1) Introdução

O sistema **Magneti Marelli IAW4SF** pertence à categoria dos sistemas de controle de motor chamado de; **"Sistema de Gerenciamento de Motor"**, pois contempla a gestão de vários sub-sistemas de gerenciamento que abrangem todas as mais diversas condições de funcionamento do motor e solicitações tais como:

I) Sistema de injeção eletrônica de combustível.
II) Sistema de ignição eletrônica.
III) Sistema de controle de detonação (*"knock"*)
IV) Interface digital com sistema *Immobilizer*.
V) Auto-gestão de controle para emissões veiculares/evaporativas.
VI) Sistema de auto-diagnóstico.
VII) Sistema de *recovery* de falhas.
VIII) Estratégia de auto-adaptativo.
IX) Estratégia Flex Fuel SFS (**S**oftware **F**lex Fuel **S**ensor)

Todos os sistemas citados acima possuem estratégias de funcionamento bem definidas onde cada um tem a sua própria gestão de sensores e atuadores, porem os sistemas interagem entre si, formando um sistema único e versátil de gerenciamento.
O sistema completo é controlado através de uma unidade eletrônica de comando, chamada de **ECU,** onde a mesma possui uma arquitetura de componentes eletrônicos chamada *hardware*, o *hardware* é microprocessado (eletrônica digital baseada em microprocessador) sendo que o controle deste *hardware* é feito através de informações lógicas pré–programadas, chamadas de *software*.
A integração entre *hardware*, *software*, sistemas de interface e componentes físicos(sensores e atuadores) é que caracteriza a extrema flexibilidade de controle e interoperabilidade entre o motor de combustão e outros sistemas disponíveis no veículo.
A Magneti Marelli dispõe de uma completa gama de produtos que vai desde componentes físicos até unidades eletrônicas de comando, atendendo as mais variadas solicitações de nosso clientes.

Magneti Marelli © 2004

1.1) Aplicabilidade

O sistema **IAW4SF** tem o seguinte escopo de aplicação para FIAT do Brasil:

Aplicação	Combust	SG	N°Cliente	Software	HW
Palio RST2 1,8L	Benzina	BA	55196636	509007819300	01
Palio 1.8 8V	Gasolina	GA	55195203	509007750000	01
Palio RST2 1,0L HP	Gasolina	PA	55193412	509007614200	01
Palio RST2 1,0L FIRE	Gasolina	PA	55195202	509007750100	01
Palio Young HP	Gasolina	PC	55193413	509007626100	02
178 FIRE 1,0L HP	Gasolina	PC	55195201	509007750300	02
178 FIRE 1,0L HP	Benzina	PT	55195441	509007789400	02
Palio 1,8L 8V	Álcool	AL	55195440	509007795300	03
Palio 1,8L 8V	SFS	GB	55195205	509007758400	03
Pick-up 1,8L 8V	SFS	KF	55197211	509007879900	03

2) Generalidades.

2.I) Sistema de injeção eletrônica de combustível.

O sistema de injeção eletrônica de combustível tem por objetivo primário analisar as condições de funcionamento do motor em um determinado instante e disponibilizar de forma correta a quantidade de combustível necessária ao funcionamento do motor acionando um conjunto de válvulas eletromagnéticas denominadas injetores onde a quantidade de combustível é determinada pelo tempo que os injetores permanecem abertos.
As principais características do sistema de injeção eletrônica de combustível são:

1-Sistema do tipo indireto, ou seja, os injetores são posicionados no coletor de admissão o mais próximo o possível das válvulas de admissão, fora da câmara de combustão.
2-Os injetores são produzidos em material inoxidável, permitindo a utilização de qualquer concentração de álcool no combustível.
3-O circuito de alimentação de combustível é feito através de bomba elétrica de recalque, e o retorno de combustível para o tanque é do tipo *"returnless"*, ou seja, não possui tubulação de retorno, o regulador de pressão é posicionado próximo ao conjunto de bomba/bóia, dentro do tanque de combustível.
4-O sistema possui pilotagem dos injetores do tipo seqüencial / fasado, ou seja, o sistema reconhece a fase do motor, e os injetores serão pilotados na seqüência de ignição do motor.
5-O reconhecimento da quantidade de massa de ar admitida pelo motor é do tipo *"speed density"*, ou seja, o calculo da massa de ar admitida pelo motor é feita através da medição da temperatura e pressão do coletor de admissão.
6-Flexibilidade da estratégia de funcionamento, possibilitando operar o sistema no modo *"open loop"*, e *"close loop"*.

2.II) Sistema de ignição eletrônica.

O sistema de ignição eletrônica tem por objetivo primário ignitar a carga de mistura comprimida de ar/combustível no interior do cilindro, de tal forma á iniciar o processo de combustão no momento exato requerido pelos requisitos físicos do motor de combustão interna.
A formação desta carga elétrica é feita através da excitação dos enrolamentos do interior de uma bobina elétrica, e a disponibilização desta carga é feita induzindo-se a mesma a uma vela de ignição, onde um arco voltaico saltará entre os eletrodos da vela iniciando o processo de combustão.
O de ignição eletrônica tem as seguintes características:

1-Sistema de controle 100% eletrônico, possui sistema totalmente transistorizado com ausência de componentes mecânicos móveis.
2-Ignição estática do tipo; *"distribuitorless"*, ausência de distribuidor.
3-Transistor de potência da bobina integrado na bobina, para evitar interferência eletromagnética aos componentes eletrônicos da **ECU**.
4-Bobina dupla de alta potencia, possibilitando o uso de uma bobina para cada 2 cilindros.

2.III)Sistema de controle de detonação (“knock”)

A mistura ar/combustível deve ser inicialmente inflamada alguns graus antes do PMS na fase de compressão, para que esta mistura tenha tempo de queimar antes de o pistão alcançar alguns graus depois do PMS, ponto ótimo em se obtém a maior energia do processo de combustão.
Com apelo atual por desempenho, as taxas de compressão dos motores são extremamente elevadas para se maximizar o rendimento térmico do motor, mas junto com o desempenho, a elevada taxa proporciona uma margem de segurança quanto à detonação quase que inexistente em altas cargas.
O de controle de detonação, mede o ruído provocado pelo processo de detonação e toma ações junto á estratégia de avanço da seguinte forma:
A ECU verifica a presença do fenômeno da detonação, através do sinal de aceleração proveniente de um sensor junto ao bloco do motor, o sinal é tratado segundo cálculos estatísticos processados em tempo real, se após a análise for constatado que existe o fenômeno da detonação, a ECU identifica qual o cilindro está detonando e retira avanço gradualmente do cilindro que está detonando, com o objetivo de não ocorrer danos estruturais sérios ao motor. Após constatar que o fenômeno da detonação não está mais presente, o sistema volta a buscar o valor nominal de avanço para aquele cilindro gradualmente para evitar o início de um novo fenômeno.
O sistema de detonação possui as principais características.

1-Estratégia independente e de alta prioridade de processamento no sistema com controlador dedicado para gestão de detonação.
2-Possibilidade do uso de apenas um sensor de detonação.
3-Possibilidade de adaptatividade em função de incremento de avanço.
4-Controle virtualmente independente para cada cilindro.

2.IV)Interface digital com sistema Immobilizer.

O sistema Immobilizer é um sistema anti-furto baseado na identificação da chave de ignição, e comunicação digital entre o módulo Immobilizer e diversas unidades de comando existentes no veículo, no qual uma vez reconhecida a chave de ignição no momento do *"key-on"*, o modulo Immobilizer envia um código específico de desbloqueio para as unidades de comando existentes no veículo, se a chave não for reconhecida pelo modulo Immobilizer, o mesmo não envia o código de desbloqueio e o restante dos módulos de controle terão seu funcionamento bloqueado ou inibido. O sistema Immobilizer é um sistema composto de chave de ignição com transponder (microship de memória), antena para a chave posicionada no comutador de ignição e módulo Immobilizer.
E tem por objetivo reconhecer o código gravado no transponder da chave de ignição e desbloquear as unidades de comando que estão em comunicação com o módulo Immobilizer.
O sistema 4SF está apto á se comunicar com o módulo Immobilizer e gestir as informações digitais enviadas por ele, de tal forma a bloquear ou não o funcionamento do motor pelo bloqueio do controle ou não, dos atuadores do sistema de gerenciamento de motor.

2.V)Gestão de controle para emissões veiculares/evaporativas.

As tecnologias de controle de emissões de poluentes veiculares são hoje uma determinação legal por parte dos órgãos governamentais de diversos paises, e existem duas formas primárias de minimizar a emissão de poluentes.

1) Pela otimização dos componentes físicos do motor de combustão interna como; desenho de câmaras de combustão mais eficientes, adição de conversores catalíticos, pesquisa em coletores de admissão/escape que proporcionam uma melhor repartição de mistura, adição de válvulas de controle adicionais e etc.
2) Pela adoção de novas estratégias de controle dos sistemas de injeção/ignição do motor de tal forma a tornar mais eficiente o processo de combustão e a gestão dos atuadores mais flexível quanto a desperdício de combustível.

Existem duas forma de controle da gestão de combustível.

1) ***OPEN-LOOP;*** A estratégia de controle *"Open-Loop"*, trabalha com valores da relação A/F pré-fixados em tabelas na memória da **ECU**, onde este método têm por objetivo não reduzir emissões ou consumo de combustível, mas maximizar o desempenho do motor quando solicitado pelo usuário.
2) ***CLOSE-LOOP:*** A estratégia de controle *"Close-Loop"*, trabalha em uma malha fechada entre a *"Sonda Lambda"*, a quantidade de combustível injetada e a **ECU**, em tempo real, proporcionando a determinação correta da relação ar/combustível dentro da janela de trabalho do catalizador.

Em paralelo existe a gestão do sistema de canister, que é um filtro de carvão ativado absorve os vapores de combustível provenientes do tanque quando o veículo está parado, e no momento oportuno, re-envia esses vapores ao motor para serem queimados.

2.VI)Sistema de auto-diagnóstico.

Devido a complexidade dos sistema de controle de motores atuais, o sistema contempla uma estratégia de auto gestão de diagnóstico, o sistema possui a seguinte estratégia de funcionamento.
Os diagnósticos implementados no sistema podem ser enquadrados em geral em dois tipos diferentes: *elétrico e funcional*

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 (0 à 5V). A verificação de um sinal fora desta faixa permite após um oportuno tempo de filtragem e de confirmação, diagnosticar o defeito no sensor. A presença de sinais fora da faixa nominal do sensor, nos estágios de entrada da ECU permite avaliar uma possível não plausibilidade de sinal do sensor por motivos de interrupção do circuito, curto cercou a massa ou ao positivo, existem também sensores com sinal redundante, ou seja, existem dois sensores para medir a mesma grandeza física, se houver uma não conformidade entre os dois sinais, a ECU reconhecerá este evento como uma não plausibilidade de sinais e tomará uma ação para garantir o funcionamento do motor sem comprometer a segurança do usuário.

Diagnóstico funcional. Os três modos de defeito acima citados são aqueles estatisticamente mais freqüentes 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 do sensor 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 esta coerente, se não estiver a ECU adota valores padrão para os sensores e inibe o funcionamento de alguns atuadores.

2.VII)Sistema de recovery de falhas.

Se um defeito é diagnosticado no sistema, é necessário tomar oportunas ações de recovery a fim de diminuir o fator de risco derivado da perda de redundância do sistema. Os procedimentos de recovery podem ser divididos em duas famílias:

- **Recovery de sinal**, que agrupa as ações voltadas a substituir um sinal diagnosticado de defeito por um outro, aproveitando as redundâncias físicas / funcionais do sistema;

Recovery de sistema, que agrupa as ações voltadas a limitar os desempenhos do sistema na presença de um defeito.

2.VIII)Estratégia de auto-adaptativo.

A central possui uma função auto-adaptativa que tem o objetivo de reconhecer as mudanças que ocorrem no motor devidas a processos de estabilização
Ao longo do tempo e a envelhecimento dos componentes e do próprio motor.
Estas mudanças são memorizadas sob forma de modificações no mapeamento básico, e possuem a função de adaptar o funcionamento do sistema às progressivas alterações do motor e dos componentes em relação às características quando novo. Esta função auto-adaptativa permite também compensar as inevitáveis diversidades (devidas às tolerâncias de produção) de componentes eventualmente substituídos.
Pela análise dos gases de descarga, a central modifica o mapeamento básico em relação às características do motor quando novo.

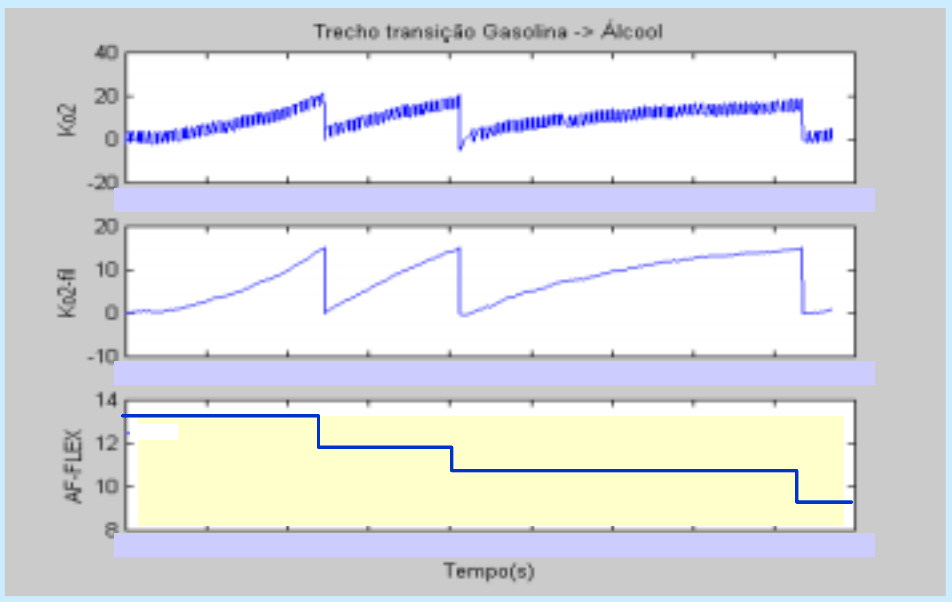
2.IX) Estratégia Flex Fuel SFS (Software Flex Fuel Sensor)

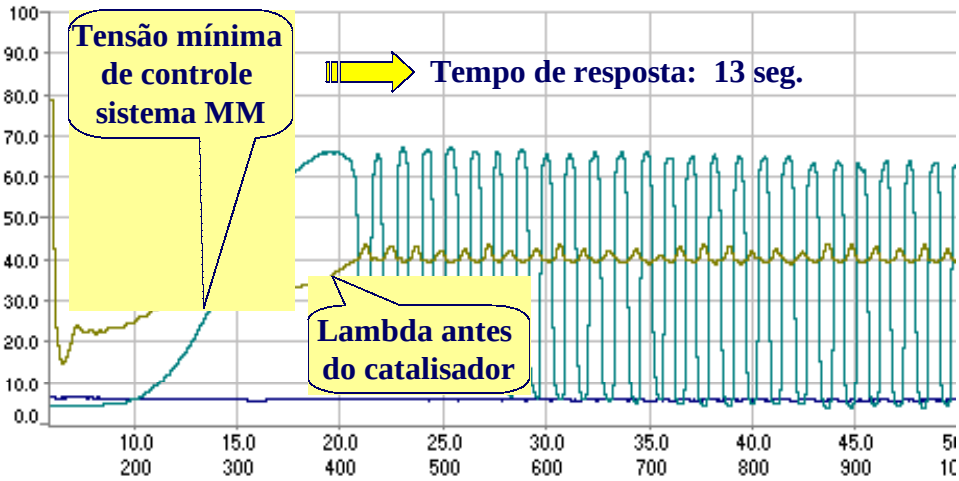
Principais diferenças em relação ao sistema convencional (E22):

a) Injetor de combustível principal dimensionado quanto à vazão, para suprir as necessidades do motor para funcionamento com combustível de E22 a E100.
b) Reservatório principal e linha de combustível devem possuir tratamento anti corrosivo para trabalhar continuamente com E100.
c) Bomba de combustível deve ser resistente ao funcionamento contínuo com E100.
d) Sensor de nível de combustível com saída de sinal para informação à centralina de mudança no nível de combustível.
e) Adoção de sistema de partida a frio, com implementação de estratégia para funcionamento a partir de determinado porcentual de álcool no combustível.
f) Manutenção do sistema de controle de emissões evaporativas.
g) Posicionamento do catalisador próximo ao coletor de descarga (closed couple), para atender aos requisitos de emissões TIER I, e eliminar a necessidade de pré-catalisador para redução da emissão de aldeídos.
h) O sistema de controle do motor com o SFS Flexfuel caracteriza-se por permitir o uso de qualquer mistura de combustível entre E22 e E100, sem o uso de sensor físico.

Principais componentes Magneti Marelli

O funcionamento do SFS baseia-se na identificação lógica do tipo de combustível em uso e na otimização da gestão do motor em função desse combustível de tal forma que a adaptação do A/F seja feito o mais rápido possível, e sem conseqüências ao desempenho do motor.





Para tal, foram introduzidas algumas novas estratégias para a perfeita adequação do sistema.

2.IX.1) Sensor Lógico
2.IX.2) Autoadaptatividade
2.IX.3) Cálculo do Tempo de Injeção (modelo injetor)
2.IX.4) Gestão do avanço
2.IX.5) Partida a Frio

- Aquisição do nível de combustível

A seguir serão descritos os conceitos e algorítmos das principais estratégias modificadas ou introduzidas, e também o racional / justificativa de algumas estratégias não alteradas.

2.IX.1) Sensor Lógico

Conceito Básico:

O sistema Magneti Marelli estima a quantidade de ar admitida pelo motor, e calcula o tempo de injeção dependente da relação ar/combustível (A/F).

Equações Básicas do Tempo de Injeção:

$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{Esteq.} * K02F}$$

$$Tinj_{médio} = Q_{Comb} * Ganho + T0$$

O funcionamento da estratégia SFS baseia-se nas informações provenientes da estratégia de controle do título em closed-loop, e conseqüentemente nas informações do sensor de oxigênio (Sonda Lambda).

O SFS monitora o valor médio do termo que corrige a quantidade de combustível aplicada ao motor para manter a combustão estequiométrica (KO2F) e, em função deste termo recalcula o valor da relação A/F presente no motor.

Exemplo: Em um sistema contendo gasolina foi acrescido álcool levando a mistura a 50% de cada combustível.

Ação no sistema de injeção atual:

$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{gasolina} * 0.82}$$

$$Tinj_{médio} = Q_{Comb} * Ganho + T0$$

Ação no sistema de injeção **SFS-FLEXFUEL**:

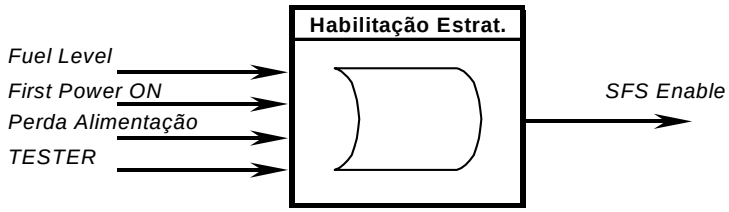
$$Q_{Comb} = \frac{Q_{Ar}}{A/F_{mistura} * 1.0}$$

$$Tinj_{médio} = Q_{Comb} * Ganho + T0$$

Habilitação da Estratégia SFS :

Durante o funcionamento da estratégia SFS o sistema de controle do motor sofre alguns interventos, onde algumas funções são desativadas, outras são ativadas e outras modificadas.
Sendo assim, deve-se habilitar o seu funcionamento somente quando for necessário, limitando a influência no funcionamento normal do motor.
As condições em que se faz necessária essa habilitação são:

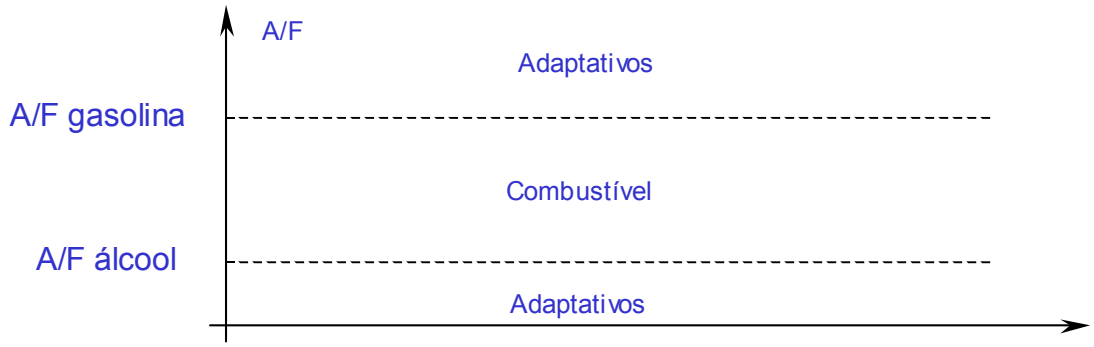
⇒ Quando houver abastecimento
⇒ Perda de alimentação
⇒ Quando houver troca de componentes (ECU, sonda lambda, etc)



2.IX.2) Autoadaptatividade

As correções na mistura causadas pela mudança de combustível serão incorporadas ao novo valor de A/F; as demais correções, causadas por desvios dos componentes e/ou dispersão entre motores serão incorporadas aos parâmetros adaptativos. Esta separação é feita da seguinte maneira:

- As variações causadas pelo combustível ocorrem em instantes bem precisos, ou seja, quando as condições de habilitação do SFS forem satisfeitas. Nessa fase a autoadaptatividade é desabilitada.
- Fora das condições anteriores se reabilita a estratégia de autoadaptatividade que irá recuperar as variações lentas dos componentes do sistema / motor. Além disso, se na fase anterior for identificado um A/F fora dos limites conhecidos atribuí-se o delta aos parâmetros adaptativos.



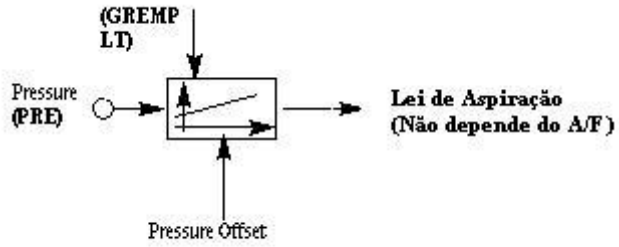
Observações:

1) Para o correto funcionamento da estratégia o veículo novo deve passar por uma pré-adaptação com combustível conhecido, visando absorver as tolerâncias de componentes/motor, antes de realizar o primeiro reconhecimento de um novo combustível. Para tal, é previsto um procedimento de short trip que deverá ser executado na saída da linha de produção.

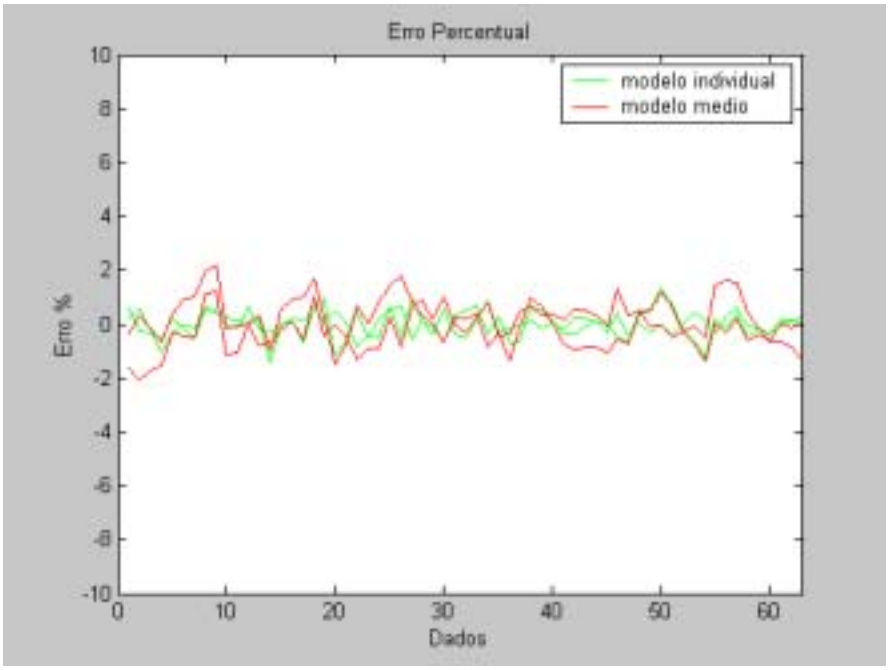
2) Nos motores alimentados com combustível que tenha alto percentual de álcool ocorre um fenômeno de contaminação do óleo na fase fria de funcionamento. Essa contaminação se dá pelo próprio combustível, que em parte, fica depositado no cárter.
Com o aquecimento do óleo esse combustível acaba evaporando e retornando ao motor através do blow-by, o que causa um forte desbandamento na mistura durante um certo período.
O sistema prevê uma janela em temperatura da água e tempo, onde amplia-se a autoridade do controle de título e desabilita-se a autoadaptatividade, com isso evita-se falsas diagnoses e aprendizados.

2.IX.3) Cálculo do Tempo de Injeção (modelo injetor)

Como o sistema de ar da Magneti Marelli mapeia a capacidade de aspiração do motor, não existe diferença na cadeia de ar para as diversas misturas de combustível possíveis, e após calculada a massa de ar admitida pelo motor, calcula-se o combustível a ser injetado através do A/F lógico:

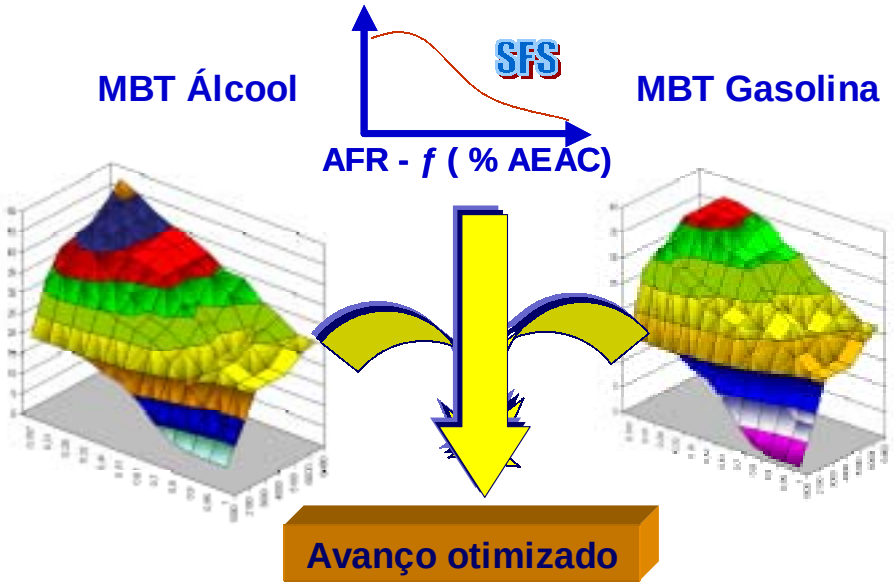


A relação entre a quantidade de combustível calculada (Qcomb) e o tempo de injeção a ser atuado (Tinj) é dada pelo modelo do injetor (ganho e offset).
A determinação do modelo do injetor é realizada a partir da reta de regressão dos dados de Qcomb e Tinj obtidos no dinamômetro. Para o sistema Flex-fuel será determinada a reta de regressão a partir dos dados para álcool e gasolina. Desta forma o modelo do injetor será único e aquele que melhor aproxima os dados dos dois combustíveis.



2.IX.4) Gestão do avanço

As correções dinâmicas de avanço servem para melhorar o acoplamento motor-cambio, reduzindo as oscilações durante acelerações e desacelerações. São baseadas em degradação de torque com redução do valor atuado. Com esse conceito somado ao fato de que a curva única independe do combustível utilizado, concluí-se que as correções dinâmicas são iguais para qualquer mistura utilizada, ou seja, uma mesma redução de avanço aplicada a diferentes misturas gera a mesma redução percentual de torque.



2.IX.5) Partida a Frio

Esta estratégia tem como objetivo, garantir uma partida satisfatória mesmo com diferentes porcentagens de álcool à mistura, durante a fase fria de funcionamento do sistema. Para aplicação desta estratégia, será necessário um sistema suplementar no momento da partida.

Composição do sistema suplementar:

Tubo de aeração no corpo de borboleta
Bomba de gasolina
Reservatório

O tubo de aeração adicional e a bomba de gasolina para partida a frio, serão pilotados em portings diferenciados da ecu.
Para o sistema, em condição de partida ou repartida (fases 1,2 e 3), foram previstas correções multiplicativas de 0 a 2, para adequar a quantidade de combustível às diferentes misturas previstas no SFS - FLEXFUEL, correções estas em função do AF_FLEX.

Descrição do funcionamento da estratégia:

A estratégia é habilitada em função da temperatura da água e do A/F atual.

Partida:
A partida será gestida em modo assíncrono, com tempo de injeção e intervalo entre as injeções calibráveis.
A partida será dividida em duas fases:

Fase 1
Consiste em aplicar um número fixo de injeções com frequência constante, levando em consideração:
Temperatura da água
A/F atual
Tensão de bateria
Ângulo de borboleta

Fase 2
Consiste em aplicar, com frequência constante, injetadas que decrescem ao longo do tempo. Nesta fase, o tempo de injeção a ser aplicado inicialmente, será o mesmo tempo da fase 1, só que recalculado através de um coeficiente de decremento, até que não haja mais a necessidade de adicional de combustível.

Além das duas fases descritas acima, são previstos:

* Estratégia Anti-Afogamento
* Fase pós partida

Estratégia Anti-Afogamento

Durante a partida (Fase1 ou Fase2) se for observado:

Um ângulo de pedal superior a uma determinada faixa, passa-se direto para a Fase Pós-Partida pela qual será descrita abaixo:

Fase Pós-Partida

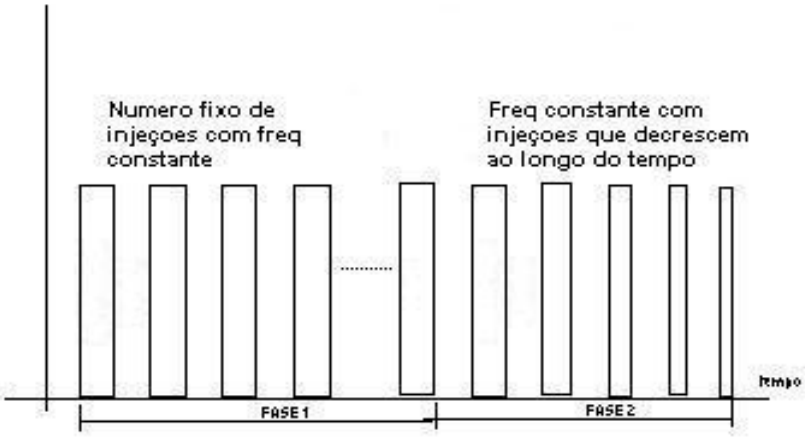
Nesta fase existem dois tipos de atuação, dependentes do modo motor:

Estabilizado

Este modo será gestido sincronamente, ou seja, uma injeção a cada PMS em função (Rpm, Pressão) com um coeficiente de correção em função (Temperatura de água, A/F), adicionado um offset para o injetor adicional e a bomba de gasolina, em função (Tensão de Bateria).

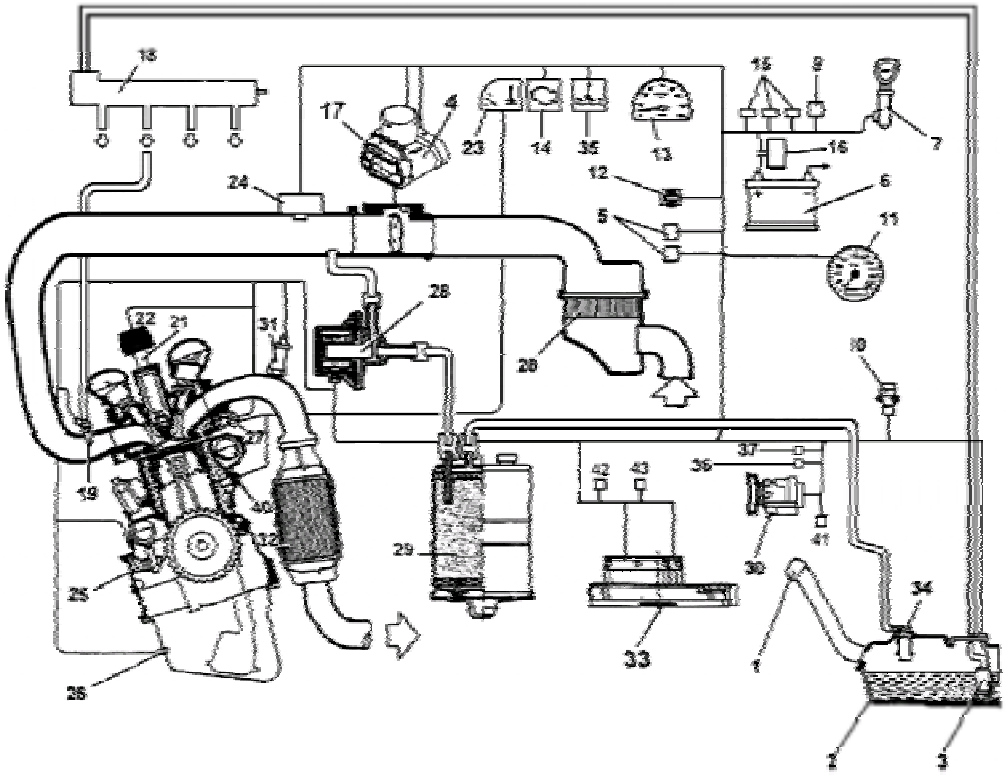
Acelerado

Este modo será gestido de forma assíncrona a cada entrada em modo motor acelerado em função (Temperatura da água, A/F).



3)Componentes físicos.

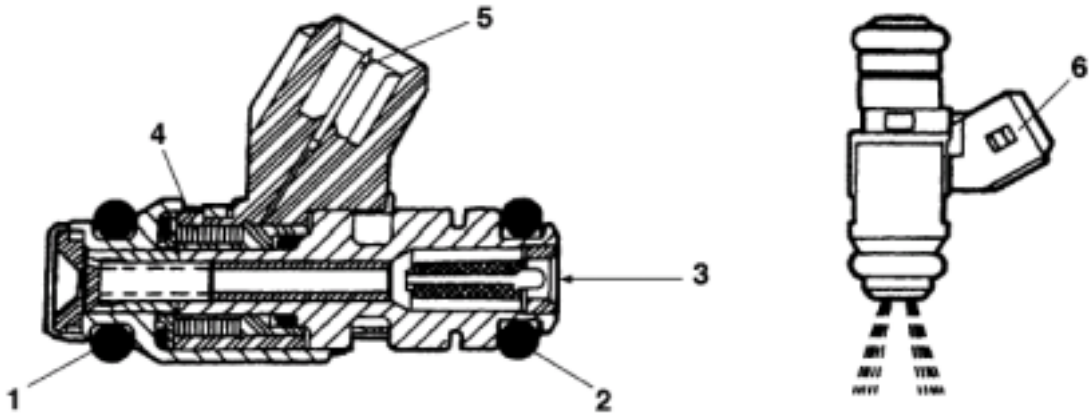
Composição do sistema 4BV.AR				
Componente	**Fornecedor**	**Sigla Marelli**	**Nº Cliente**	**NºFornecedor**
Unidade de Comando Central	M. Marelli	4BV	036.906.034.J	61601.728.00
Coletor de Admissão	M. Marelli			CIV059XX
Coletor plástico	M. Marelli	CAB71	032.129.711.N	56.000B066.00
Sensor Pressão e Temp. AR	BOSCH		03C.906.051	58100B015.00
Galeria de combustível	M. Marelli	CGV023.01	030.133.319.AH	32196.B045.00
Injetor de Combustível	M. Marelli	IWP 170	030.906.XXX.XX	43.100I.XXX.XX
Corpo de Borboleta	M. Marelli	44SMV4	036.133.XXX.XX	17.366B007.00
Esquema de Chicote	M. Marelli		5X3.900.XXX.XX	
Sensor de Temp. da Água	ELTH		059.919.501.A	
Bobina de Ignição	BOSCH		30.905.106	221.603.008
Cabo de Vela	NGK/Delphia	NC	036.905.483.C	
Velas de Ignição	NGK/BOSCH		101.000.XXX.XX	
Sensor de Detonação	SIEMENS		030.905.377.C	
Sensor VSS	VDO		325.957.827.1	
Sensor de Comando	Electricfil		030.907.601.B	
Sensor de RPM	Electricfil		045.906.433.A	
Válvula Canister	SAGEM		377.906.291	
Pedal do acelerador	BOSCH		021.907.505.A	
Switch de freio	EATON		1J0.945.511.B	191.900.962.A
Bomba de combustível	BOSCH		373.919.051.R	
Sonda Lambda	NGK		5X3.906.262	



Legenda	
1 Válvula de segurança e ventilação	22 Bobina de ignição simples (n° 4)
2 Reservatório de combustível	23 Indicador de temperatura do refrigerante do motor (CAN)
3 Bomba elétricade combustível	24 Sensor de pressão e temperatura do ar
4 Corpo com borboleta motorizado	25 Sensor de giros e PMS
5 Relés de comando alta e baixa velocidade do ventilador elétrico do radiador	26 Sensor da pressão de óleo
6 Bateria	27 Sensor da temperatura do líquido refrigerante
7 Comutador de partida	28 Válvula Canister
8 Relé da instalação de injeção	29 Canister
9 Immobilizer (integrado no Body Computer)	30 Compressor do Ar Condicionado
10 Interruptor inercial	31 Sonda lambda
11 Sinal de velocidade do veículo (via CAN pelo ABS)	32 Catalisador
12 Tomada de diagnósticos (habitáculo)	33 Unidade Central de Comando
13 Tacômetro no quadro de bordo (CAN)	34 Válvula plurifunção
14 Luz espia de avaria da instalação de injeção (MI)	35 Luz espia de excessiva temperatura da água (CAN)
15 Fusíveis de proteção do sistema de gerenciamento de motor	36 Relé do compressor do Ar condicionado
16 Caixa de fusíveis gerais de proteção	37 Relé do sistema de Ar condicionado
17 Sensor de posição da válvula borboleta DBW	41 Pressostato linear do condicionador
18 Galeria de combustível	42 Switch do pedal do freio
19 Injetores de Combustível	43 Switch do pedal da embreagem
20 Filtro de ar	44 Pedal do acelerador eletrônico
21 Velas de ignição	

Injetor de combustível

Os injetores, do tipo *"top-feed"* a duplo jato (com spray inclinado em relação ao eixo do injetor), são específicos para motores a 4 válvulas por cilindro, e permitem poder dirigir oportunamente os jatos em direção às duas válvulas de aspiração. Os jatos de combustível na pressão de 3,5 bar saem do injetor pulverizando-se instantaneamente e formando dois cones de propagação. A adoção de um processo produtivo mais sofisticado permitiu a melhoria da vedação da sede do injetor (vazamento reduzido com injetor fechado) para o atendimento às mais severas normas antievaporação.
A lógica de comando dos injetores é do tipo "seqüencial fasada", os quatro injetores são comandados conforme a seqüência de aspiração dos cilindros do motor, enquanto o fornecimento pode iniciar para cada cilindro já na fase de expansão até a fase de aspiração já iniciada.A fixação dos injetores é efetuada pelo coletor de combustível que aperta os mesmos nas respectivas sedes existentes nos tubos de aspiração.Os mesmos estão fixados ao conector por meio de "travas de segurança". Dois anéis (1) e (2) de borracha seguram a vedação no tubo de aspiração e no coletor de combustível.
A alimentação de combustível é feita pela parte superior (3) do injetor, o corpo contém o enrolamento (4) ligado aos terminais (5) do conector elétrico (6).



Legenda

1 Anel de vedação	4 Enrolamento
2 Anel de vedação	5 Terminais elétricos
3 Entrada de combustível	6 Conector elétrico

Características elétricas

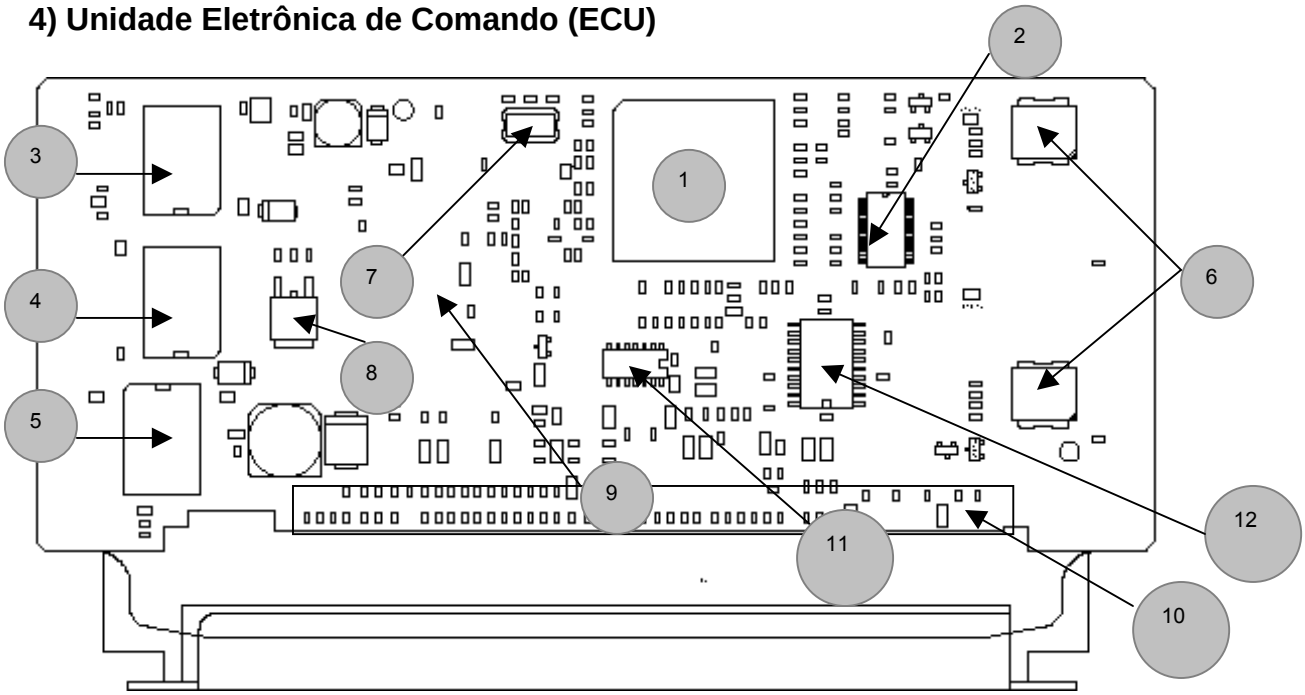
Tensão de Alimentação: 12V
Resistência elétrica: 13,8 à 15,2Ω a 20°C

Manutebilidade:

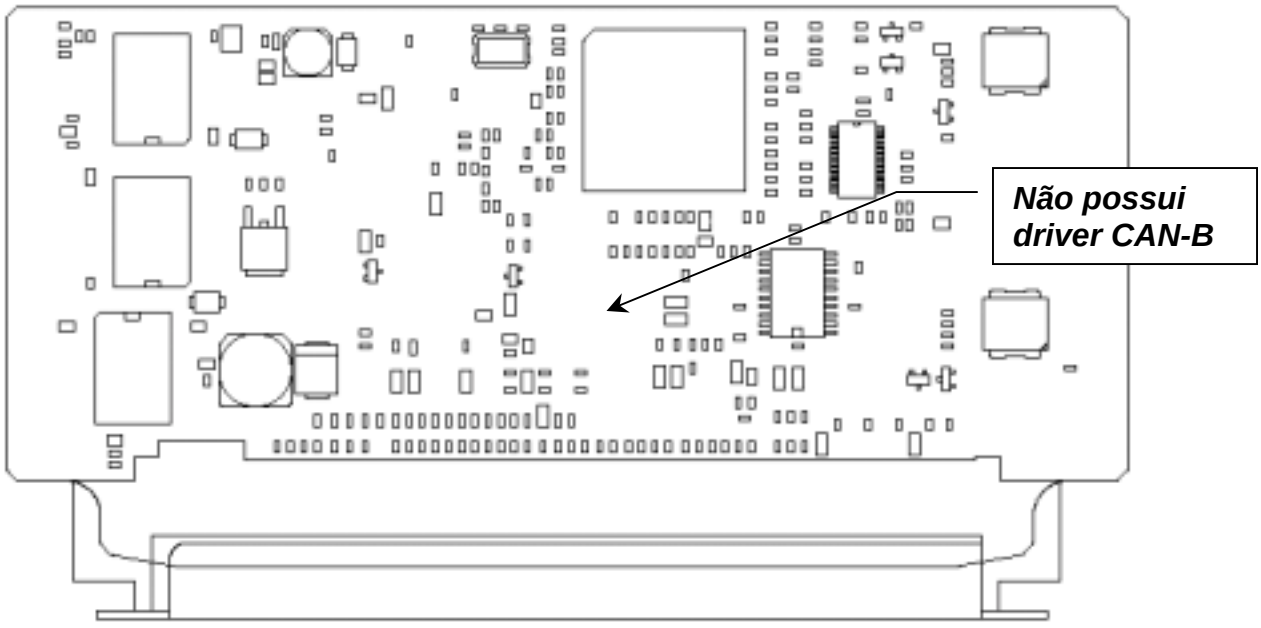
1) Nas operações de retirada-recolocação não aplicar solicitações maiores que 120 N no conector (6) do injetor para não prejudicar sua funcionalidade.
2) Jamais expor este componente a ação de cloro ou qualquer tipo de sal.

3) Não utilizar qualquer tipo de lubrificante que possa reagir com os anéis de vedação de borracha.

4) Unidade Eletrônica de Comando (ECU)



Hardware HW01/HW03



Hardware HW02

4.1) Descrição de componentes internos.

1) Microprocessador
2) Microprocessador dedicado a "*safety*"
3) Power supply (fonte de energia elétrica)
4) Driver multi função (injetores, canister, ventilador, A/C, Lâmpada safety)
5) Driver de controle do DC-Motor (Drive by Wire)
6) Pré driver de ignição (4 canais)
7) Cristal oscillator 10Mhz
8) Drive de sinal PWM para o aquecedor da sonda Lambda.
9) PCB multilayer (4 camadas de circuito impresso)
10) Condensadores de filtro RF (EMC)
11) Driver CAN-B/IMO-B
12) SIGMA Controlador da estratégia de KNOCK

A Unidade Eletrônica de Comando também chamada de ECU, é produzida com a tecnologia "SMD" (estampado de alta densidade de componentes) e está
A sua função é elaborar os sinais provenientes dos vários sensores a fim de comandar os atuadores de modo a obter o melhor funcionamento possível do motor.
A ativação da ECU é feita através do reconhecimento da chave em posição *"key-on"*, a mesma controla a alimentação (*"power-latch"* interno), e através de um relé controla a bomba elétrica de combustível e as cargas principais.
Estão também presentes:

- Memória RAM *"stand-by"* com alimentação permanente;
- Memória flash EEPROM reprogramável através de carregamento remoto;
- Memória EEPROM quem mantém sinais dos parâmetros auto-adaptativos com o envelhecimento do motor e que se pode zerar somente com um comando pelo tester de diagnósticos

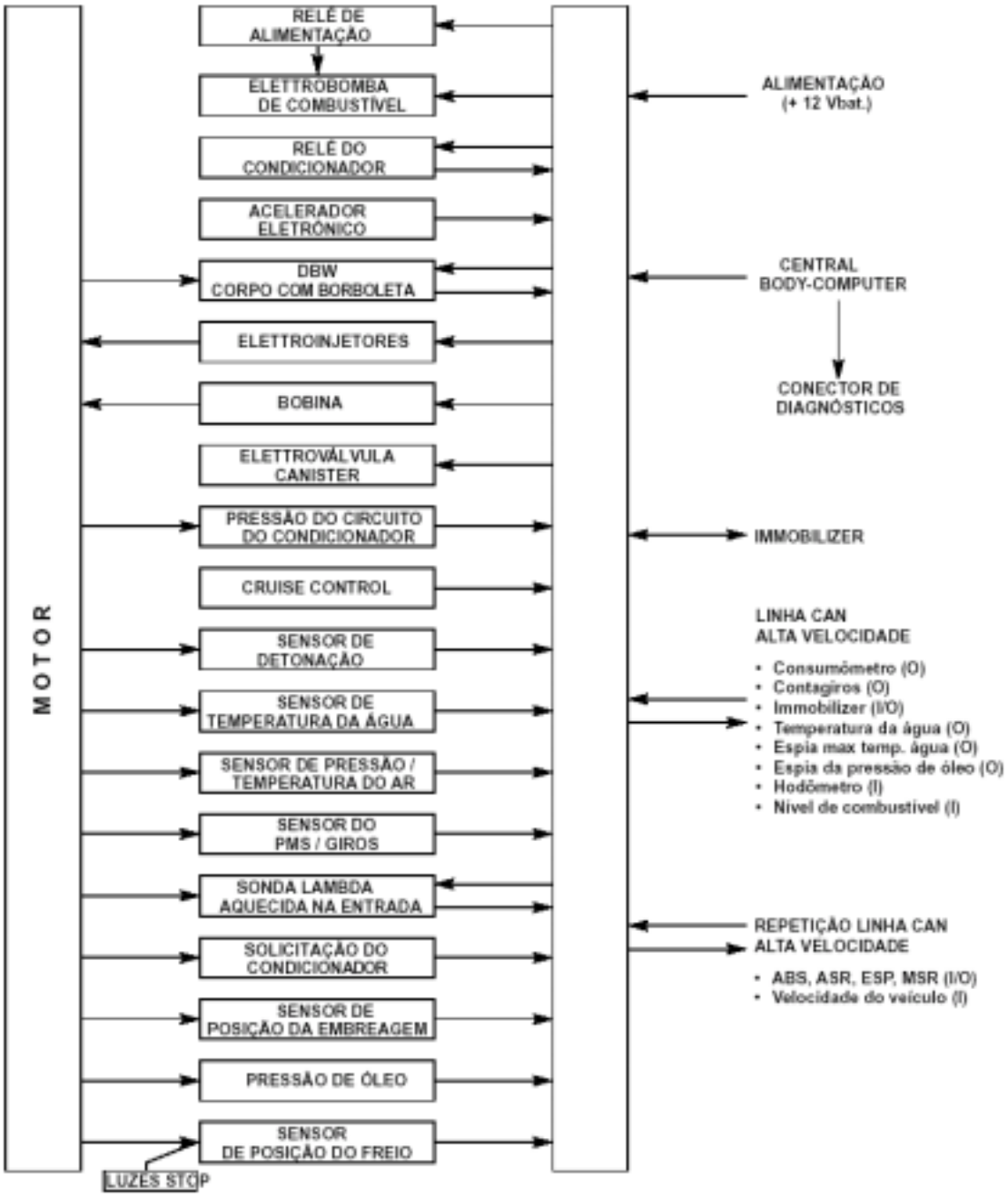
Em condições de stand-by a central absorve aproximadamente 1 mA.
Possui um sistema operacional em tempo-real.
A utilização de um elevado número de circuitos personalizados "Custom", para específicas funções, permitiu um notável grau de integração e redução dos volumes, mesmo com um aumento das funcionalidades.
A estrutura software da central é subdividida em duas partes que trocam entre si informações do tipo de engenharia:

- *"aplicativo"* que comanda a gestão do motor em função dos parâmetros de engenharia provenientes dos sensores calculando os parâmetros de atuação dos injetores, da bobina ignição e borboleta motorizada.
- *"básico"* que comanda a aquisição das informações provenientes dos sensores convertendo-s em unidades de engenharia, com a atuação dos comandos dos atuadores conforme os parâmetros calculados pelo software "aplicativo", a gestão dos autodiagnósticos dos vários sensores

e atuadores e a comunicação com o instrumento externo de diagnósticos ligado na linha serial “K”. Uma posterior função de diálogo na rede CAN de alta velocidade interage com as outras centrais (ASR/ESP/ABS/Direção elétrica) e o Body Computer.

A correta gestão temporal dos eventos com base de tempo (gestão de timers e retardos) e de ângulo (ligados a sequencia de rotação do motor) é assegurada por um sistema operacional integrado no software que coordena os eventos conforme precisas prioridades garantindo a gestão ideal do motor também em altas rotações.Uma estrutura “modular” permite a máxima flexibilidade de utilização dos vários controles sem penalizar os desempenhos globais do sistema.

Atenção Certificar-se, em caso de substituição da ECU, de ligar de modo eficiente os conectores dos cabos blindados diretamente no parafuso da carcaça da ECU. Garantir também que a carcaça (caixa de alumínio) seja fixada à bateria de maneira correta.

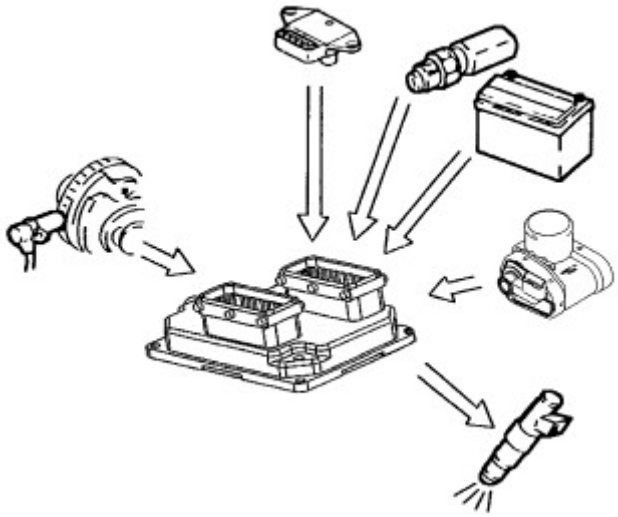

MOTOR
RELÉ DE ALIMENTAÇÃO
ELETTROBOMBA DE COMBUSTÍVEL
RELÉ DO CONDICIONADOR
ACELERADOR ELETRÔNICO
DBW CORPO COM BORBOLETA
ELETTROINJETORES
BOBINA
ELETTROVÁLVULA CANISTER
PRESSÃO DO CIRCUITO DO CONDICIONADOR
CRUISE CONTROL
SENSOR DE DETONAÇÃO
SENSOR DE TEMPERATURA DA ÁGUA
SENSOR DE PRESSÃO / TEMPERATURA DO AR
SENSOR DO PMS / GIROS
SONDA LAMBDA AQUECIDA NA ENTRADA
SOLICITAÇÃO DO CONDICIONADOR
SENSOR DE POSIÇÃO DA EMBREAGEM
PRESSÃO DE ÓLEO
SENSOR DE POSIÇÃO DO FREIO
LUZES STOP
ALIMENTAÇÃO (+ 12 Vbat.)
CENTRAL BODY-COMPUTER
CONECTOR DE DIAGNÓSTICOS
IMMOBILIZER
LINHA CAN ALTA VELOCIDADE
• Consumômetro (O)
• Contagiros (O)
• Immobilizer (I/O)
• Temperatura da água (O)
• Espia max temp. água (O)
• Espia da pressão de óleo (O)
• Hodômetro (I)
• Nível de combustível (I)
REPETIÇÃO LINHA CAN ALTA VELOCIDADE
• ABS, ASR, ESP, MSR (I/O)
• Velocidade do veículo (I)

5) Estratégias de funcionamento do sistema de injeção.

5.1) Controle do tempo de abertura dos injetores.

Os injetores funcionam sob uma estratégia do tipo seqüencial fasado, ou seja, o injetor abre um orifício e injeta o combustível sob pressão, somente no momento de abertura da válvula de admissão, enquanto que os outros injetores permanecem fechados.
O tempo que o injetor fica aberto determina a quantidade de combustível que será injetada no motor.
A ECU calcula o tempo de abertura dos injetores e os comanda com extrema velocidade e precisão com base na:

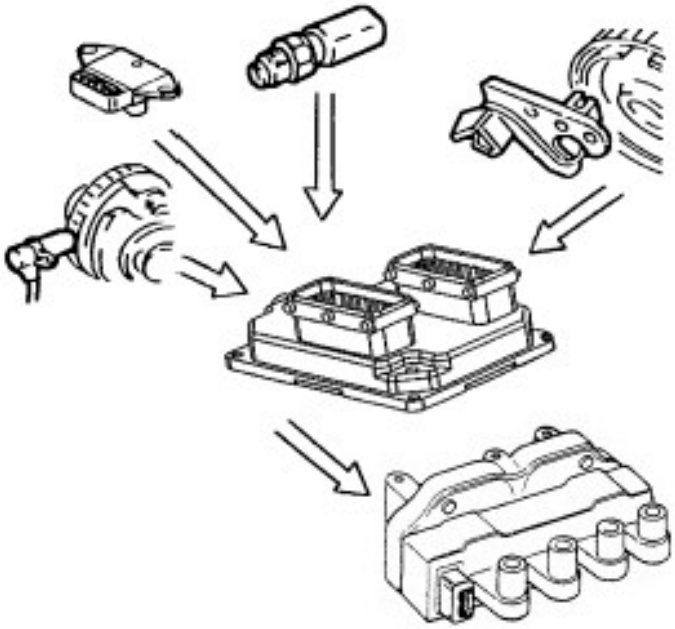
- Carga do motor (número de giros e vazão de ar);
- Tensão da bateria;
- Temperatura do líquido de arrefecimento do motor.
- O evento de injeção ocorre em correspondência do ponto de injeção ideal "início de injeção", mantendo fixo o ponto de "fim de injeção".



5.2) Controle do avanço de ignição.

Para maximizar a quantidade de energia liberada pelo processo de combustão no interior do cilindro, a ECU precisa ajustar com precisão o momento da centelha em relação à posição da arvore de manivelas, atingindo toda a faixa de funcionamento do motor. A ECU, graças a um mapeamento memorizado em seu interior, está apta a calcular o avanço da ignição em função:

- Da carga do motor (marcha lenta, parcial, plena carga com base no número de giros e na vazão de ar);
- Da temperatura do ar aspirado;
- Da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.
- É possível retardar a ignição seletivamente no cilindro que o solicita, em função do valor de aceleração do sensor de detonação.

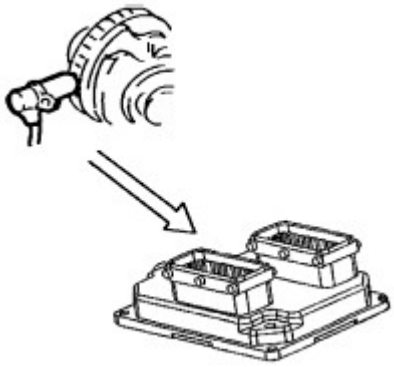


5.3) Controle da rotação de marcha lenta

A central reconhece a condição de marcha lenta através da posição de "alívio" do pedal do acelerador. Com o pedal aliviado e embreagem desengatada o torque gerado é nulo e está ativo o controle da marcha lenta. Na fase de alívio, uma ação no pedal do freio confirma a vontade do motorista de reduzir a velocidade do veículo.
A ECU, para controlar a marcha lenta, em função dos consumidores ligados e sinais dos pedais do freio/embreagem, pilota a posição da borboleta motorizada.
A rotação de marcha lenta prevista a quente é de 900 ± 50 rpm com motor termicamente estabilizado e desacoplado da transmissão.

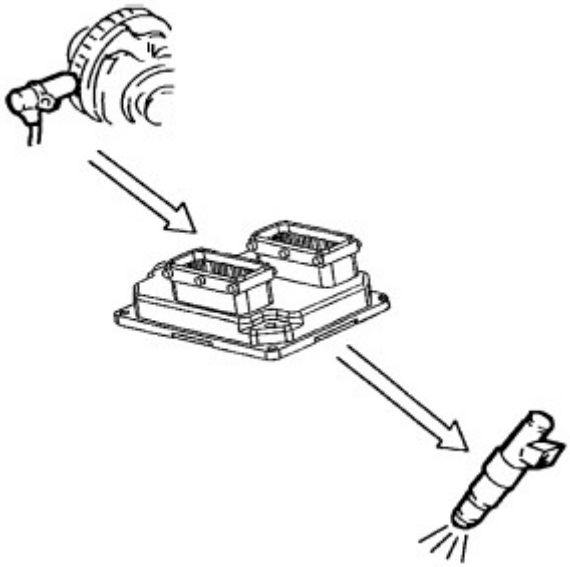
5.4) Reconhecimento da posição dos cilindros

O sinal de fase do motor é obtido através da roda fônica (60 - 2 dentes), do sensor de rotação, e uma estratégia de cálculo que projeta a fase do motor em função do comportamento do mesmo na fase de partida, permite que a central reconheça o tempo correto de ignição, e a seqüência de abertura dos injetores.



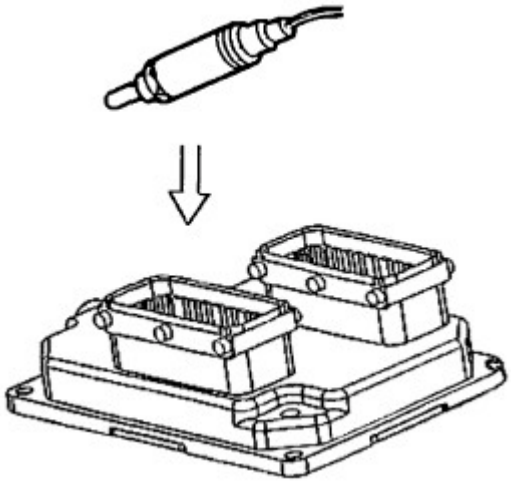
5.5) Controle do número máximo de giros

A central em função do número de giros atingido pelo motor:
– além dos 7000 giros/min corta a alimentação aos injetores;
– abaixo dos 7000 giros/min retoma a pilotagem dos injetores.



5.6) Controle estequiométrico de combustível - sonda lambda

No sistema 4SF a sonda lambda, é colocada na entrada do catalisador. A sonda na entrada determina o teor Oxigênio residual dos gases de escape provenientes do motor, obtendo uma relação precisa da relação ar/combustível no instante da combustão, esta sonda trabalha em conjunto com a estratégia de *"close loop"* da ECU e tem por objetivo manter a estequiometria dentro da faixa útil de eficiência do catalisador, e possui uma estratégia de auto-adaptabilidade em função das variações de produção do motor.



5.7) Controle da partida a frio

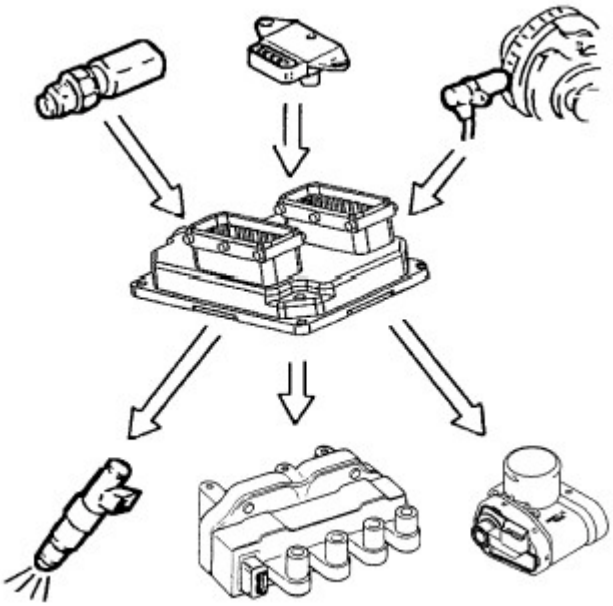
Nas condições de partida a frio se verifica:

- Um natural empobrecimento da mistura (causa má turbulência das partículas do combustível nas baixas temperaturas);
- Uma evaporação reduzida do combustível;
- Uma maior condensação do combustível nas paredes do coletor de aspiração;
- Maior viscosidade do óleo de lubrificação;

A ECU reconhece esta condição e corrige o tempo de injeção com base na:

- Tensão da bateria;
- Rotação do motor;
- Temperatura do líquido de arrefecimento;
- Temperatura do ar aspirado;

A correção do avanço da ignição é feita exclusivamente em função da rotação do motor e da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.
A rotação é corrigida progressivamente e, proporcionalmente ao aumento da temperatura do motor até obter um valor nominal com o motor termicamente estabilizado.

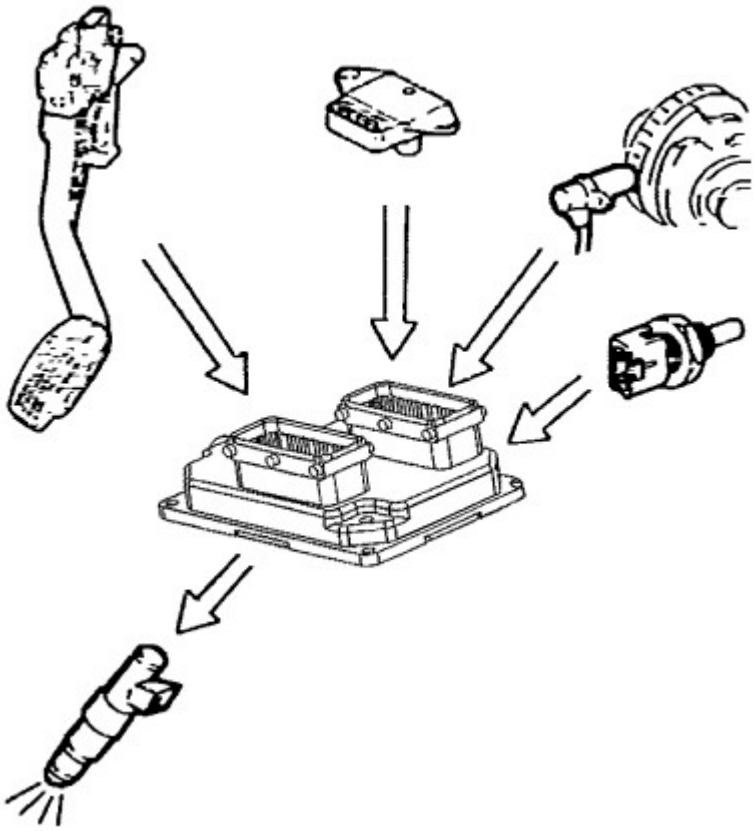


5.8) Controle do enriquecimento em aceleração

Nesta fase, a ECU aumenta adequadamente a quantidade de combustível fornecida ao motor (para obter o máximo torque) em função dos sinais provenientes dos seguintes componentes:

- Potenciômetro da borboleta no pedal do acelerador;
- Sensor de giros e PMS;
- Sensor de pressão do ar;

O tempo básico de injeção é multiplicado por um coeficiente em função da temperatura do líquido refrigerante do motor, da velocidade de abertura da borboleta do acelerador e do aumento da pressão no coletor de aspiração.
Se a variação brusca do tempo de injeção for calculada quando o injetor já estiver fechado, a ECU reabre o injetor (*"extra pulse"*), para poder compensar o teor de mistura com a máxima rapidez; as sucessivas injeções resultam em um aumento na quantidade de combustível, já aumentadas com base nos coeficientes anteriormente citados.



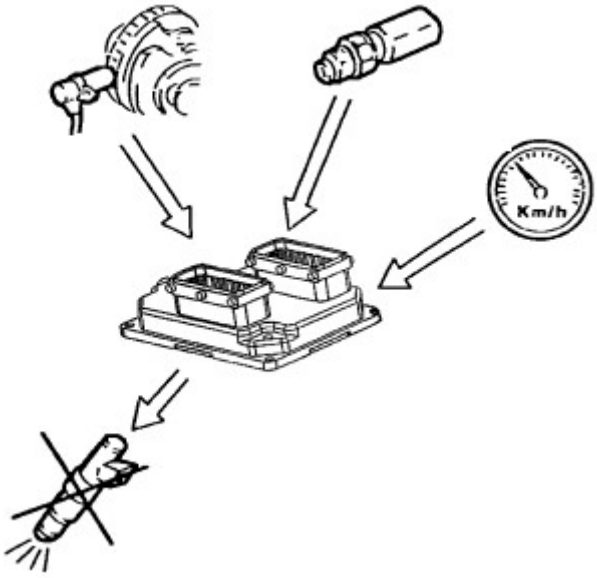
5.9) Corte de combustível na desaceleração (Cut-Off)

Na fase de alívio do pedal do acelerador e além de um limite de giros do motor a central estabelece:

- Corta a alimentação elétrica aos injetores;
- Reativa a alimentação aos injetores a 1300 - 1500 giros/min.

Faltando a alimentação, o número de giros desce mais ou menos velozmente em função das condições de marcha do veículo. Antes de atingir a rotação de marcha lenta, é verificado o andamento da descida do número de giros.
Se for superior a um certo valor, a alimentação de combustível é parcialmente reativada para ter um "acompanhamento macio" do motor em direção à rotação de marcha lenta.Os limites de reativação da alimentação e o corte de combustível variam em função de:

- Temperatura da água do motor;
- Velocidade do veículo;
- Rotação do motor.



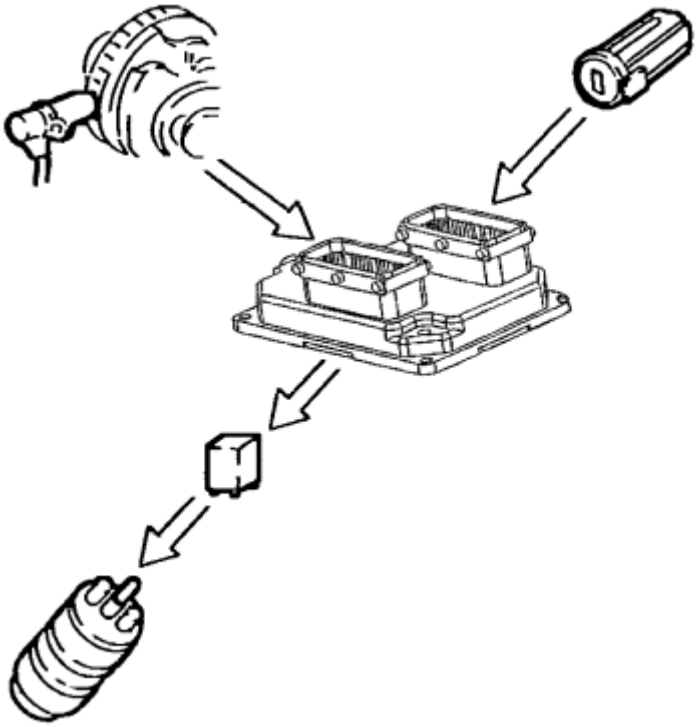
5.10) Controle da bomba elétrica de combustível

A central alimenta a bomba de combustível:

- Com a chave em *"key-on"* de 1 a 3s em função da temperatura do motor;
- Com a chave em *"crank-on"*, e sinal coerente do sensor de giros.

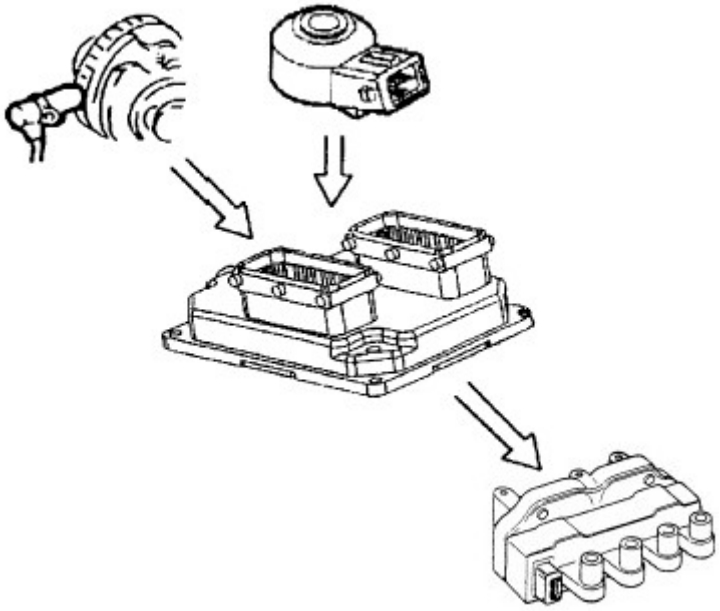
A central interrompe a alimentação da bomba de combustível:

- Com a chave em STOP;
- Ausência do sinal de giros da roda fônica.O sistema de alimentação de combustível *"return-less"* prevê uma pressão de combustível constante de 3,5 bar.



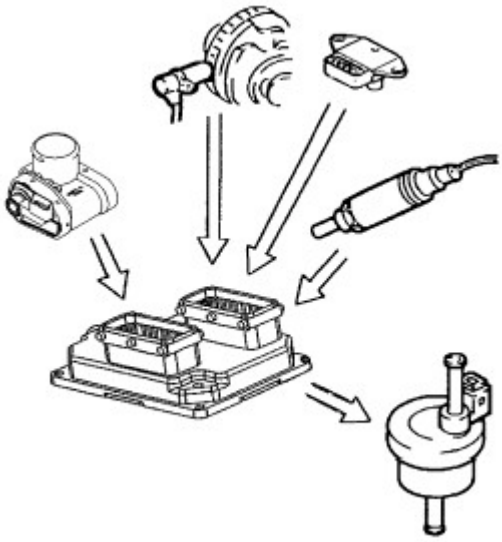
5.11) Controle da detonação

A central verifica a presença do fenômeno da detonação, através do sinal de aceleração proveniente do sensor, o sinal é tratado segundo cálculos estatísticos processados em tempo real, se após a análise for constatado que existe o fenômeno da detonação, a ECU qual o cilindro que está detonando e retira avanço gradualmente do cilindro, com o objetivo de não ocorrer danos sérios ao funcionamento do motor.
Após constatar que o fenômeno da detonação não está mais presente, o sistema volta a buscar o valor nominal de avanço para aquele cilindro gradualmente para evitar o início de um novo fenômeno.



5.12) Recuperação dos vapores de combustível

Os vapores de combustível (poluentes), coletados em um filtro com carvão ativado (canister), são enviados para os tubos de aspiração para serem queimados.
Isto ocorre através de uma válvula elétrica, comandada pela central somente quando as condições de funcionamento do motor o permitem. A ECU compensa esta quantidade de combustível suplementar com uma redução do fornecimento aos injetores.

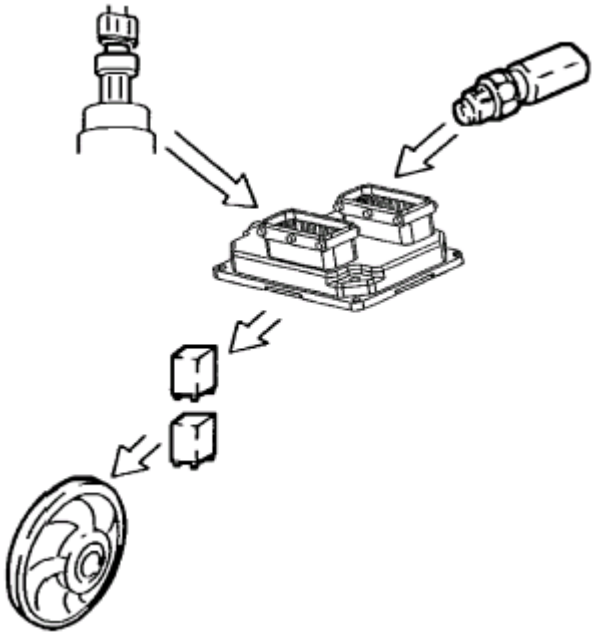


5.13) Controle do ventilador de arrefecimento do radiador

A central, em função da temperatura do líquido de arrefecimento, comanda o acionamento do ventilador:

- Temperatura de acionamento da 1ª velocidade 97°C;
- Temperatura de acionamento da 2ª velocidade 102°C.

Existe ainda um posterior controle em função do sinal de pressão linear que liga o ventilador na 1ª e 2ª velocidade, em função da pressão do gás refrigerante, com instalação de condicionamento ligada.A central, na ausência do sinal de temperatura do líquido de arrefecimento, atua a função de recovery inserindo a 2ª velocidade do ventilador até o desaparecimento do erro.



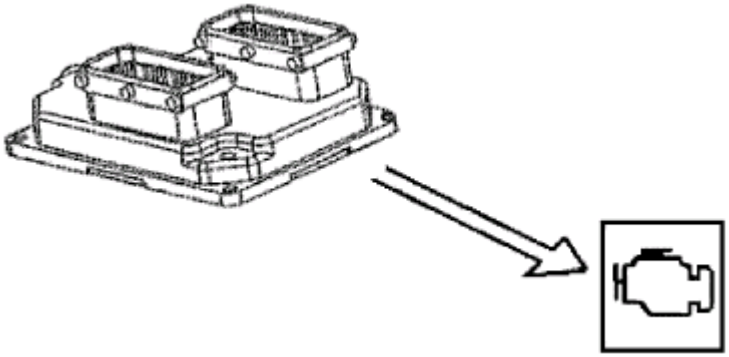
5.14) Autodiagnósticos

O sistema de autodiagnósticos da central controla o correto funcionamento da instalação e sinaliza eventuais anomalias por meio de uma luz espia no painel de instrumentos. Esta espia sinaliza os defeitos de gestão do motor.
A lógica de funcionamento da luz espia é a seguinte:
– com a chave em marcha à luz espia se acende e permanece acesa até a partida do motor. O sistema de autodiagnósticos da central verifica os sinais provenientes dos sensores comparando-os com os dados permitidos.

Sinalização de defeitos na partida do motor:
– a falta de desligamento da luz espia na partida do motor indica a presença de um erro memorizado na central.

Sinalização de defeitos durante o funcionamento:
– O acendimento da luz espia lampejante indica:
• a possível danificação do catalisador pela presença de *"misfire"* (falta de ignição);
• a falta de aprendizado da assimetria da roda fônica;
– O acendimento da espia com luz fixa indica a presença de erros de gestão do motor.

Recovery
A ECU define de tanto em tanto o tipo de recovery em função dos componentes em avaria

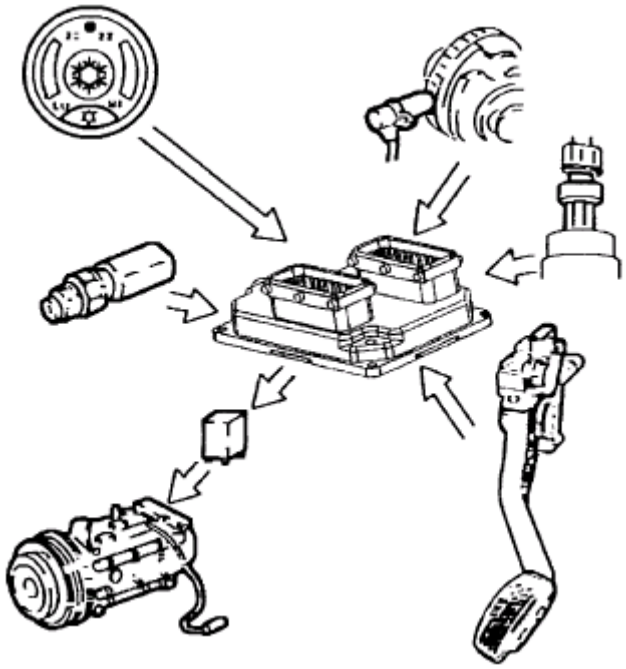


5.15) Interface com o sistema de ar condicionado

Na solicitação de potência, devida ao acionamento do compressor, a central pilota a borboleta motorizada para incrementar a vazão de ar.

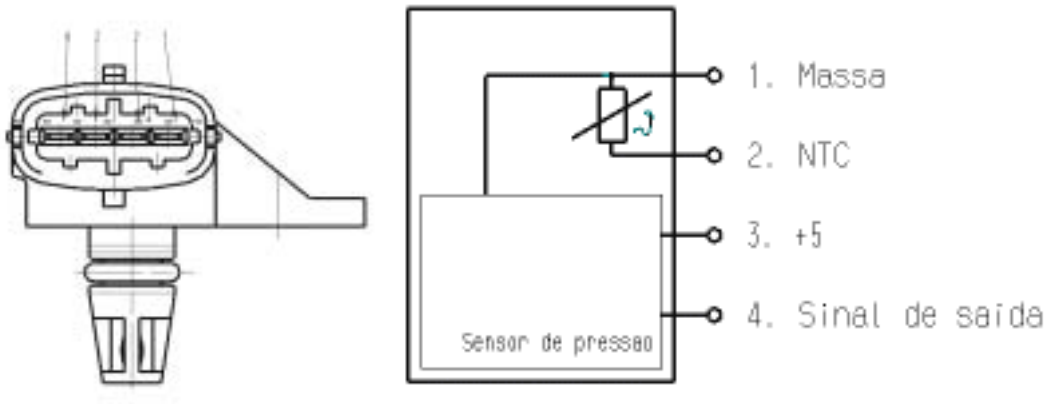
A central interrompe momentaneamente a alimentação ao compressor:

- Na fase de partida;
- Desligando-o acima de uma rotação definida em calibração;
- Desligando-o com temperatura do motor definida em calibração;
- Na fase de arranque com acelerador completamente apertado;
- Em função da pressão do circuito (sinal do pressostato linear).



5.16) Sensor de temperatura e pressão do ar

O sensor de pressão e temperatura do ar é um componente integrado que tem duas funções de leitura no coletor de aspiração: uma da pressão e a outra da temperatura do ar. Ambas as informações servem para a central de controle do motor para definir a quantidade de ar aspirado pelo motor e são utilizadas para o cálculo do tempo de injeção e do avanço de ignição. O sensor integrado é montado diretamente no coletor de aspiração através de dois parafusos de fixação, e a vedação é realizada por dois O-ring. Esta solução permite eliminar o tubo de ligação e ter uma resposta mais imediata diante das variações de vazão de ar no coletor de aspiração. A variação de quota será atualizada automaticamente a cada partida do motor e em determinadas condições de posição da borboleta e rotação (adequação dinâmica da correção barométrica).



Legenda	
1 Termistor da temperatura do ar	a- Massa dos sinais
2 Diafragma e circuito eletrônico do sensor de pressão absoluta	b- Alimentação 5V
3 Conector elétrico	c- Sinal de pressao
4 O-Ring de vedação	d- Sinal de temperatura do ar

O **sensor de temperatura do ar** é constituído de um termistor do tipo NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo), a resistência elétrica do sensor diminui com o aumento da temperatura do ar, similar ao sensor ATS 04. O elemento NTC é alimentado a uma tensão de referência de 5V. O circuito de entrada na central é projetado como divisor de tensão, esta tensão é repartida entre uma resistência presente na central e a resistência NTC do sensor. Isto resulta que a central está a avaliar as variações de resistência do sensor através das mudanças da tensão e obter assim a informação de temperatura.

Características do sensor de temperatura do ar

Temperatura (°C)	Resist. Min (Ω)	Resist. Nom (Ω)	Resist. Max (Ω)
-10	8529,5	9426,0	10399,0
0	5358,1	5886,7	6475,8
10	3469,2	3791,1	4137,3
20	2308,8	2510,6	2726,8
30	1586,1	1715,4	1853,1
40	1113,0	1199,6	1291,5
50	792,27	851,10	913,45
60	571,72	612,27	665,16

O **sensor de pressão** é constituído por uma ponte de Wheatstone serigrafada em uma membrana de material cerâmico. Em uma face da membrana existe o vácuo absoluto de referência, e na outra face age a depressão presente no coletor de aspiração. O sinal (de natureza piezoresistiva) derivado da deformação que a membrana sofre, antes de ser enviado à central de controle do motor, é amplificado por um circuito eletrônico contido no mesmo suporte que aloja a membrana cerâmica. O diafragma ou elemento sensível, com o motor desligado, flete em função do valor de pressão atmosférica; deste modo se tem com a chave ligada, a exata informação da altitude.
Durante o funcionamento do motor o efeito da depressão procura uma ação mecânica na membrana do sensor, a qual flete fazendo variar o valor das resistências. Uma vez que a alimentação é mantida rigorosamente constante (5V) pela central, variando o valor da resistência varia o valor da tensão de saída.

6) Sensores

6.1) Sensor de temperatura do líquido refrigerante do motor

É sabido que com o motor frio se verifica um natural empobrecimento da mistura determinado pela má turbulência que as partículas de combustível possuem nas baixas temperaturas, reduzida evaporação do combustível e forte condensação (fase líquida) nas paredes internas do coletor de aspiração.

Além disto, na fase de partida ou "Crank" diminuem os giros de arraste do motor por efeito de maiores atritos devidos a órgãos mecânicos e ao óleo de lubrificação. A central, conseqüentemente, adquirindo a informação da temperatura da água, atua um enriquecimento da mistura e de avanço na fase de:

• partida ou "Crank";
• estabilização térmica do motor.

Este enriquecimento é lentamente diminuído com o aumento da temperatura do líquido refrigerante do motor até exaurir-se. Com o motor estabilizado, a informação da temperatura da água é utilizada para a pilotagem do ventilador.

O sensor é constituído de um corpo de latão que fecha hermeticamente o termistor do tipo NTC para protege-lo contra a ação corrosiva do líquido refrigerante do motor; fornece informação de temperatura a ECU.

Está localizado no termostato do líquido refrigerante do motor.

Este sinal esta disponível na linha CAN para o quadro de bordo

Características do sensor de temperatura da água

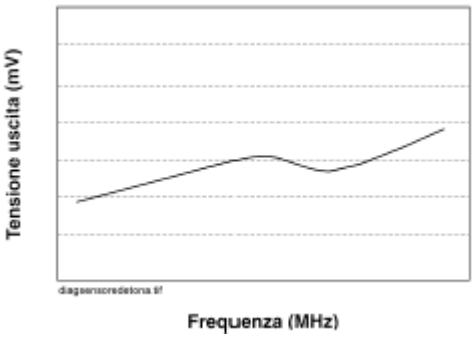
Temperatura (°C)	Resist. Min (Ω)	Resist. Nom (Ω)	Resist. Max (Ω)
-40	45286	48805	52324
-30	25610	27414	29218
-20	15014	15971	16928
-10	9096	9620	10145
0	5680	5975	6270
10	3645	3816	3978
20	2401	2502	2603
40	1115	1152	1190
60	561,1	575,8	590,5
80	302,6	308,6	314,6
100	173,2	175,7	178,2
120	103,9	105,4	106,9

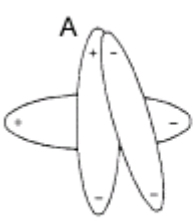
6.2) Sensor de detonação

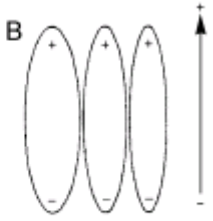
São múltiplas as causas que podem levar ao surgimento de fenômenos de detonação:
As elevadas temperaturas, o envelhecimento ou o desgaste dos componentes mecânicos ou mais simplesmente abastecimentos com gasolina com menor poder antidetonante. A nova estratégia de controle da detonação, além de prevenir o surgimento de fenômenos de detonação persistentes, que podem levar à danificação do motor, tem a peculiar característica de poder incrementar o avanço da ignição mapeada até o atingimento da detonação iminente (ponto de máximo rendimento do motor) cilindro por cilindro. Esta técnica de procura do máximo aproveitamento do motor leva a uma redução do consumo de combustível de aproximadamente 2%. O sensor acelerômetro colocado no bloco fornece à central de controle do motor um sinal elétrico proporcional às "vibrações" captadas.

6.2.1 Princípio de funcionamento

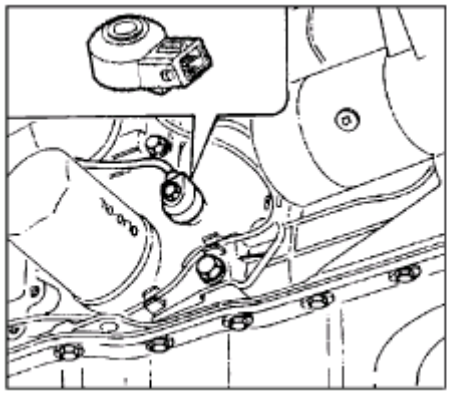
O acelerômetro é constituído de um cristal piezoelétrico do tipo não ressonante que tem a propriedade de transformar em um sinal elétrico (mV) a energia mecânica armazenada sob forma de solicitações vibracionais. O sensor é ligado à central de controle do motor mediante uma ligação blindada. As moléculas do cristal são caracterizadas por uma polarização elétrica. Em condições de repouso (A) as moléculas não possuem uma orientação particular. Quando o cristal é submetido a solicitações mecânicas (colisões ou pressões) as moléculas se orientam de modo tanto mais marcado quanto mais elevadas forem as solicitações às quais o cristal for submetido.
Esta orientação (B) produz uma tensão nas pontas do cristal. O sinal elétrico, oportunamente filtrado e amplificado, é adquirido pela central em determinadas "janelas" síncronas com as fases do motor. Deste modo está apta a distinguir os "picos" de sinal a elevada energia, típicos da detonação, da "rumorosidade" típica da combustão normal.

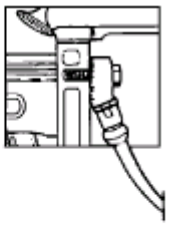






Para assegurar o máximo segurança de identificação, o circuito de aquisição do sinal é do tipo "banda larga"; a amplificação do sinal e as freqüências do filtro são programáveis. A correção no avanço da ignição é feito de maneira seletiva cilindro por cilindro. O ponto de ignição é mantido no valor limite e variado somente se for identificada a detonação incipiente. Estão também previstos mapas autoadaptativos a zonas, função do regime de rotação e da carga do motor, diversificados para os vários cilindros. Se forem necessárias fortes reduções do avanço, a mistura ar/gasolina é proporcionalmente enriquecida para manter as temperaturas na descarga dentro dos limites de segurança para válvulas e catalisador.
O autodiagnóstico no sensor intervém com temperatura do líquido de arrefecimento superior a 20°C, seja com o motor desligado como em funcionamento (o valor do sinal adquirido não pode ser inferior a limites pré-definidos).
O sensor de detonação é montado no bloco do motor abaixo dos flanges do coletor de aspiração entre o cilindro 2 e o cilindro 3 (em posição simétrica para permitir o reconhecimento da detonação de modo análogo em todos os cilindros), onde existe um alojamento que deve satisfazer precisas especificações dimensionais e de planicidade.





6.3) Sensor Lambda (LSF4)

A sonda Lambda ou sonda Oximétrica utilizada nesta instalação é do tipo “On-Off e é montada no primeiro trecho da tubulação de descarga, em proximidade do coletor. Este componente tem a função de informar à central de injeção sobre o andamento da combustão (relação estequiométrica). Para obter uma mistura ideal é necessário que a quantidade de ar aspirado pelo motor seja igual àquela teórica que serviria para queimar todo o combustível injetado. Neste caso, o fator lambda (λ) relação entre a quantidade de ar aspirado e a quantidade de ar teórica (que serve para queimar todo o combustível) é igual a 1.

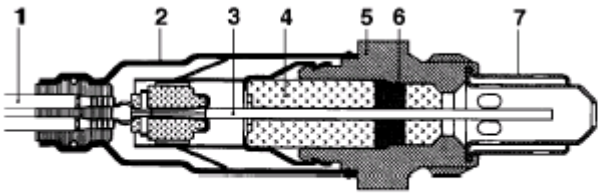
Teremos:

• λ > 1 mistura pobre (excesso de ar)
• λ = 1 mistura ideal
• λ < 1 mistura rica (falta de ar)

A sonda lambda, colocada em contato com os gases de descarga, gera um sinal elétrico, cujo valor de tensão depende da concentração de oxigênio presente nos próprios gases. Esta tensão é caracterizada por uma brusca variação quando a composição da mistura se afasta do valor λ = 1. Para garantir o rápido atingimento da temperatura de funcionamento (~ 300°C), a sonda possui uma resistência elétrica. O aquecimento da sonda lambda é controlado pela central de injeção proporcionalmente à temperatura da água (no mapa). A célula de medição e o aquecedor são integrados no elemento cerâmico (estratificado) com a vantagem de obter um rápido aquecimento com uma baixa absorção de corrente da célula, de modo a permitir o controle em "closed loop" dentro de cerca de 20 segundos após a partida do motor.

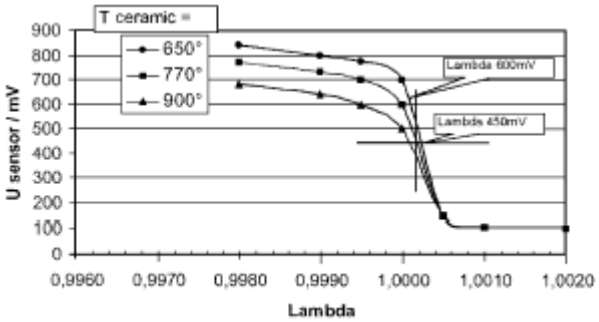
Recovery

Em caso de avaria do elemento sensor ou do resistor, é ignorada qualquer informação transmitida e o sistema trabalha em OPEN-LOOP.



Legenda

1 Conectores elétricos
2 Tubo de proteção
3 Elemento sensor planar
4 Tubo cerâmico de suporte
5 Corpo metálico da sonda
6 Guarnição cerâmica
7 Tubo de proteção



6.3.1 Controle do sensor lambda

O sinal da sonda lambda é função da relação lambda (ver diagrama) e da temperatura da cerâmica (350°C ÷ 850°C). O mesmo pode oscilar de ≥ 10 mV a ≤ 900 mV conforme a quilometragem. A comutação por parte da ECU é reconhecida se o sinal oscilar de 300mV a 600 mV com uma freqüência de 2 Hz ÷ 4 Hz, abaixo do qual a sonda, com aquecedor eficiente, é considerada envelhecida ou envenenada por chumbo e deve ser substituída. A corrente absorvida pelo aquecedor que tem uma resistência de 9 Ω a temperatura ambiente, é de ~ 0,5 A. A resistência da sonda é comandada pela ECU com uma freqüência mínima de 2Hz e um duty-cycle variável em função da tensão da bateria e do ciclo de funcionamento previsto pelas calibrações.
Em caso de "erro lambda" sinalizado pelo tester diagnóstico, antes de substituí-la, controlar:

- Vazamentos de ar nos coletores, tubulações, servo-freio, descarga e recirculação dos vapores de gasolina.
- Estado de desgaste das velas de ignição.
- Correta colocação em fase da distribuição e posicionamento do sensor de PMS/giros.
- Correta pressão de alimentação do circuito de combustível.

Emissão de descargas poluentes

	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)
Pré -CAT	0,4 - 1	< 600	> 12
Pos-CAT	< 0,35	< 90	> 13

Como se pode notar pela tabela "Emissão na descarga" o conversor catalítico, do tipo trivalente, permite abater contemporaneamente os três gases poluentes presentes nos gases de descarga:
hidrocarburetos não queimados (HC), Monóxido de Carbono (CO), Óxido de Nitrogênio (NOX), enquanto aumenta o valor do Dióxido de Carbono (CO2) que não é nocivo a saúde do homem. As causas que colocam rápida e irreparavelmente fora de uso o conversor catalítico são:

- Presença de chumbo no combustível, que abaixa o grau de conversão a níveis tais a tornar inútil sua presença no sistema;
- Presença de gasolina não queimada no conversor; é suficiente um fluxo de gasolina com duração de 30s em um ambiente a 800°C (temperatura interna do conversor) para provocar a fusão e o rompimento do catalisador. Não retirar nenhuma peça dos componentes da ignição (bobina de ignição estática e velas de ignição). O sinal da sonda lambda é visualizado no tester de diagnósticos. O mesmo deve oscilar continuamente em um campo bem definido (mistura pobre < 0,45 V, mistura rica > 0,45 V). A resistência do aquecedor da sonda lambda é de 9Ω a temperatura ambiente (20°C), enquanto a tensão de alimentação é aquela da bateria (~ 12V).

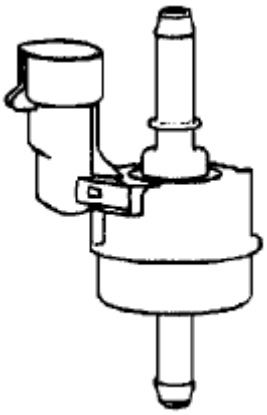
7) Válvula interceptadora canister

O funcionamento do circuito antievaporação de combustível é controlado pela central eletrônica de comando da injeção-ignição do seguinte modo:

- Durante a fase de partida a Injetores permanece fechada, impedindo que os vapores de gasolina enriqueçam excessivamente a mistura;

tal condição permanece até que seja atingida uma temperatura pré-fixada do líquido refrigerante do motor (aproximadamente 65°C);

- Com o motor estabilizado a central eletrônica envia à Injetores um sinal de onda quadrada, que modula a abertura conforme a relação cheio/vazio do próprio sinal. Deste modo a central controla a quantidade dos vapores de combustível enviados à aspiração de modo que o teor da mistura não sofra bruscas variações. As normas de controle antievaporação requereram a adoção da válvula interceptadora EC2 para garantir a lavagem dos vapores também na condição de motor funcionando em marcha lenta.



Resistência do enrolamento: R = 20Ω ± 3.

8) Proteção codificada da partida

Para aumentar a proteção contra tentativas de furto, os veículos estão equipados com um sistema eletrônico de travamento do motor "FIAT CODE" de 2a geração.As chaves possuem um dispositivo eletrônico "Transponder" que transmite um sinal em código ao circuito do Nó do Body Computer; se este reconhecer o código enviado (que varia a cada partida), permite a colocação do motor em funcionamento.

O sistema CODE de 2ª geração difere daquele de 1ª geração pelas seguintes variantes:

- O código utilizado no diálogo, que ocorre através da antena entre o nó do Body Computer (seção Code) e chave, varia a cada partida ("Rolling Code"): portanto, mesmo com scanner eletrônico, o código não pode ser reproduzido;
- Eliminação da chave Master: são fornecidas duas chaves já "memorizadas" seja para o sistema Code, seja para o alarme e/ou travamento das portas (controle remoto) se presente;
- Nó do Body Computer com seção dotada de autodiagnósticos direta;
- Memorização dos códigos em um Data Base gerido por P&A FIAT para pedido de novas chaves.

A parte eletrônica do sistema Fiat Code está concentrada na central Body Computer. O sistema Code é constituído de duas chaves eletrônicas, uma rede CAN de comunicação com a central de controle do motor, antena no comutador de ignição e Code Card para o procedimento de partida de emergência.

9) Diagnósticos

Com o auxílio do Tester de diagnósticos Tester Plus ligado ao sistema é possível visualizar a solicitação do operador:

Parâmetros motorísticos:

Chave eletrônica, giros do motor, giros objetivo carga do motor, tempo de injeção, tempo de injeção para cada cilindro, avanço médio atuado, avanço para cada cilindro, correção do avanço para detonação para cada cilindro, tensão do sensor de detonação para cada cilindro, tempo de carga dos primários da bobina, pressão de aspiração, pressão atmosférica, temperatura do ar, temperatura da água, ângulo da borboleta, estado da borboleta, tensão lambda, eletroválvula canister, velocidade do veículo. Pressão clima, estado do freio, estado da embreagem.

Erros:

Central, pressão do ar, temperatura do ar, temperatura da água, potenciômetro da borboleta, sensor, self-learning, relé do eletroventilador, etc...

O diagnóstico permite também zerar os "parâmetros autoadaptativos", fazer o "cancelamento de erros", efetuar o "destravamento da chave eletrônica" (immobilizer) e chamar o código de reposição e o software da central.

PINOUT ECU 4BV

LADO VEÍCULO

PIN	Input Output	Tipo de sinal	Funzione	Note
1	Input	SUPPLY	PWRGND1	Massa Barramento Motor
2	Input	SUPPLY	PWRGND2	Massa Barramento Motor
3	Output	FREQ.	PMPAUX	Comando do Relé da Bomba de Gasolina
4	Input	SUPPLY	SNSGND2	Massa do Sensor do pedal e do sensor de pressione do ar condicionado
5	Output	ON/OFF	FPUMPREL	Comando do Rele da Bomba de combustível
6			Lambda2_shield	Não ligado
7	Input	ON/OFF	Pwrstr / EHPS	Não ligado
8	Input	ON/OFF	LWFANRQ	Richiesta Entrada eletroventilador 1
9			MiniTank/Fuel level	Não ligado
10	Output	SUPPLY	SNSSPLY1	Alimentação Sensor pedal 2
11	Input	ANALOG.	O2SENS1-	Sinal "-" Sonda Lambda a Monte
12			Lambda1_shield	Não ligado
13			Cruise-in	Não ligado
14	In/out	SERIALE	MPXCAN – L	Linha Can Baixa/Alta Velocidade (-) "CAN_A"
15	Input	SUPPLY	SNSGND1	Massa Sensor pedal 2
16			out-Blower	Não ligado
17	Output	ON/OFF	ACOUT	Comando Entrada Ar Condicionado
18	Input	ON/OFF	BRAKETEST	Switch Pedal Freio
19	Input	ON/OFF	ACIN	Richiesta Entrada Ar Condicionado
20	In/out	SERIALE	KEYLOCK	Linha Imobilizer (gestido pela Linha CAN)
21			WATER OUT	Não ligado
22	Input	ANALOG.	O2SENS1+	Sinal "+" Sonda Lambda pre-cat
23	Input	ANALOG.	O2SENS2-	Sinal da Sonda Lambda pos-cat
24	Input	ON/OFF	CRUISEDEC	Set – Cruise Control
25	In/out	SERIALE	MPXCAN + H	Linha Can Baixa/Alta Velocidade (+) "CAN_B"
26	Output	ON/OFF	WATLAMP	N.C. (gestido pela Linha CAN)
27	Input	SUPPLY	PWRGND3	Massa Barramento Motor
28	Input	SUPPLY	KEYSENS	Key-on e Alimentação Sotto Chiave
29			Gas-inp	Não ligado
30	Output	PWM	O2HEAT2	Comando Riscaldatore Lambda pos-cat
31	Output	FREQ.	TACHOUT	N.C. (gestido pela Linha CAN) / Presente su allestimenti

LADO MOTOR

PIN	Input Output	Tipo de sinal	Funzione	Note
53	Output	PWM	DBWMT +	Comando Positivo do Motor D.B.W.
54	Input	FREQ.	VRS -	Negativo Sensor rpm/P.M.S.
55	Input	ANALOG.	AIRTEMP	Sinal Temperatura do Ar
56	Input	ANALOG.	TPSB	Sinal Sensor Farfalla Motorizzata 2
57	Output	SUPPLY	SNSSPLY1	Alimentação do sensor de Posição de borboleta
58	Input	SUPPLY	SNSGND2	Massa dos sensors de Posição de borboleta e temperatura da agua.
59	Output	FREQ.	INJ5 (*)	Injetor per pompa a gasolina
60	Input	ON/OFF	OILPRESS	Sinal do pressostato de óleo
61	Input	ANALOG.	KNOCK -	Negativo do sensor de Detonação
62	Input	Analogico	MAP	Sinal do Sensor de Pressão
63			Alternator cmd	Não ligado
64	Output	SUPPLY	SNSPLY2	Alimentação do Sensor de Pressão
65	Input	SUPPLY	SNSGND1	Massa do Sensor de Pressão e temperatura de aria
66	Input	SUPPLY.	VRS_shield	Massa RF Sensor rpm/P.M.S.
67	Output	PWM	DBWMT -	Comando Negativo do Motor D.B.W.
68	Input	FREQ.	VRS +	Positivo do Sensor de rpm/P.M.S.
69	Input	ANALOG.	WATTEMP	Sinal de temperatura da Agua
70	Output	FREQ.	IGN2	Comando Bobina 2
71	Output	FREQ.	IGN3	Comando Bobina 3
72	Output	FREQ.	IGN4	Comando Bobina 4
73	Output	FREQ.	IGN1	Comando Bobina 1
74	Input	FREQ.	PHASE	Sinal de fase
75	Input	ANALOG.	KNOCK +	Positivo do Sensor de Detonação
76	Input	ANALOG.	TPS	Sinal Sensor de borboleta 1
77	Output	FREQ.	INJCYL2	Comando Injetor Cilindro 2
78	Output	FREQ.	INJCYL4	Comando Injetor Cilindro 4
79	Output	FREQ.	INJCYL1	Comando Injetor Cilindro 1
80	Output	FREQ.	INJCYL3	Comando Injetor Cilindro 3

LADO VEÍCULO					LADO MOTOR				
PIN	**Input Output**	**Tipo de sinal**	**Funzione**	**Note**	**PIN**	**Input Output**	**Tipo de sinal**	**Funzione**	**Note**
				Selespeed					
32	Output	ON/OFF	HIFANOUT	Comando Inserim. Elettroventola Alta Velocidade					
33			TorqRed/Crash-ABS	Não ligado					
34	Input	ON/OFF	HIFANREQ	Richiesta Entrada elettroventola 2					
35	Input	ON/OFF	BRAKELAMP	Lampada do Pedal do Freio					
36	Input	SUPPLY	SNSPLY2	Positivo Sensor pedal 1 e sensor de pressão do Ar Condicionado					
37	Input	ANALOG.	O2SENS2+	Sinal "+" Sonda Lambda pos-cat					
38	Input	SUPPLY	PWRSPLY1	+12V Bateria					
39	Input	ANALOG.	ACPRESS	Ingresso Sensor Pressione lineare					
40			Massa RF	Não ligado					
41	Output	PWM	O2HEAT1	Comando do aquecimento da Lambda pre cat					
42	Output	ON/OFF	LWFANOUT	Comando entrada Eletrovent. De Baixa Velocidade					
43	Output	PWM	CANPG	Comando da valvula Canister					
44	Input	ANALOG.	VEHSPD	N.C.(sinal gestito su Linha CAN)					
45	Input	ON/OFF	CLUTCH	Sinal Switch Pedal de embreagem					
46	In/out	SERIALE	SERIAL K	Linha Serial K					
47			Starter-rel	Não ligado					
48	Input	ANALOG.	ACCPDPSB	Sinal Potencometro 2 Pedal Acelerador					
49	Input	ANALOG.	ACCPDPS	Sinal Potenciometro 1 Pedal Acelerador					
50	Input	ON/OFF	CRUISE	On Cruise Control					
51	Input	ON/OFF	CRUISERES	Resume Cruise Control					
52	Output	ON/OFF	MILLAMP	Lampada Avaria Impianto i.e.(gestita su Linha CAN)					

A **Magneti Marelli** se reserva o direito de alterar as informações contidas neste manual sem prévio aviso