



APOSTILA - MÓDULO DIAGNÓSTICO

NOME: _____

DATA: _____

TURMA: _____

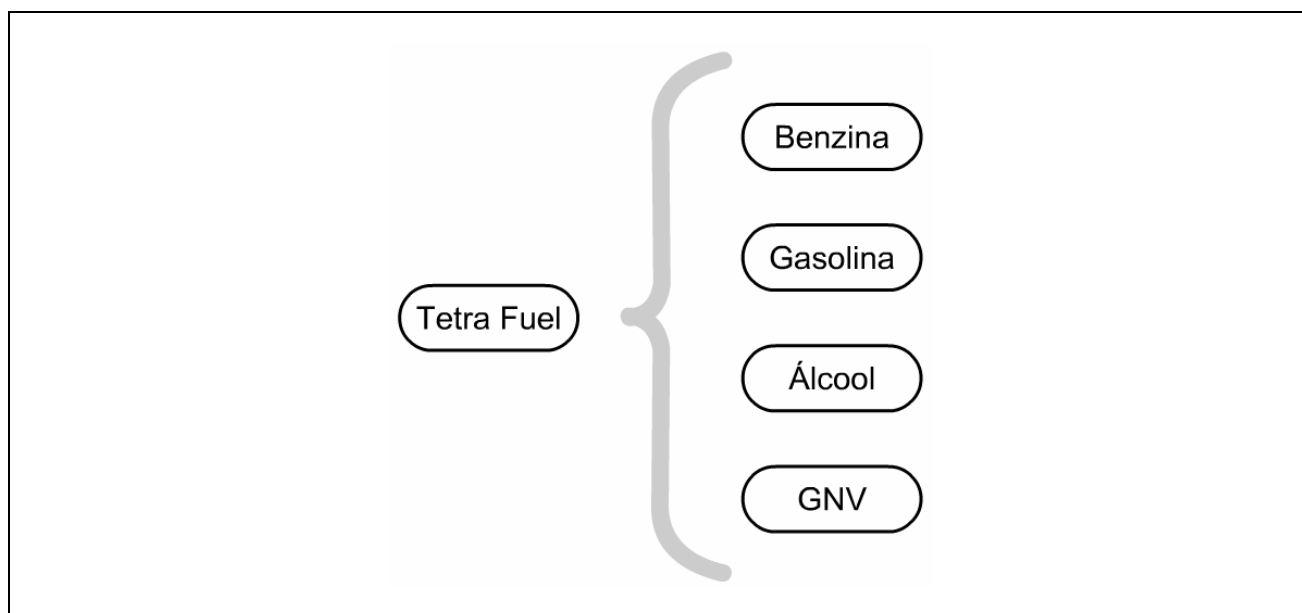
INDICE

1. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA	- 2 -
2. COMPONENTES DO SISTEMA TETRA FUEL.....	- 3 -
2.1. CILINDROS E VÁLVULAS DOS CILINDROS.....	- 4 -
2.2. VÁLVULA DE ABASTECIMENTO.....	- 6 -
2.3. REGULADOR DE PRESSÃO E ELETROINJETORES.....	- 7 -
2.4. GALERIA E ELETROINJETORES	- 8 -
2.5. A TUBULAÇÃO E SUAS CONEXÕES.....	- 9 -
2.6. PONTO DE ATERRAMENTO DA ELETRICIDADE ESTATICA	- 9 -
3. MODIFICAÇÕES NO VEÍCULO	- 10 -
3.1. MODIFICAÇÕES NO MOTOR	- 10 -
3.2. MODIFICAÇÕES NO CHASSI	- 10 -
3.3. CONFIGURAÇÃO DE FIM DE LINHA	- 10 -
4. FUNCIONAMENTO.....	- 11 -
5. INDICAÇÕES NO QUADRO DE INSTRUMENTOS.....	- 12 -
5.1. KEY ON (CHAVE LIGADA).....	- 12 -
5.2. TRIP COMPUTER	- 12 -
5.3. AVISOS ESPECIAIS	- 12 -
6. ESQUEMA ELÉTRICO	- 13 -
7. PIN OUT do NCM.....	- 15 -
7.1. PIN OUT do NCM - CONECTOR LADO VEÍCULO - LV	- 15 -
7.2. PIN OUT do NCM - CONECTOR LADO MOTOR – LM	- 16 -
8. FUSÍVEIS E RELÉS	- 17 -
9. INFORMAÇÕES IMPORTANTES.....	- 18 -
9.1. PROPRIEDADES DO GNV	- 18 -
9.2. G.N.V. x G.L.P (Gás de cozinha)	- 19 -
9.3. G.N.V. x G.M.V.	- 19 -
10. CONCEITOS IMPORTANTES	- 20 -
10.1. ESTEQUIMETRIA.....	- 20 -
10.2. FATOR LAMBDA (λ).....	- 20 -
10.3. AUTOADAPTAÇÃO	- 21 -
10.4. AUTOAPRENDIZADO.....	- 21 -
10.5. AUTODIAGNOSE	- 22 -
10.6. RECOVERY	- 22 -
10.7. SISTEMA DE PARTIDA A FRIO.....	- 22 -
10.8. AUTOAPRENDIZADO DO COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	- 23 -
11. DADOS TÉCNICOS DO NOVO MOTOR 1.4	- 24 -

1. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

O sistema eletrônico de gerenciamento do motor IAW 4SGF é um sistema conhecido como TETRA FUEL porque é capaz de funcionar com quatro diferentes tipos de combustíveis, que são:

- E0 (Gasolina pura ou Benzina)
- E100 (Álcool etílico hidratado)
- E22 (Gasolina com 22% de Álcool)
- GNV (Gás Natural Veicular)



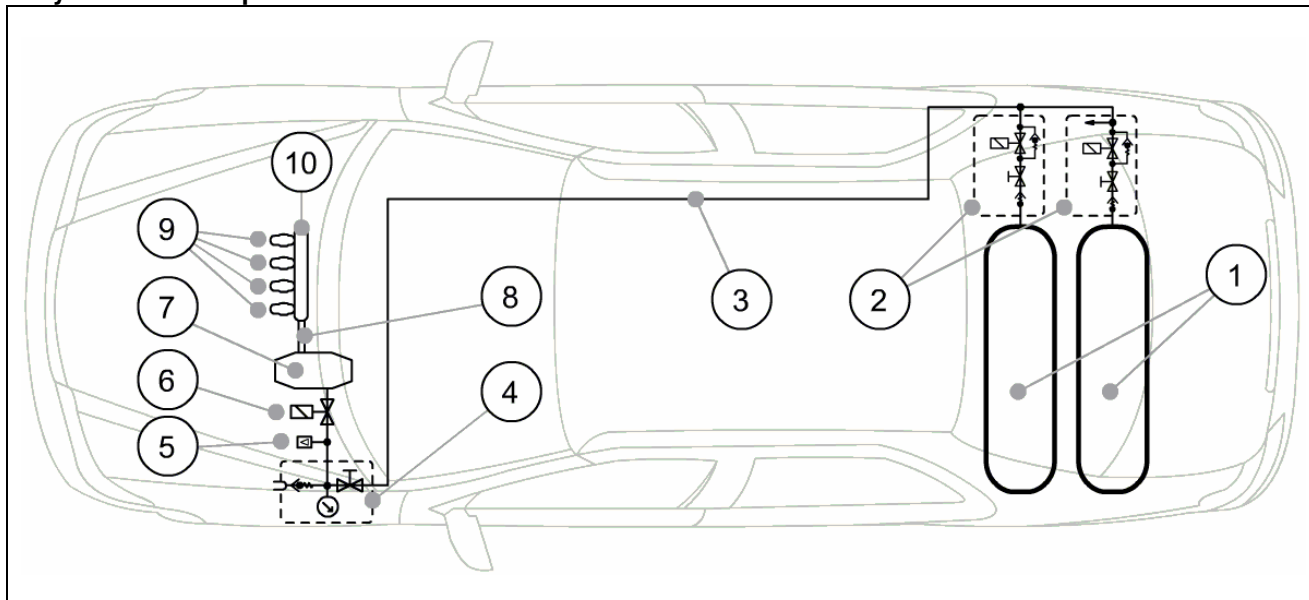
Em função dos mercados, as versões do sistema são:

- Benzina: funciona somente com E0 (benzina);
- BiFuel: funciona com E0 (benzina) e GNV;
- Flex Fuel: funciona com E0 a E100;
- Tetra Fuel (Flex Fuel + GNV): funciona com E0 a E100 e GNV.

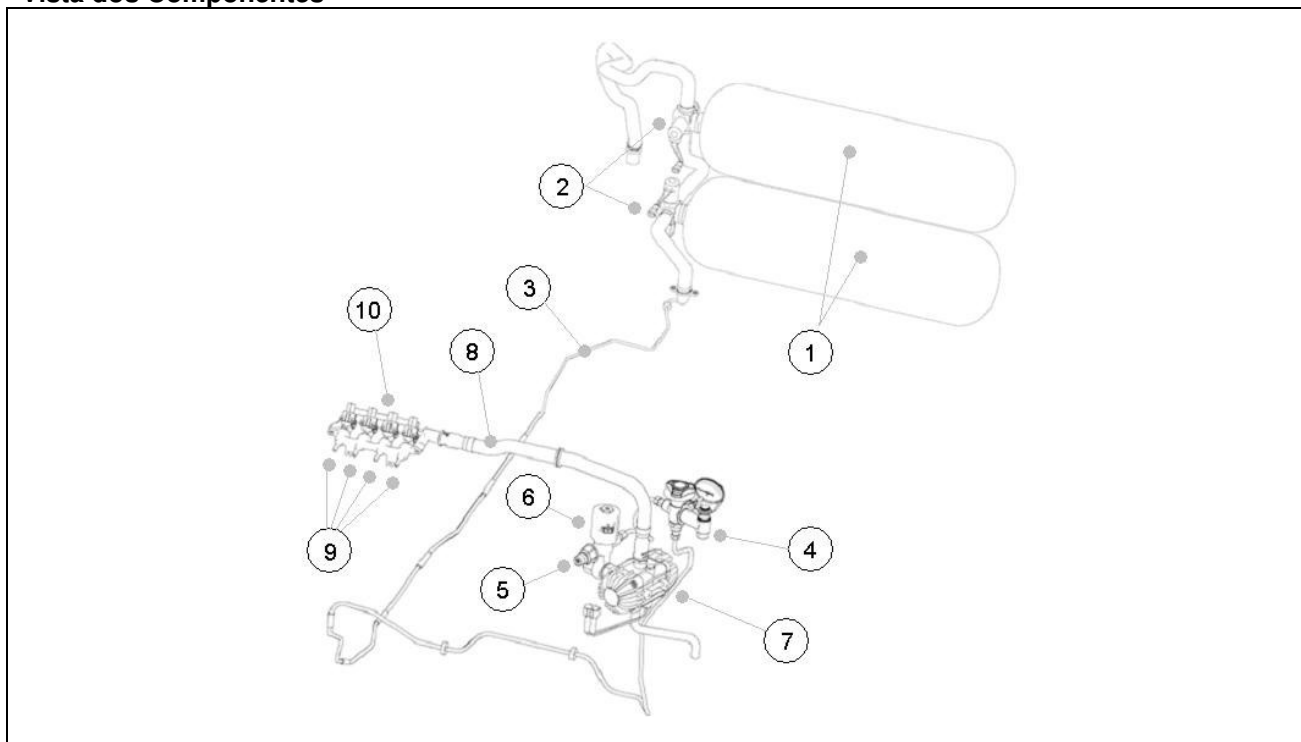
2. COMPONENTES DO SISTEMA TETRA FUEL

A seguir estão ilustrados os componentes que fazem parte da instalação GNV.

Lay Out dos Componentes



Vista dos Componentes

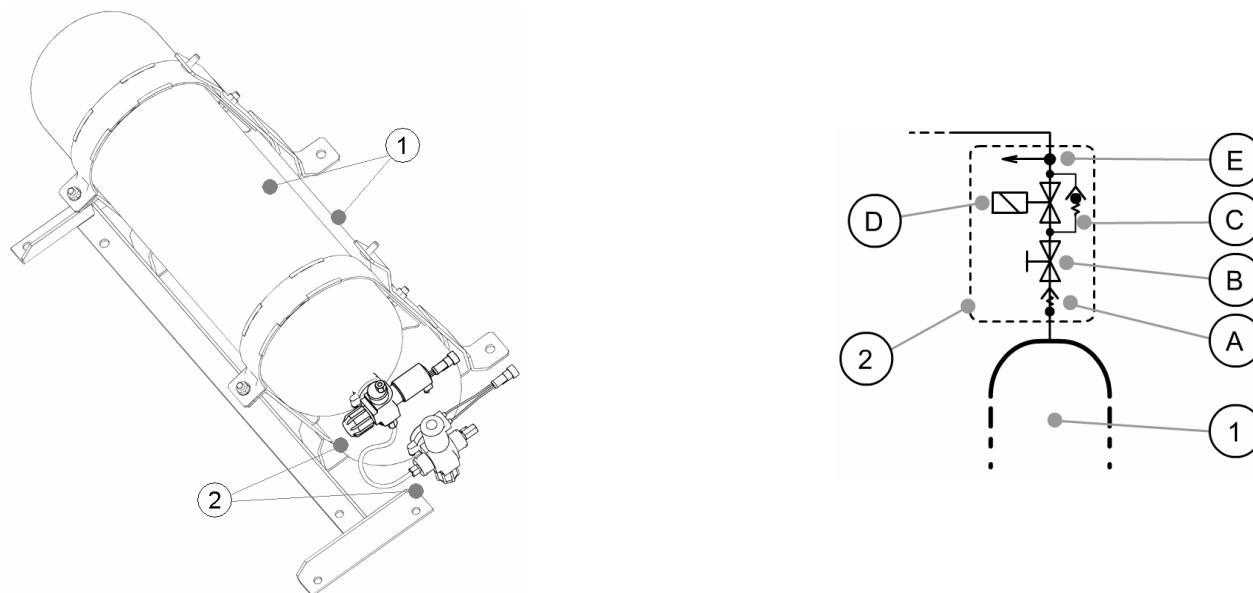


LEGENDA:

- | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Cilindros de GNV | 4. Válvula de Abastecimento | 7. Regulador de Pressão |
| 2. Válvulas dos Cilindros | 5. Sensor de Pressão | 8. Tubulação de Baixa Pressão |
| 3. Tubulação de Alta Pressão | 6. Eletroválvula do R. de Pressão | 9. Eletroinjetores de GNV |
| | | 10. Galeria de GNV |

2.1. CILINDROS E VÁLVULAS DOS CILINDROS

A ilustração abaixo representa o cilindro e a válvula do cilindro com seus componentes:



LEGENDA:

- 1. Cilindro
- 2. Válvulas dos Cilindros

- A. Válvula de Corte Automático
- B. Registro
- C. Válvula de retenção
- D. Eletroválvula
- E. Válvula de Alívio de Pressão

Cilindros

O cilindro é um reservatório construído segundo os mais rigorosos critérios técnicos, de modo que seja possível armazenar com segurança o gás natural a elevadas pressões.

A pressão máxima do GNV armazenado é de 200 bar. Portanto, o cilindro de armazenamento deve ser resistente para suportar enormes tensões, porém o mais leve possível para não comprometer a capacidade de carga do veículo.

A capacidade volumétrica de cada cilindro é de 27 litros. Os dois cilindros juntos somam então um volume de 54 litros que armazenam uma quantidade de aproximadamente 14 m³ de GNV comprimidos a 200 bar.

O cilindro de alta pressão para GNV tradicional é fabricado a partir de um tubo de aço-liga cromo-molibdênio, sem costura e de espessura de parede entre 8 mm e 10 mm. O tubo passa por um processo de repuxamento e conformação das extremidades para formar a base de um lado e gargalo do outro.

Depois da conformação e do tratamento térmico (têmpera e revenimento), todos os cilindros são ensaiados pelo método de partículas magnéticas de modo a detectar algum tipo de defeito construtivo como trincas e falhas que possam comprometer sua integridade estrutural.

A pintura da superfície do cilindro tem a função de protegê-lo contra as intempéries e corrosão. No Brasil estes cilindros são pintados na cor rosa ou amarela. Os fabricantes brasileiros seguem as normas nacionais e internacionais para produção de cilindros.

Os cilindros de GNV são instalados no porta-malas do veículo em um suporte específico que segue rigorosos padrões de fabricação e de instalação baseados em normas específicas.

Válvula de Alívio de Pressão

A Válvula de Alívio tem como função proteger o cilindro contra pressões acima de 26MPa (aproximadamente 260 bar). Se, por algum motivo, a pressão no cilindro ultrapassar este valor a Válvula de Alívio se abre e libera GNV para a atmosfera.

Estas condições de sobre-pressão podem ocorrer durante o reabastecimento ou durante incêndios.

Registro

É um registro manual cuja função cortar do fluxo de GNV do cilindro para a tubulação.

Eletroválvula do Cilindro

É uma válvula de comando elétrico cuja função é interromper o fluxo de GNV que sai do cilindro quando o veículo estiver desligado.

Ela possui também a função de segurança do sistema, sendo desligada quando o interruptor inercial é ativado. Desta forma ela corta o fluxo de GNV em caso de acidentes.

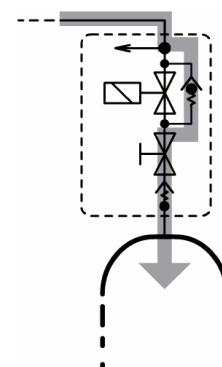
Dados Técnicos da Eletroválvula:

- Tipo: Normal Fechada
- Resistência Elétrica: 6,6Ω
- Tensão de trabalho: 12V

Válvula de Retenção

Instalado em paralelo com a eletroválvula está uma válvula de retenção, cuja função é permitir a livre entrada de GNV no cilindro, mesmo que a eletroválvula esteja fechada.

Assim é possível abastecer os cilindros com a chave de ignição desligada.



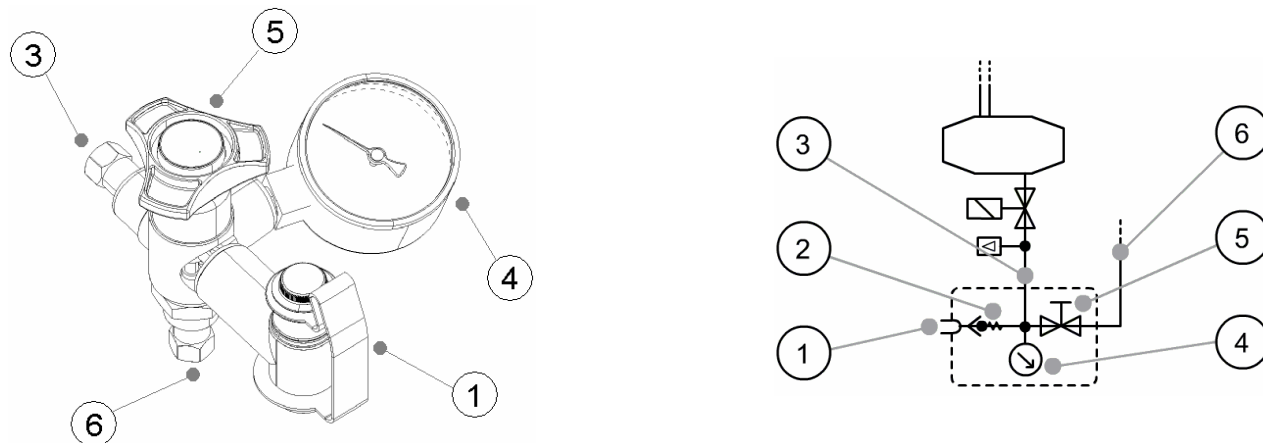
Válvula de Corte Automático

É uma válvula de acionamento automático que interrompe o fluxo de gás quando sua vazão aumentar acima de um limite pré-determinado.

Sua função é cortar o fluxo de GNV em caso de grandes vazamentos na tubulação. Estes vazamentos podem ser provocados pelo rompimento do tubo de alta pressão, por exemplo.

2.2. VÁLVULA DE ABASTECIMENTO

A Válvula de Abastecimento e seus componentes são representados pela ilustração a seguir:

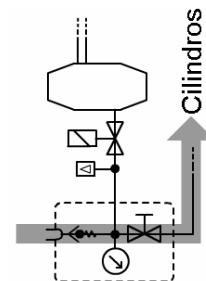


LEGENDA:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. Conexão de Engate Rápido | 4. Manômetro |
| 2. Válvula de Retenção | 5. Registro |
| 3. Conexão com Regulador de Pressão | 6. Conexão com Cilindro |

Conexão de Engate Rápido

É utilizada para conexão com o balão de abastecimento do posto GNV. É de engate rápido para facilitar sua conexão. A figura ao lado mostra o caminho que o GNV segue na hora do abastecimento.



Manômetro

É utilizado para indicar a pressão de GNV que chega ao regulador.

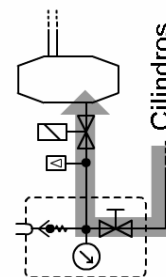
Registro

É um registro manual cuja função é cortar o fluxo de GNV entre a válvula de abastecimento e o cilindro. Pode ser usado para cortar manualmente o fluxo de GNV entre os cilindros e o regulador, forçando o sistema a operar com combustível líquido.

Válvula de Retenção

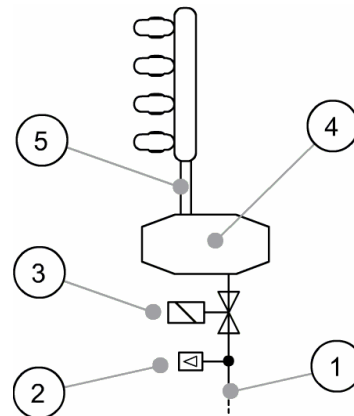
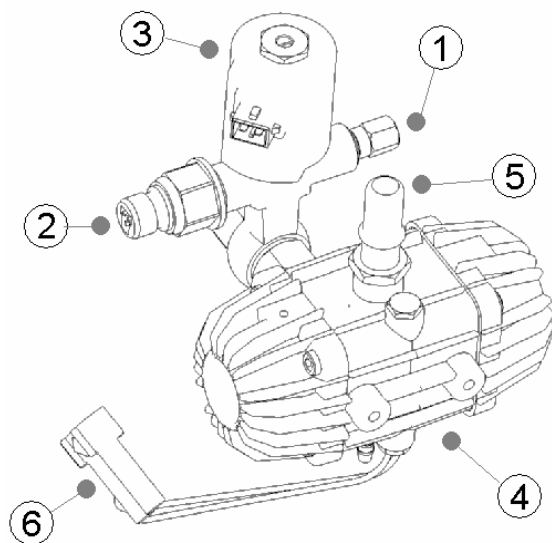
A Válvula de Retenção permite apenas a entrada de GNV pela conexão de engate rápido. Sua função é fechar automaticamente o fluxo de GNV quando a pressão interna for maior ou igual que a externa, evitando que o GNV escape para a atmosfera pela conexão de engate rápido.

A figura ao lado mostra o caminho que o GNV segue durante o funcionamento do veículo.



2.3. REGULADOR DE PRESSÃO E ELETOINJETORES

O Regulador de Pressão, seus componentes e os eletroinjetores são representados pela ilustração a seguir:



LEGENDA:

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Entrada de Alta Pressão | 4. Regulador de Pressão |
| 2. Sensor de Pressão | 5. Saída de Baixa Pressão |
| 3. Eletroválvula do Regulador de Pressão | 6. Conexão Elétrica do Aquecedor |

Eletroválvula do Regulador de Pressão

A Eletroválvula do regulador de Pressão tem como função cortar o fluxo de GNV para o Regulador quando o sistema estiver desligado ou em caso de emergência (atuação do interruptor inercial).

Dados Técnicos da Eletroválvula:

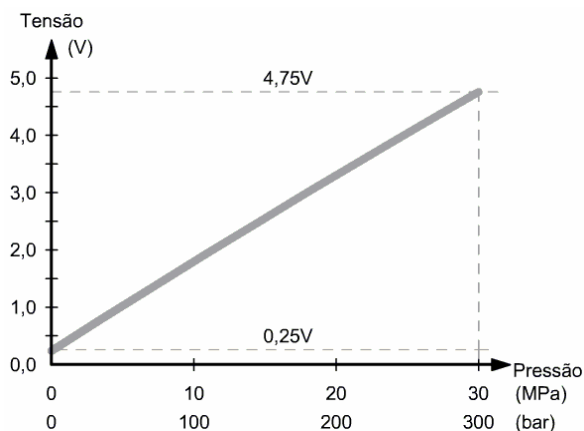
- Tipo: Normal Fechada
- Resistência Elétrica: $6,6\Omega$
- Tensão de trabalho: 12V

Sensor de Pressão

O Sensor de Pressão tem como função medir a pressão de GNV no sistema.

Esta informação é utilizada para indicação de quantidade de GNV no quadro de instrumentos e para que o Nó de Controle do Motor (NCM) defina o momento de funcionar com combustível líquido por falta de GNV.

O gráfico ao lado ilustra a curva de resposta do sensor de pressão de GNV.



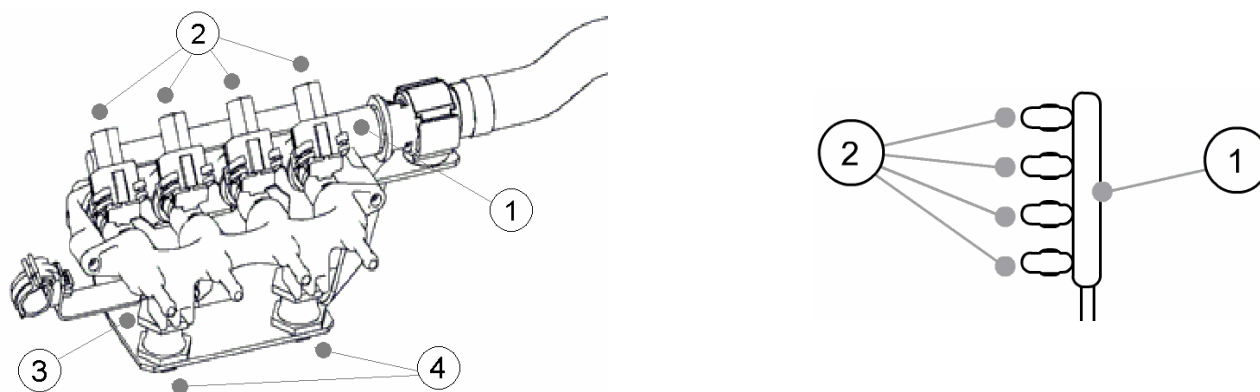
Regulador de Pressão

O Regulador de Pressão tem como função reduzir a pressão de GNV para 2,5bar, mantendo-a constante independente das condições de funcionamento do motor.

Aquecedor Elétrico do Regulador de Pressão

O regulador de pressão possui um aquecedor elétrico de 12V/100W cuja função é compensar o resfriamento causado pela expansão do GNV durante a redução de pressão.

2.4. GALERIA E ELETROINJETORES



LEGENDA:

- | | |
|---------------------------------|------------|
| 1. Galeria ou Tubo Distribuidor | 3. Suporte |
| 2. Eletroinjetores | 4. Coxins |

Eletroinjetores

Os Eletroinjetores possuem a função de injetar o GNV no coletor de admissão do motor. Desta forma, o GNV mistura-se com o ar antes de entrar na câmara de combustão. Os Eletroinjetores de GNV são diferentes dos eletroinjetores de combustível, sendo suas principais diferenças:

- Mudança no material a fim de elevar sua resistência mecânica.
- Tratamentos especiais dos componentes internos, tornando-o mais resistente ao desgaste.
- Mudanças no orifício e nos componentes internos para proporcionar maior vazão.

Suporte e Coxins:

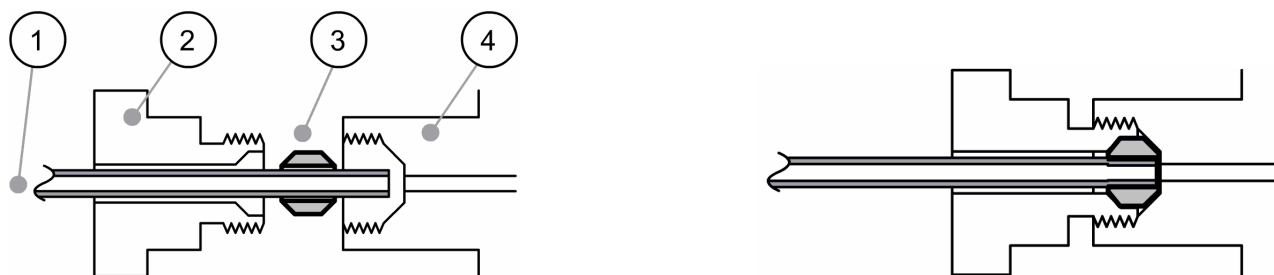
Os eletroinjetores de GNV são fixados na parede corta-fogo por meio de uma placa suporte e coxins cuja função é reduzir a vibração gerada pelo funcionamento do motor.

2.5. A TUBULAÇÃO E SUAS CONEXÕES

A tubulação de alta pressão é responsável por conduzir o GNV do cilindro até a válvula de abastecimento e desta até o regulador de pressão.

A junção entre os componentes da tubulação é feita por conexões de latão fundido, dentro dos mesmos padrões exigidos para as válvulas de cabeça do cilindro.

Este tipo de conexão muito utilizado em junções de circuitos hidráulicos emprega uma anilha metálica que, após o aperto, esmaga o tubo dentro da sede, permitindo a total vedação da junção.



LEGENDA:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Tubulação de Alta Pressão | 3. Anilha |
| 2. Porca Externa | 4. Sede |

Uma vez que a porca externa é torquçada, a anilha e o tubo se deformam garantindo uma excelente vedação.

2.6. PONTO DE ATERRAMENTO DA ELETRICIDADE ESTÁTICA

A finalidade é descarregar para o solo a eletricidade estática do veículo antes do abastecimento.

Deve estar rigidamente fixado na carroçaria ou chassi do veículo com a respectiva etiqueta de identificação.

Deve ser de material condutor de eletricidade e estar em local de fácil acesso, permitindo o fácil manuseio para a colocação do conector do posto, no ato do abastecimento.

3. MODIFICAÇÕES NO VEÍCULO

3.1. MODIFICAÇÕES NO MOTOR

- Novo chicote de injeção;
- Nova Central de injeção:
Novo hardware com interface para GNV;
Adoção do software 4SFG com calibração específica;
- Novo Cabeçote:
Sedes de válvulas de admissão e de descarga passam de 45° para 60°;
Material das sedes das válvulas;
Guias de válvulas derivadas das atuais guias com novo material resistente ao GNV;
Válvulas de descarga com ângulo de vedação de 60° e com novo tratamento superficial;
Válvulas de admissão com ângulo de vedação de 60° e novo revestimento.
- Sistema de aspiração:
Novo coletor de admissão;

3.2. MODIFICAÇÕES NO CHASSI

- Suspensão traseira com molas específicas: carga e altura diferentes;
- Reforço estrutural na carroceria e pré-disposição para receber os suportes e cilindro de GNV;
- Suporte para a galeria dos injetores GNV;

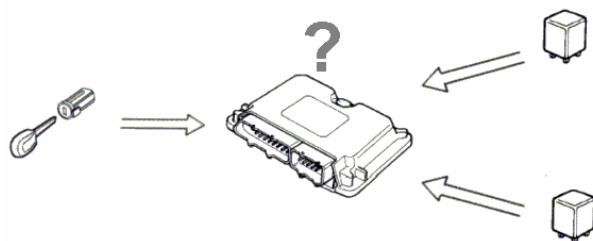
3.3. CONFIGURAÇÃO DE FIM DE LINHA

A unidade eletrônica IAW 4SGF do Sistema de Gerenciamento Eletrônico do Motor é pré-programada para funcionar em veículos nas versões:

- Benzina: funciona somente com E0 (benzina);
- Bi Fuel: funciona com E0 (benzina) e GNV;
- Flex Fuel: funciona com E0 (Benzina) a E100 (Álcool);
- Tetra Fuel (Flex Fuel + GNV): funciona com E0 (Benzina) a E100 (Álcool) e GNV.

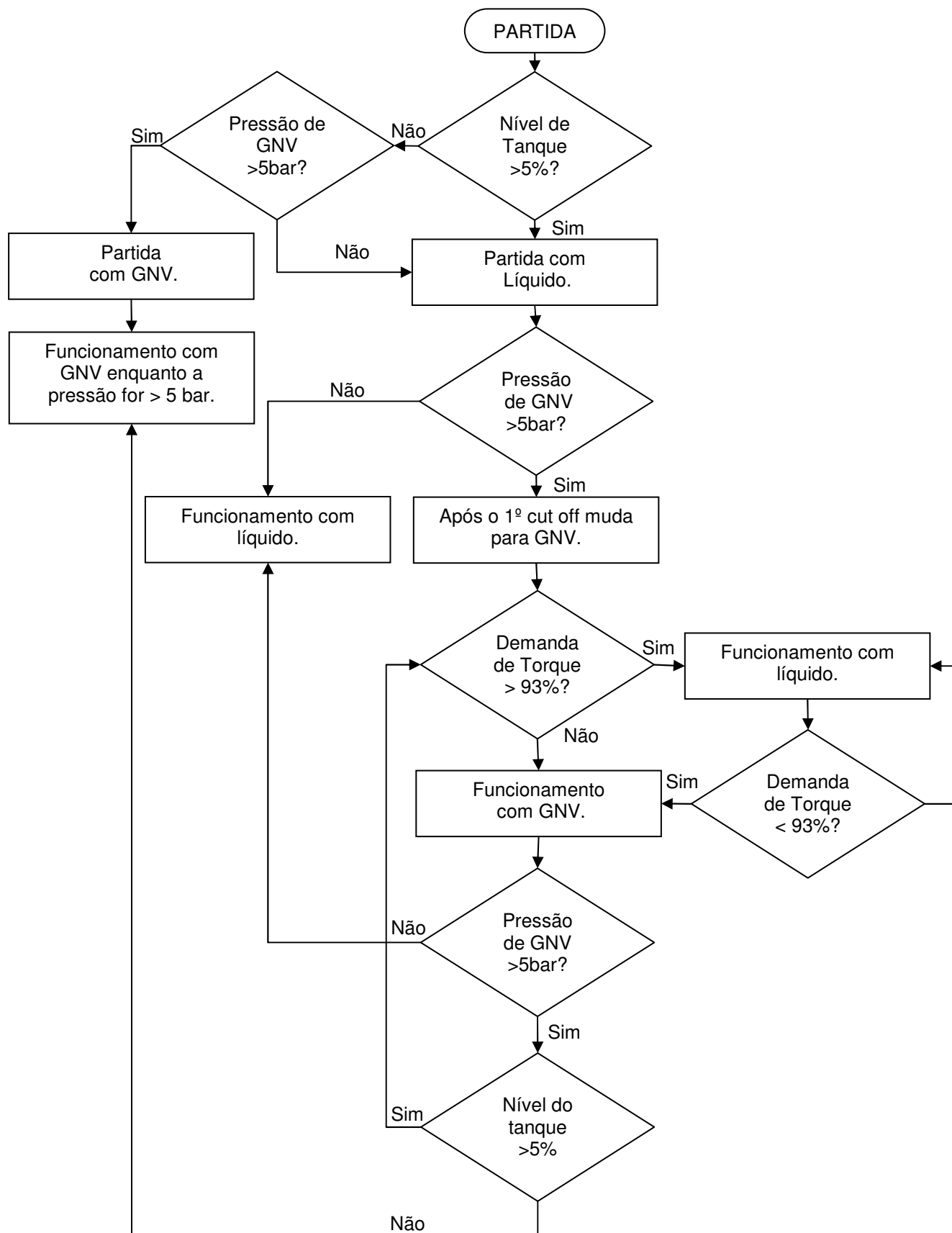
O reconhecimento da versão do carro é feito automaticamente pela unidade eletrônica quando a chave do carro é ligada pela primeira vez no fim da linha de produção.

Este reconhecimento é automático e depende dos componentes elétricos instalados no sistema. De acordo com os componentes instalados o sistema reconhece a versão do carro como:



Relés Instalados no Veículo		Versão do Veículo
-	-	Benzina
-	Relés do GNV	Bi Fuel
Relé de Partida a frio	-	Flex Fuel
Relé de Partida a frio	Relés do GNV	Tetra Fuel

4. FUNCIONAMENTO



5. INDICAÇÕES NO QUADRO DE INSTRUMENTOS

A quantidade de GNV nos cilindros é indicada por meio de uma barra gráfica no quadro de instrumentos. Esta indicação obedece à lógica a seguir:

INDICAÇÃO NO DISPLAY	% GNV	PRESSÃO
GNV ● ● ● ● ●	100%	200bar
GNV ● ● ● ● ○	80%	160bar
GNV ● ● ● ○ ○	60%	120bar
GNV ● ● ○ ○ ○	40%	80bar
GNV ● ○ ○ ○ ○	20% (Reserva)	40bar
GNV ○ ○ ○ ○ ○	Menor que 4% (Vazio)	Menor que 8bar
GNV — — — — —	Indicação de Defeito	

Indicação de Defeito

A indicação no display ocorre em duas situações:

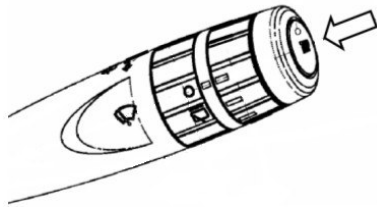
- Key On
- Pelo Trip Computer
- Em caso de avisos especiais.

5.1. KEY ON (CHAVE LIGADA)

Após ligar a chave do veículo (KEY ON) o quadro de instrumentos realiza a rotina de CHEK do sistema. Após o Check do quadro de instrumentos ocorre a indicação da quantidade de GNV.

5.2. TRIP COMPUTER

É possível verificar o a quantidade de GNV nos cilindros por meio da função TRIP COMPUTER. Para acessar as telas do TRIP COMPUTER basta pressionar o botão TRIP por um tempo menor que 2 segundos.

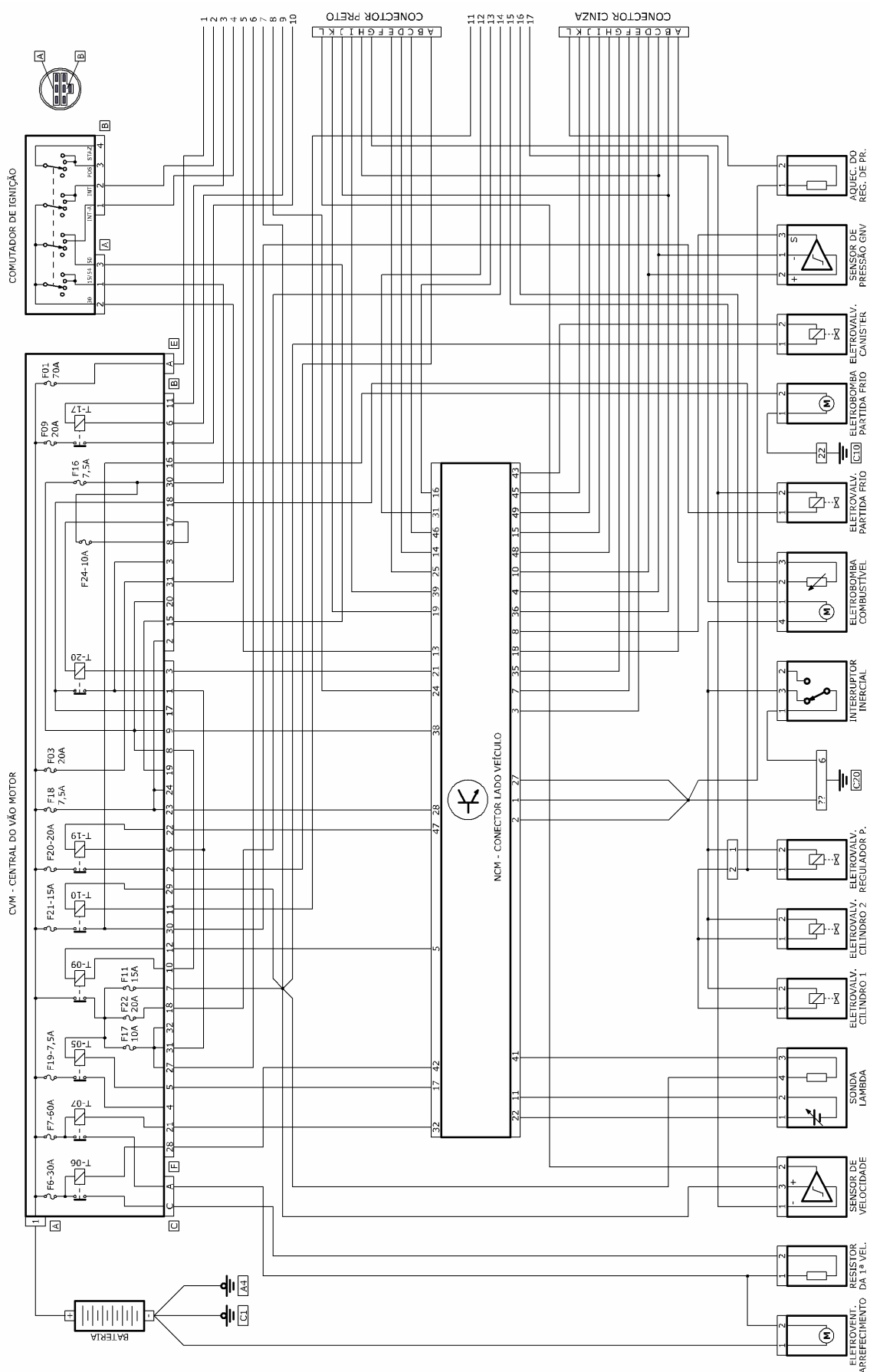
COMANDO	FUNÇÕES (Funcionamento com LIQ.)	FUNÇÕES (Funcionamento com GNV)
	TRIP GERAL - Nível de GNV - Autonomia - Distância Percorrida - Consumo Médio - Consumo Instantâneo - Velocidade Média - Tempo de Viagem TRIP B - Distância Percorrida B - Consumo Médio B - Velocidade Média B - Tempo de Viagem B	TRIP GERAL - Nível de GNV - Distância Percorrida - Velocidade Média - Tempo de Viagem TRIP B - Distância Percorrida B - Velocidade Média B - Tempo de Viagem B

5.3. AVISOS ESPECIAIS

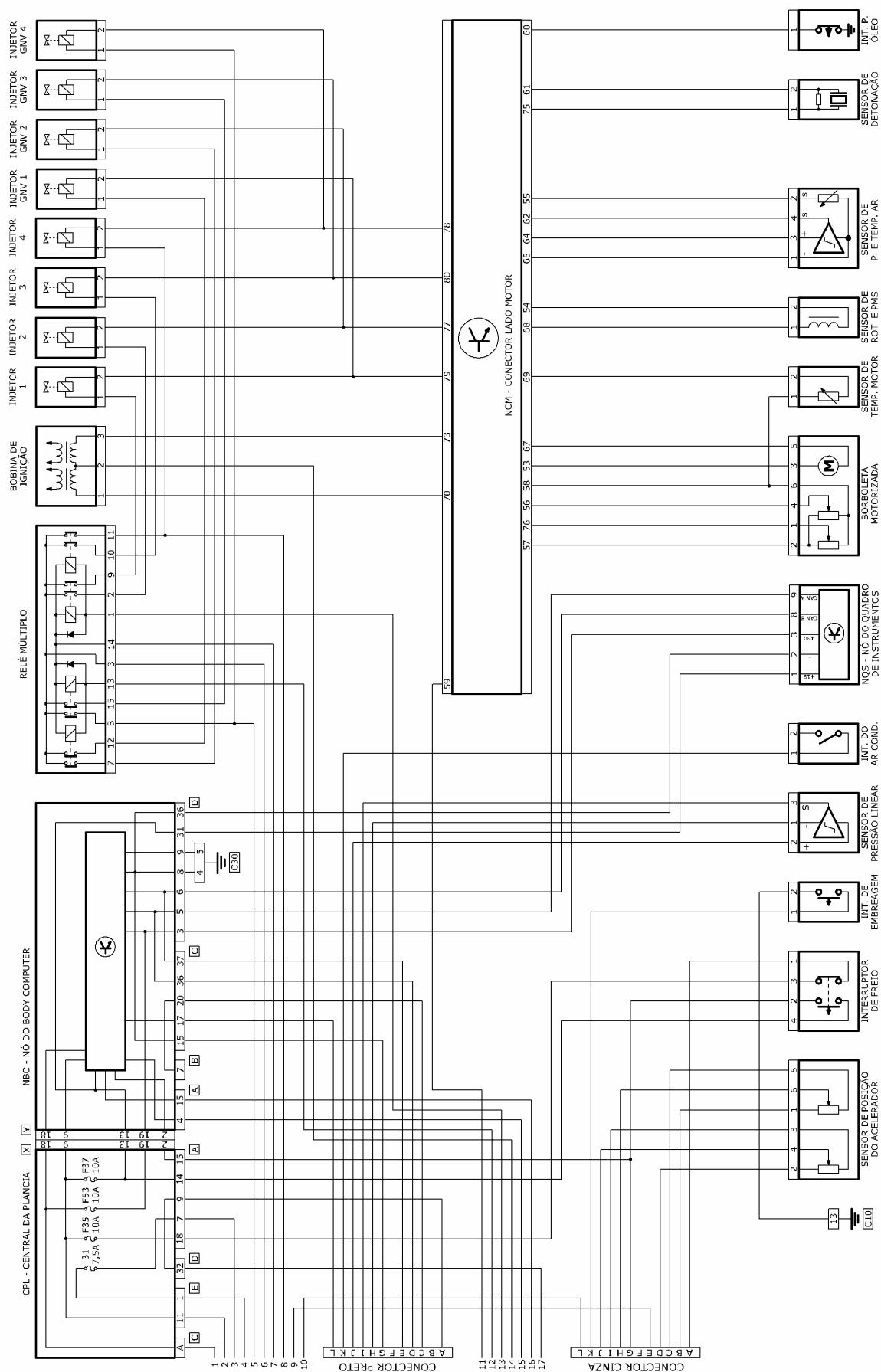
A indicação do nível de GNV pode ocorrer automaticamente quando houver variação na quantidade de GNV. Neste caso, a indicação é acompanhada de um beep.

6. ESQUEMA ELÉTRICO

SISTEMA TETRAFUEL - FOLHA 1/2

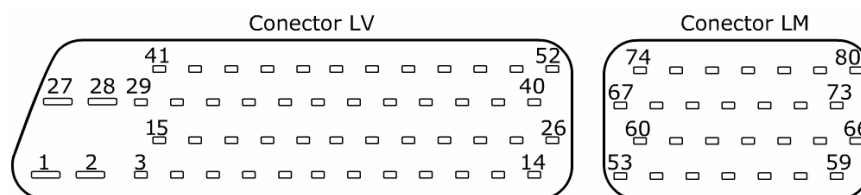


SISTEMA TETRAFUEL - FOLHA 2/2



7. PIN OUT do NCM

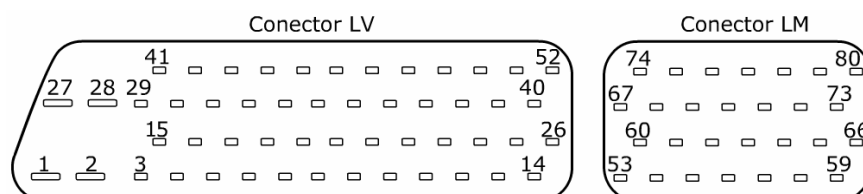
7.1. PIN OUT do NCM - CONECTOR LADO VEÍCULO - LV



PIN	CONECTOR LADO VEÍCULO
01	Entrada de alimentação negativa (Massa de Potência)
02	Entrada de alimentação negativa
03	Saída de comando para o relé do aquecedor do regulador de pressão - R17
04	Saída de alimentação negativa para o sensor de posição do pedal, para o sensor de pressão linear do sistema de AC e para o sensor de pressão de GNV.
05	Saída de comando para o relé de injeção – R09
08	Entrada de sinal do sensor de pressão de GNV.
10	Saída de alimentação positiva (5V) para o sensor de posição do pedal acelerador e sensor de pressão de GNV.
11	Entrada de sinal negativo da sonda lâmbda.
13	Entrada de sinal de positivo de “Feed-Back” dos injetores de GNV.
14	CAN A
15	Saída de alimentação negativa para o sensor de posição do pedal.
16	Saída de comando para o rele de alimentação dos injetores de combustível líquido – Relé Múltiplo.
17	Saída de comando para relé do compressor do AC – R05
18	Entrada de sinal do interruptor de freio.
19	Entrada de solicitação do acionamento do compressor do AC
21	Saída de comando para relé das eletroválvulas de GNV – R20
22	Entrada de sinal positivo da sonda lâmbda.
24	Entrada de sinal de positivo de “Feed-Back” dos injetores de combustível líquido.
25	CAN B
27	Entrada de alimentação negativa (Massa de Potência)
28	Entrada de alimentação positiva direto da bateria – linha 30
31	Saída de comando para o rele de alimentação dos injetores de GNV – Relé Múltiplo.
32	Saída de comando para relé da 2ª velocidade do eletroventilador do arrefecimento R07
35	Entrada de sinal do interruptor de freio.
36	Saída de alimentação positiva (5V) para o sensor de posição do pedal acelerador e para o sensor de pressão linear do sistema de AC.
38	Entrada de alimentação positiva sob chave - 15/54
39	Entrada de sinal do sensor de pressão linear do sistema de AC
41	Saída de comando para o aquecedor da sonda Lâmbda.
42	Saída de comando para relé da 1ª velocidade do eletroventilador do arrefecimento R06.
43	Saída de comando para a eletroválvula do canister.

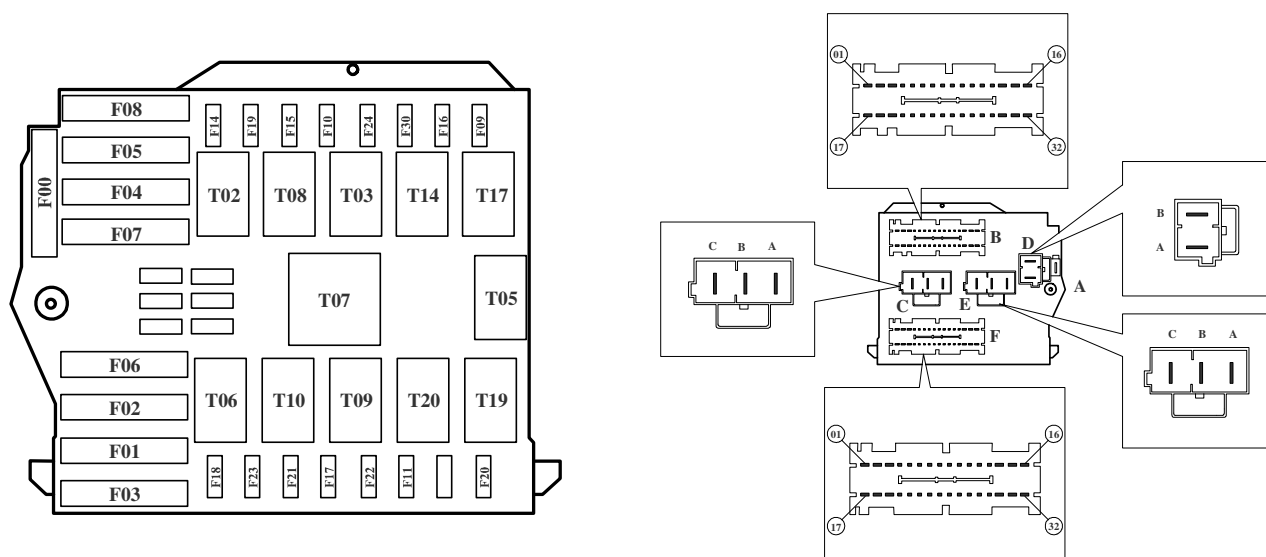
45	Entrada de sinal do interruptor de embreagem
46	Linha serial para diagnóstico – linha K.
47	Saída de comando para o relé da eletrobomba de combustível R19.
48	Entrada de sinal do sensor de posição do pedal acelerador – Pista 2
49	Entrada de sinal do sensor de posição do pedal acelerador – Pista 1

7.2. PIN OUT do NCM - CONECTOR LADO MOTOR – LM



PIN	CONECTOR LADO MOTOR
53	Saída de comando para motor de acionamento da borboleta motorizada
54	Entrada de sinal do sensor de rotações e PMS
55	Entrada de sinal do sensor de temperatura do ar
56	Entrada de sinal do sensor de posição da borboleta – Pista 2
57	Saída de alimentação positiva estabilizada (5V) para o sensor de posição da borboleta
58	Saída de alimentação negativa para sensor de temperatura do motor e para os sensores de posição da borboleta.
59	Saída de comando para o sistema de partida a frio.
60	Entrada de sinal do sensor de pressão do óleo do motor
61	Entrada de sinal do sensor de detonação
62	Entrada de sinal do sensor de pressão absoluta
64	Saída de alimentação positiva estabilizada (5V) para o sensor de pressão absoluta e temperatura do ar
65	Saída de negativo de referência para sensor de pressão e temperatura do ar
67	Saída de comando para motor de acionamento da borboleta motorizada
68	Entrada de sinal do sensor de rotações e PMS
69	Entrada de sinal do sensor de temperatura do motor
70	Saída de comando para bobina de ignição – cilindros 2-3
73	Saída de comando para bobina de ignição – cilindros 1-4
75	Entrada de sinal do sensor de detonação
76	Entrada de sinal do sensor de posição da borboleta – Pista 1
77	Saída de comando para eletroinjetor 2 (GNV e líquido)
78	Saída de comando para eletroinjetor 4 (GNV e líquido)
79	Saída de comando para eletroinjetor 1 (GNV e líquido)
80	Saída de comando para eletroinjetor 3 (GNV e líquido)

8. FUSÍVEIS E RELÉS



FUSÍVEIS:

- F 01 - 70A: Alimentação para CPL: NBC, NQS, Relé do Farol baixo
- F 03 - 20A: Comutador de ignição
- F 06 - 30A: 1ª Velocidade do Eletroventilador do Arrefecimento
- F 07 - 40A: 2ª Velocidade do Eletroventilador do Arrefecimento
- F 09 - 20A: Alimentação do Aquecedor do Regulador de Pressão GNV
- F 11 - 15A: Alimentação do Sensor de Velocidade, do aquecedor da sonda lâmbda, da bobina do relé R10, das bobinas do relé múltiplo, e da eletroválvula do canister.
- F 16 - 10A: Alimentação do NCM e Bobina de R9.
- F 17 - 10A: Alimentação de Potência do Relé Múltiplo, alimentação da bobina do relé R19 e alimentação das Eletroválvulas de GNV.
- F 18 - 7,5A: Alimentação do NCM.
- F 19 - 7,5A: Compressor do AC
- F 20 - 20A: Eletrobomba de combustível.
- F 21 - 15A: Eletrobomba e Eletroválvula do sistema de partida à frio
- F 22 - 20A: Alimentação da Bobina de Ignição

RELÉS:

- R 05 - 20A: Compressor do AC
- R 06 - 30A: 1ª Velocidade do Eletroventilador do Arrefecimento
- R 07 - 50A: 2ª Velocidade do Eletroventilador do Arrefecimento
- R 09 - 30A: Alimentação do Sensor de Velocidade, do aquecedor da sonda lâmbda, da bobina do relé R10, das bobinas do relé múltiplo, e da eletroválvula do canister, Alimentação da Bobina de Ignição, Alimentação de Potência do Relé Múltiplo, alimentação da bobina do relé R19 e alimentação das Eletroválvulas de GNV.
- R 10 - 20A: Sistema de partida à frio
- R 17 - 30A: Relé do Aquecedor do Regulador de Pressão.
- R 19 - 30A: Eletrobomba de Combustível
- R-20 - 30A: Eletroválvulas de GNV

9. INFORMAÇÕES IMPORTANTES

9.1. PROPRIEDADES DO GNV

Alguns dos gases mais importantes e mais utilizados e suas propriedades são descritos em seguida.

Tipo de Gás	Componentes Principais	Densidade (Kg/m³)	Poder calorífico		Relação Ar/Comb.	Nº de Metano	Fator Wobbe
			Inferior	Superior			
Metano	CH ₄	0,72	36	38	17	100	48
Etano	C ₂ H ₄	0,78	65	67	17	44	63
Propano	C ₃ H ₈	0,52	89	94	24	32	75
Butano	C ₄ H ₁₀	0,39	116	126	31	10	80
Gás Natural	CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , CO ₂ , N ₂ , O ₂ , H ₂	0,74	36	42	17	85	40

Número de Metano

O grau antidetonante do combustível é a medida da sua resistência à auto-ignição ou detonação com o aumento da pressão interna durante a fase de compressão.

Mais elevado é o grau antidetonante quanto maior é a resistência do combustível a detonação. As propriedades antidetonantes de combustíveis líquidos são medidas em número de octanas. No caso dos combustíveis gasosos o número de metano é o mais utilizado. O gás metano, que é o componente principal da maioria dos combustíveis gasosos, possui uma alta resistência à detonação e é classificado como 100 em número de metano.

Fator WOBBE (WI – WOBBE INDEX)

O fator Wobbe é calculado considerando-se a densidade do ar, o poder calorífico inferior (LHV) e a densidade do combustível gasoso à temperatura e pressão normais. Isto representa uma importante classificação da qualidade do gás no caso de um intercâmbio de combustíveis gasosos nos motores, e é proporcional à relação estequiométrica ar / combustível.

Quando se troca um combustível gasoso de alto fator Wobbe por um de menor fator, a relação ar/combustível deve ser reduzida proporcionalmente para manter normais as condições operacionais do motor. Estudos mostram que mudanças na composição do combustível não afetam a relação estequiométrica ar / combustível se o fator Wobbe é mantido relativamente constante.

Poder Calorífico Superior (HHV – HIGHER HEATING VALUE)

A energia disponibilizada por pré-determinada quantidade de combustível durante a queima.

Poder Calorífico Inferior (LHV – LOWER HEATING VALUE)

Um dos subprodutos da queima de qualquer hidrocarboneto é água, a qual absorve parte da energia térmica e transforma-se em vapor antes de sair do motor. O poder calorífico inferior (LHV) corresponde ao HHV menos a quantidade de calor usado para evaporar a água produzida durante a combustão.

Relação Ar / Combustível

A relação entre a massa de ar presente no cilindro e a massa de combustível injetada é chamada de relação ar / combustível (Air/Fuel ou AF). As corretas massas do ar e combustível necessárias para uma combustão completa têm o nome de relação estequiométrica.

A relação estequiométrica varia para cada gás, dependendo da composição química do mesmo. Salienta-se que alguns dos combustíveis gasosos possuem altos níveis de componentes inertes que não regem durante a combustão, porém fazem parte da composição do combustível.

9.2. G.N.V. x G.L.P (Gás de cozinha)

No Brasil o uso do G.L.P – Gás Liquefeito de Petróleo (conhecido como gás de cozinha) foi proibido para uso em automóveis desde 1991 pela lei 8176 (exceto empilhadeiras).

O GLP, de uso geral, é um gás úmido mais pesado que o ar. Caso seja lançado na atmosfera, fica acumulado em bolsas ao nível do solo e não se dissipam com rapidez, representando um perigo caso ocorra um vazamento em uma garagem subterrânea ou durante a fase de manutenção ou abastecimento do veículo.

O G.L.P distribuído em botijões apresenta um nível elevado de compostos contaminantes como enxofre, chumbo e hidrocarbonetos que reduziram o tempo de vida do motor (contaminando o óleo lubrificante) e de alguns componentes do sistema de injeção eletrônica, como a sonda lambda, por exemplo.

Outro fator que coloca em questão o uso do GLP em automóveis é a composição dos gases engarrafados pela distribuidora. Em tese, o G.L.P deveria ser composto de butano e propano, mas esta composição varia e nem sempre a proporção de butano e propano é a mesma, o que levaria o motor a ter um funcionamento diferente toda vez que a troca do botijão fosse efetuada.

9.3. G.N.V. x G.M.V.

O gás natural é obtido como subproduto da prospecção de petróleo (também conhecido como gás de cabeça de poço) ou produzido a partir de campos de gás. A composição do gás natural pode variar de uma localidade para outra, porém consiste basicamente em uma mistura de:

- 80-90% de metano (CH_4),
- quantidades diferentes de etano (C_2H_4),
- quantidades diferentes de propano (C_3H_8),
- quantidades diferentes de butano (C_4H_{10}),
- quantidades diferentes de dióxido de carbono (CO_2)
- quantidades diferentes de nitrogênio (N_2).

Quando o GNV possui em sua composição um teor de metano superior a 90% ele pode também ser chamado de GMV – Gás Metano Veicular.

10. CONCEITOS IMPORTANTES

10.1. ESTEQUIMETRIA

Para que um combustível seja inflamado, é necessário que ele forme mistura com oxigênio dentro de determinados limites de proporção. Excesso ou falta de combustível pode provocar uma queima incompleta ou até mesmo falha total da queima. Sendo assim, é necessário que o combustível forme uma mistura homogênea com o ar e em proporções corretas.

A proporção de mistura ar / combustível (ou AF - Air / Fuel) que proporciona uma queima total do combustível e que produza gases não tóxicos é chamada de MISTURA ESTEQUIOMÉTRICA. Cada combustível possui uma proporção ou relação estequiométrica:

- E0 (Gasolina pura ou Benzina) – AF = 14,6 / 1
- E100 (Álcool etílico hidratado) – AF = 8,5 / 1
- E22 (Gasolina com 22% de Álcool) – AF = 13,3 / 1
- GNV (Gás Natural Veicular) – AF = 17,2 / 1

Quando uma mistura possui proporção estequiométrica de 13,3 / 1, significa que são necessários 13,3 gramas de ar para queimar 1 grama de combustível.

10.2. FATOR LAMBDA (λ)

O fator lambda é um parâmetro que mostra se a mistura é estequiométrica, pobre ou rica. Ele é determinado pela relação entre a mistura real e a estequiométrica:

$$\lambda = \frac{\text{Relação Ar / Combustível Real}}{\text{Relação Ar / Combustível Estequiométrica}}$$

Se $\lambda = 1$, a mistura real é igual à estequiométrica;

Se $\lambda > 1$, a mistura real possui excesso de ar, ou seja, é mistura POBRE;

Se $\lambda < 1$, a mistura real possui pouco ar, ou seja, é mistura RICA;

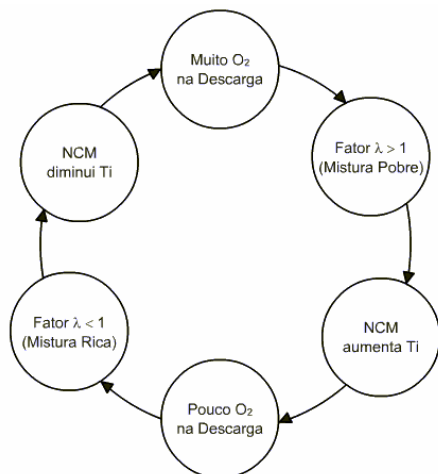
Exemplo: Em um motor a Gasohol, o NCM dosa uma mistura de 13:1 em um determinado regime de funcionamento do motor. Qual é o Fator Lambda? A mistura é rica ou pobre?

$$\lambda = \frac{\text{Relação Ar / Combustível Real}}{\text{Relação Ar / Combustível Estequiométrica}}$$

$$\lambda = \frac{\frac{13}{1}}{13,3} \longrightarrow \lambda = 0,98 \longrightarrow \text{Mistura RICA}$$

10.3. AUTOADAPTAÇÃO

É a capacidade que a unidade eletrônica possui de se ajustar a pequenas tolerâncias de fabricação e ao envelhecimento dos componentes do motor.



Este tipo de controle que opera em função dos gases de escape é chamado de controle em malha fechada. A figura ao lado ilustra este tipo de controle.

“Close loop” (circuito fechado): a quantidade de combustível é determinada em função do teor de Oxigênio residual nos gases de escape. Este método é adotado para garantir a máxima eficiência do conversor catalítico e o menor consumo possível de combustível.

“Open loop” (circuito aberto): a quantidade de combustível é determinada experimentalmente em laboratório, onde a melhor dosagem é gravada na memória do sistema. Este método é adotado para garantir o máximo desempenho do motor em condições de plena carga e regime transitório.

Este tipo de controle que opera em função dos gases de escape é chamado de controle em malha fechada. A figura ao lado ilustra este tipo de controle.

“Close loop” (circuito fechado): a quantidade de combustível é determinada em função do teor de Oxigênio residual nos gases de escape. Este método é adotado para garantir a máxima eficiência do conversor catalítico e o menor consumo possível de combustível.

“Open loop” (circuito aberto): a quantidade de combustível é determinada experimentalmente em laboratório, onde a melhor dosagem é gravada na memória do sistema. Este método é adotado para garantir o máximo desempenho do motor em condições de plena carga e regime transitório.

Autoadaptação do Avanço de Ignição: Visa compensar variações devido a tolerâncias de fabricação do motor, diferenças na temperatura de operação entre cilindros e tipo de combustível usado.

10.4. AUTOAPRENDIZADO

É a capacidade que a central eletrônica possui de reconhecer diferentes tipos de combustíveis e de reconhecer as tolerâncias de fabricação da borboleta motorizada e a posição de Limp Home (faixa de abertura da borboleta).

Autoaprendizado da Razão Ar / combustível (Air/Fuel): Este tipo de autoaprendizado é que torna possível reconhecer tipos diferentes de combustível (álcool, gasolina ou qualquer mistura dos dois). O programa do NCM que possibilita esta ação de autoaprendizado é chamado de FAFF – Full Adaptive Flex Fuel. Este software possibilita o reconhecimento do AF (abreviatura do termo “Air/Fuel”, que significa ar/combustível) quando necessário através da interpretação dos dados enviados pela sonda lambda. Desta forma, o NCM aprende qual é a relação ar / combustível mais adequada para o combustível presente no tanque.

Autoaprendizado da Borboleta Motorizada: Este aprendizado tem como objetivo efetuar a calibração da borboleta motorizada, ou seja, é por meio desta função que o NCM reconhece diferenças de fabricação entre um corpo de borboleta e outro.

10.5. AUTODIAGNOSE

É a capacidade que a central eletrônica possui de detectar problemas no sistema.

Diagnóstico elétrico: O diagnóstico elétrico de um sensor se baseia no fato de que em condições de funcionamento normal o sensor deve estar dentro de sua faixa nominal de operação. A verificação de um sinal fora desta faixa permite após um oportuno tempo de filtragem e de confirmação, diagnosticar o defeito do sensor. A presença de sinais fora da faixa nominal, nos estágios de entrada do NCM, permite avaliar uma possível não plausibilidade de sinal do sensor por motivos de:

- interrupção do circuito;
- curto circuito à massa;
- curto circuito ao positivo.

Diagnóstico funcional: Os três modos de defeito acima citados são aqueles estatisticamente mais frequentes no âmbito dos sensores dos sistemas de controle, mas não são os únicos possíveis. Na realidade, podem ocorrer também travamentos mecânicos em sensores móveis. Se o travamento ocorrer dentro da faixa nominal (0 à 5v) o sistema também o reconhecerá como uma não plausibilidade de sinal.

Outros modos de defeitos usam os valores de vários sensores e através de cálculos matemáticos determinam se o funcionamento global do motor está coerente. Se não estiver, o NCM adota valores padrão chamados valores de recovery para o sensor com defeito e, em alguns casos, inibe o funcionamento de alguns atuadores.

10.6. RECOVERY

É a capacidade que a central eletrônica possui de funcionar mesmo com alguns tipos de defeitos no sistema. De acordo com o defeito detectado, o sistema toma uma ação de emergência pré-definida em sua memória.

10.7. SISTEMA DE PARTIDA A FRIO

Todo combustível líquido deve mudar para a fase gasosa antes de inflamar-se. Sendo assim, tanto a gasolina e álcool injetados precisam evaporar para que o motor funcione corretamente.

A gasolina possui uma maior facilidade para evaporar-se porque é formada de vários componentes leves e pesados. Os componentes leves da gasolina evaporam-se a baixas temperaturas e facilitam o funcionamento do motor na fase fria.

Já o álcool, como não possui componentes leves, oferece maior dificuldade para evaporar-se. Além disto, o fato do álcool possuir maior calor de vaporização que a gasolina dificulta ainda mais sua vaporização. Isto compromete o funcionamento a frio.

É por isto que os motores que operam com álcool exigem sistemas de injeção de gasolina na fase de partida a frio.

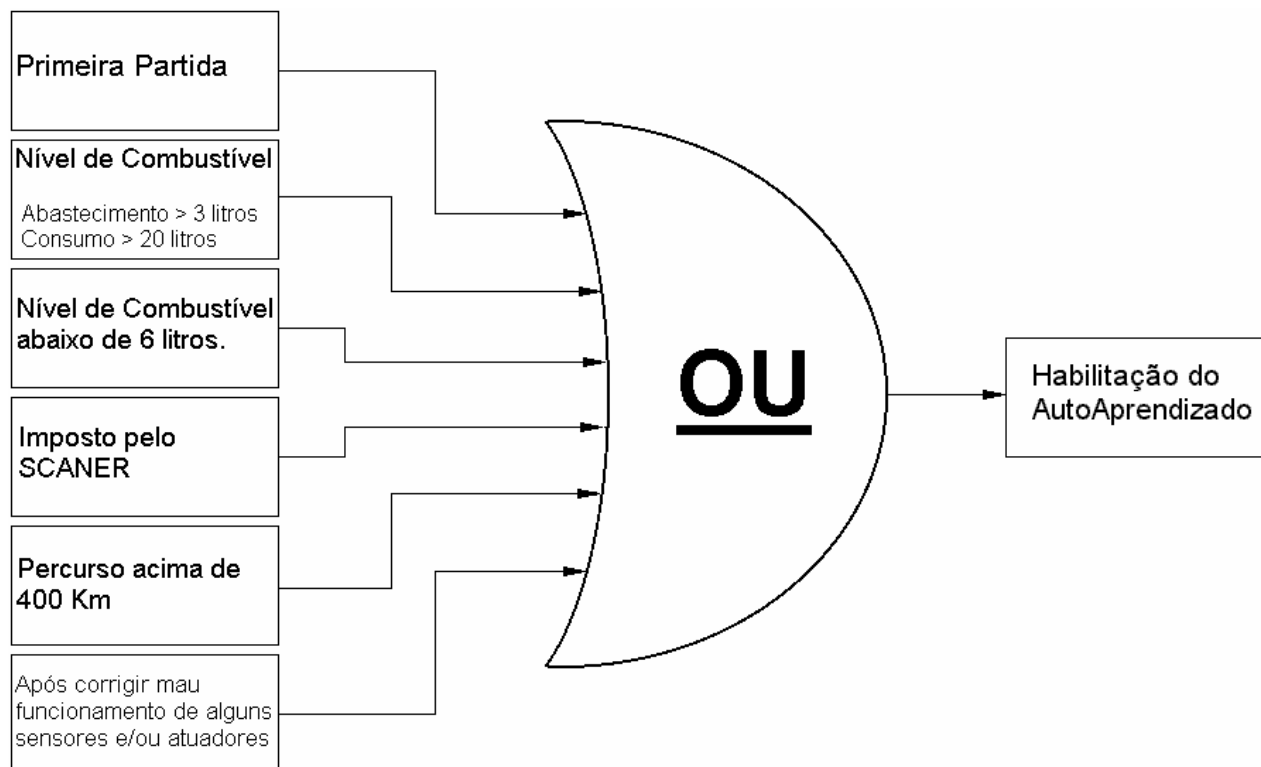
O sistema de partida a frio só funciona se a razão ar / combustível for menor que 12,5 / 1 e temperatura do motor menor que 30°C. Durante a fase de aquecimento do motor o sistema pode ser ativado para melhorar a dirigibilidade.

10.8. AUTOAPRENDIZADO DO COMBUSTÍVEL LÍQUIDO

O autoaprendizado do combustível líquido é gerenciado pelo programa Software Flex Fuel Sensor - SFS gravado na memória do Nó de Controle do Motor - NCM. Ele consiste em um programa capaz de detectar o combustível utilizado (de E0 a E100) através da análise dos gases de escape feita pela sonda lambda.

Aprendizado do AF

Somente em condições propícias o sistema habilita a estratégia de aprendizado do combustível. As condições que habilitam o reconhecimento da razão ar / combustível (AF) são as seguintes:



Durante o reconhecimento do AF a autoadaptação da mistura através da sonda lambda é desabilitada, possibilitando medir o desbandamento da sonda sem interferências de autoadaptações. O autoaprendizado começa somente quando certas condições de temperatura, ausência de erros, tempo de funcionamento do motor são satisfeitas.

O tempo máximo do autoaprendizado é de 15 minutos em marcha lenta, que é a pior condição. Este é o tempo necessário para esgotar o combustível na linha, reconhecer o novo AF e validá-lo.

Durante o aprendizado de combustível líquido o sistema desabilita o funcionamento com GNV. Após o aprendizado de combustível o sistema volta a funcionar normalmente.

11. DADOS TÉCNICOS DO NOVO MOTOR 1.4

GASOLINA

POTÊNCIA: 80VC / 5500RPM
TORQUE: 12,2 Kgm / 2250 RPM

ÁLCOOL

POTÊNCIA: 81VC / 5500RPM
TORQUE: 12,4 Kgm / 2250 RPM

GNV

POTÊNCIA: 68VC / 5500RPM
TORQUE: 10,4 Kgm / 2250 RPM

ISVOR FIAT

Os dados contidos nesta apostila poderão ficar desatualizados em consequência da evolução do produto por razões de natureza técnica ou comercial.

**Apostila Siena Tetra Fuel – Módulo Diagnóstico
18 de Maio de 2006**