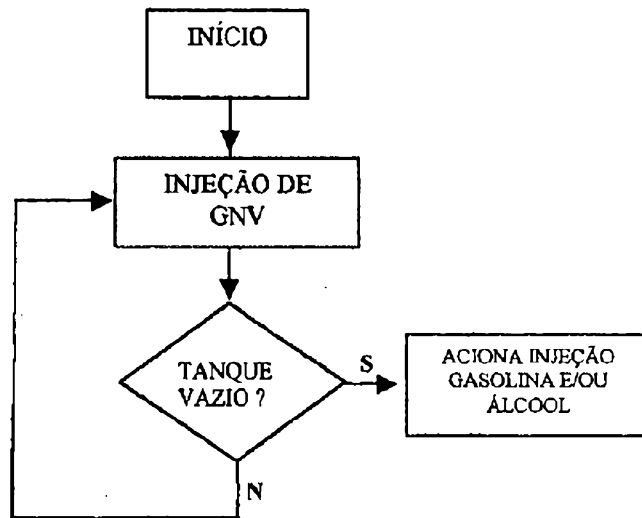


FIG. 6

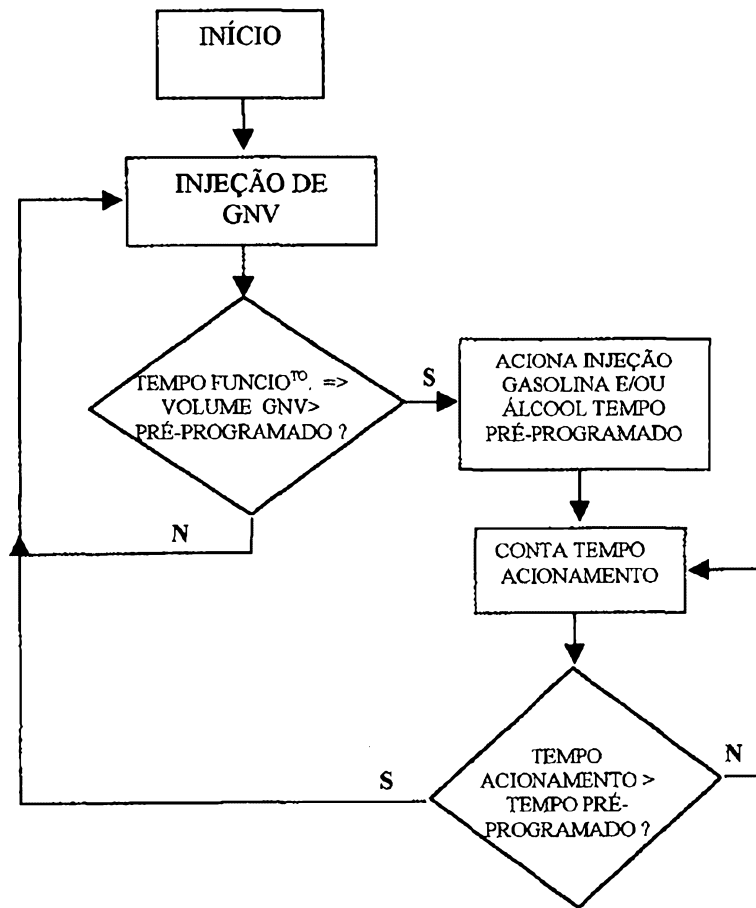


FIG. 7

45

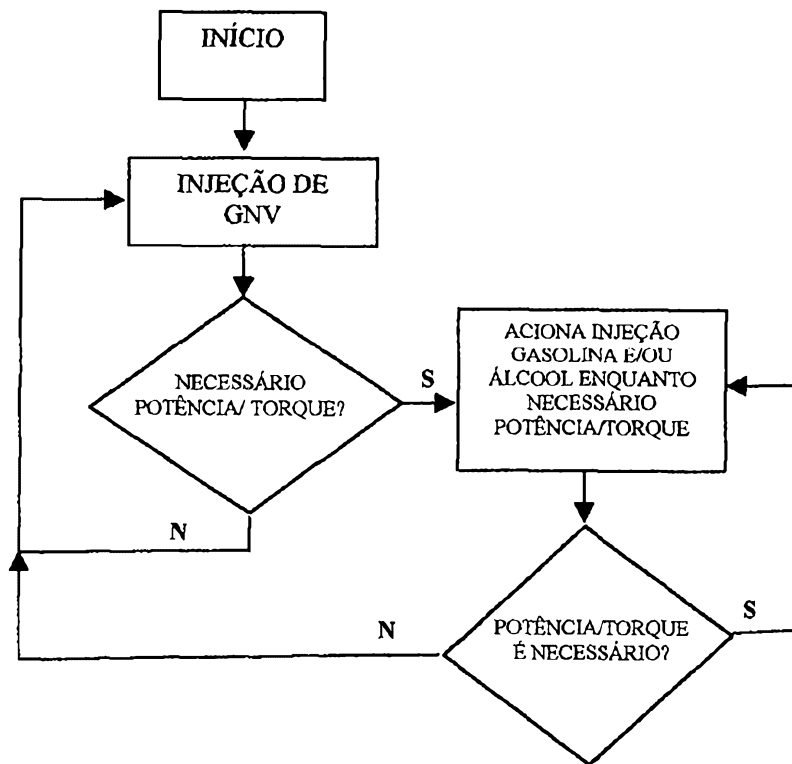


FIG. 8

46

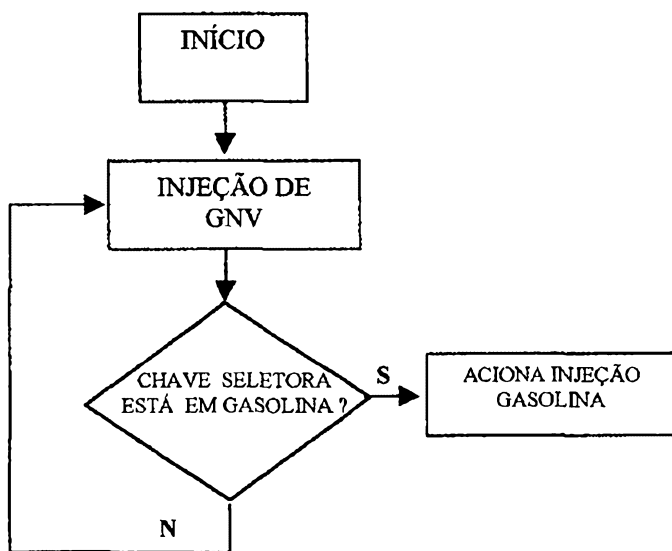


FIG. 9