

# PEDROPOWER INJEÇÃO ELETRÔNICA

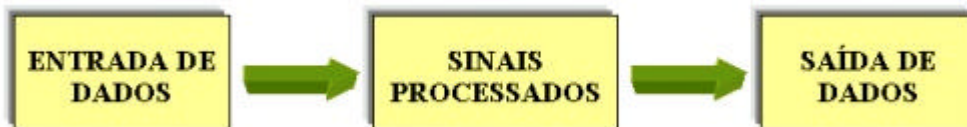
## Aula 01 - Introdução ao curso

O sistema de injeção eletrônica de combustível surgiu no Brasil no final da década de 80, mais precisamente em 1989 com o Gol GTi da Volkswagen do Brasil SA. Logo em seguida vieram outros modelos de outras marcas como o Monza Classic 500 EF, o Kadett GSi, o Uno 1.6R mpi entre outros.

O sistema baseia-se num microprocessador que faz todo o gerenciamento do motor, controlando o seu funcionamento de forma mais adequada possível. Este sistema veio substituir os convencionais sistemas de alimentação por carburador e ignição eletrônica transistorizada. Isso significa que o mesmo cuida de todo o processo térmico do motor, como a preparação da mistura ar/combustível, a sua queima e a exaustão dos gases.

Para que isso seja possível, o microprocessador deve processar as informações de diversas condições do motor, como sua temperatura, a temperatura do ar admitido, a pressão interna do coletor de admissão, a rotação, etc. Esses sinais, depois de processados, servem para controlar diversos dispositivos que irão atuar no sistema de marcha lenta, no avanço da ignição, na injeção de combustível, etc.

Abaixo, damos um resumo do caminho completo de todos os sistemas de injeção existente.



A entrada de dados correspondem aos sinais captados no motor, como temperatura, pressão, rotação, etc. Após o processamento (sinais processados), estes sinais são enviados para o controle de diversos dispositivos do sistema (sinais de saída).

Agora, iremos substituir a figura acima por esta:



Como podemos observar, os sensores são os elementos responsáveis pela coleta de dados no motor. Esses dados são enviados à unidade de comando onde são processados. Por fim, a unidade irá controlar o funcionamento dos atuadores.

### Resumindo:

- Entrada de dados »»» Sensores
- Sinais processados »»» Unidade de comando
- Saída de dados »»» Atuadores

A unidade de comando (cérebro de todo o sistema) analisa as informações dos diversos sensores distribuídos no motor, processa e retorna ações de controle nos diversos atuadores, de modo a manter o motor em condições ótimas de consumo, desempenho e emissões de poluentes.

Os sistemas de injeção eletrônica de combustível oferecem uma série de vantagens em relação ao seu antecessor, o carburador:

### Benefícios:

- Melhor atomização do combustível;
- Maior controle da mistura ar/combustível, mantendo-a sempre dentro dos limites;
- Redução dos gases poluentes, como o CO, HC e NOx;
- Maior controle da marcha lenta;
- Maior economia de combustível;

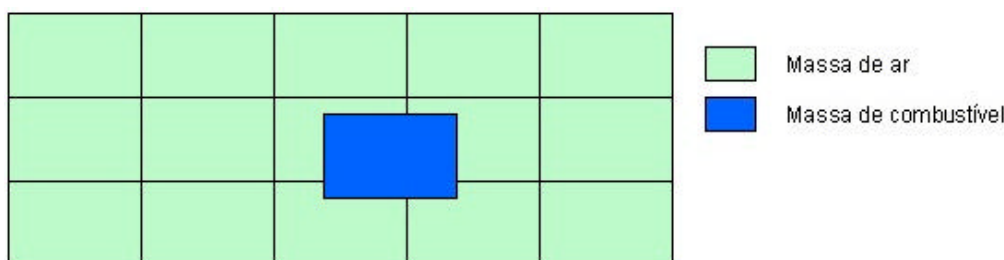
- Maior rendimento térmico do motor;
- Redução do efeito "retorno de chama" no coletor de admissão;
- Facilidade de partida a frio ou quente;
- Melhor dirigibilidade.

Basicamente a construção física do motor não foi alterada com o sistema de injeção. O motor continua funcionando nos mesmos princípios de um sistema carburado, com ciclo mecânico a quatro tempos onde ocorrem a admissão, a compressão, a explosão e o escape dos gases. O que de fato mudou foi o controle da mistura ar/combustível, desde a sua admissão até a sua exaustão total.

O sistema de comando variável, tuchos acionados por intermédio de roletes (motor Ford RoCam) e as bielas fraturadas são tecnologias a parte, que não tem nada a haver com o sistema de injeção.

Podemos dizer que a função principal do sistema de injeção é a de fornecer a mistura ideal entre ar e combustível (relação estequiométrica) nas diversas condições de funcionamento do motor.

Sabemos que, para se queimar uma massa de 15 kg de ar, são necessários 1 kg de gasolina (15:1) ou para uma massa de 9 kg de ar, são necessários 1 kg de álcool etílico hidratado.



Quando a relação da mistura é ideal, damos o nome de relação estequiométrica. Caso essa mistura esteja fora do especificado, dizemos que a mesma está pobre ou rica.

#### Com isso, para a gasolina temos:

- 11 : 1 - mistura rica
- 15 : 1 - mistura ideal (estequiométrica)
- 18 : 1 - mistura pobre

Vimos acima que a mistura ideal para a gasolina é 15 : 1 e para o álcool de 9 : 1. Sendo assim, fica difícil estabelecermos um valor fixo para a relação estequiométrica, uma vez que os valores são diferentes, ou seja, uma mistura que para o álcool seria ideal, para a gasolina seria extremamente rica.

Vimos acima que a mistura ideal para a gasolina é 15 : 1 e para o álcool de 9 : 1. Sendo assim, fica difícil estabelecermos um valor fixo para a relação estequiométrica, uma vez que os valores são diferentes, ou seja, uma mistura que para o álcool seria ideal, para a gasolina seria extremamente rica.

Para se fixar um valor único, iremos agregar a mistura ideal uma letra grega chamado lambda ( $\lambda$ ). Assim temos:

- $\lambda = 1$  : mistura ideal ou relação estequiométrica;
- $\lambda < 1$  : mistura rica;
- $\lambda > 1$  : mistura pobre.

Agora sim podemos dizer que a mistura ideal é quando  $\lambda$  for igual a 1, independente do combustível utilizado.

Uma mistura rica pode trazer como consequências: alto nível de poluentes, contaminação do óleo lubrificante, consumo elevado, desgaste prematuro do motor devido ao excesso de combustível que "lava" as paredes dos cilindros fazendo com que os anéis trabalhem com maior atrito.

A mistura pobre provoca superaquecimento das câmaras de explosão, o que podem levar o motor a detonar.

Bom, agora que já sabemos qual a função principal do sistema de injeção, a partir da próxima aula estaremos dando todas as informações sobre esse sistema. Até mais.

## Aula 02 – Classificação

O sistema de injeção eletrônica pode ser classificado quanto:

### **Ao tipo de unidade de comando:**

- Unidade de comando analógica;
- Unidade de comando digital.

### **Ao número de eletro-injetores ou válvulas injetoras:**

- Monoponto (uma válvula injetora para todos os cilindros);
- Multiponto (uma válvula injetora para cada cilindro).

### **A forma de abertura das válvulas injetoras:**

- Intermitente ou simultâneo;
- Semi-seqüencial ou banco a banco;
- Seqüencial.

### **Ao modo de leitura da massa de ar admitido:**

- Ângulo x rotação;
- Speed density ou velocidade e densidade;
- Vazão ou fluxo de ar;
- Leitura direta da massa de ar.

### **Ao modo de controle da mistura ar/combustível:**

- Com malha aberta;
- Com malha fechada.

### **De acordo com o sistema de ignição:**

- Dinâmica;
- Estática.

### **De acordo com o fabricante do sistema de injeção:**

- Bosch;
- Magneti Marelli;
- FIC;
- Delphi;
- Helia;
- Siemens

### **Das famílias dos sistemas de injeção:**

- Bosch Motronic;
- Bosch Le Jetronic;
- Bosch Monomotronic;
- Magneti Marelli IAW;
- Magneti Marelli 1AVB;
- Delphi Multec;
- FIC EEC-IV;
- FIC EEC-V;
- Outros.

Como podemos observar, um sistema de injeção pode ser classificado de diversas maneiras. Vejamos um exemplo:

### **GM Corsa 1.6 MPFI**

- Unidade digital;
- Multiponto;
- Banco a banco;
- Speed density;
- Malha fechada;
- Ignição estática mapeada;
- Delphi;
- Multec B22

Como vimos, existem diversos tipos de sistemas de injeção eletrônica com as classificações citadas na página anterior.

Nosso curso irá explicar o funcionamento de todos os sensores e atuadores, bem como as estratégias de funcionamento adotadas por qualquer fabricante. Não iremos falar especificamente em um único sistema e sim, de uma forma global, envolvendo todos os sistemas.

### **:: A injeção pressurizada de combustível**

A injeção do combustível se dá através da válvula injetora ou eletro-injetor. Iremos evitar a expressão "bico injetor" devido a sua utilização em motores diesel.

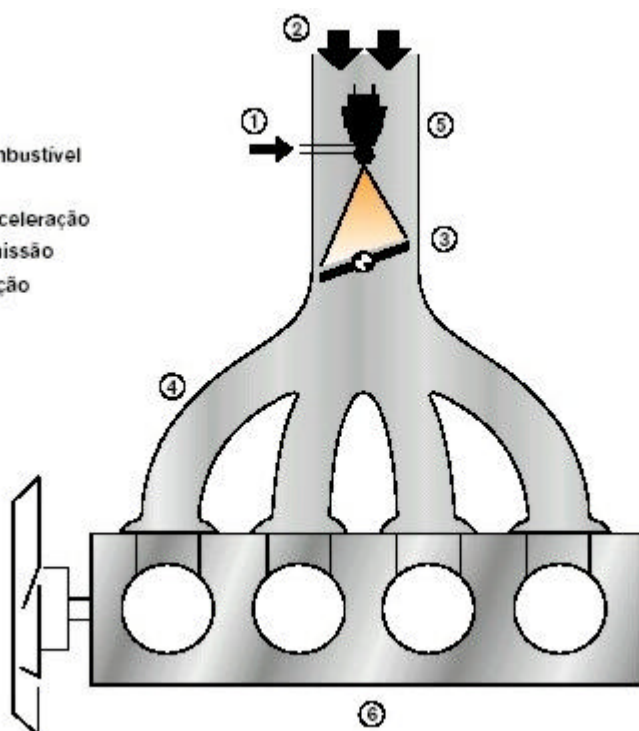
Essa válvula, quando recebe um sinal elétrico da unidade de comando, permite que o combustível pressurizado na linha seja injetado nos cilindros. Trata-se então de um atuador, uma vez que é controlado pela unidade de comando.

A pressão na linha e o tempo de abertura da válvula determina a massa de combustível a ser injetada, portanto, para que a unidade de comando calcule esse tempo, é necessário que primeiramente, se saiba a massa de ar admitido. A pressão na linha é fixa e depende de cada sistema. Independente do seu valor, esses dados são gravados numa memória fixa na unidade de comando (EPROM).

Um motor pode conter uma ou várias válvulas injetoras. Quando se tem apenas uma válvula injetora para fornecer o combustível para todos os cilindros, damos o nome de monoponto. Um motor que trabalha com uma válvula para cada cilindro é denominada multiponto.

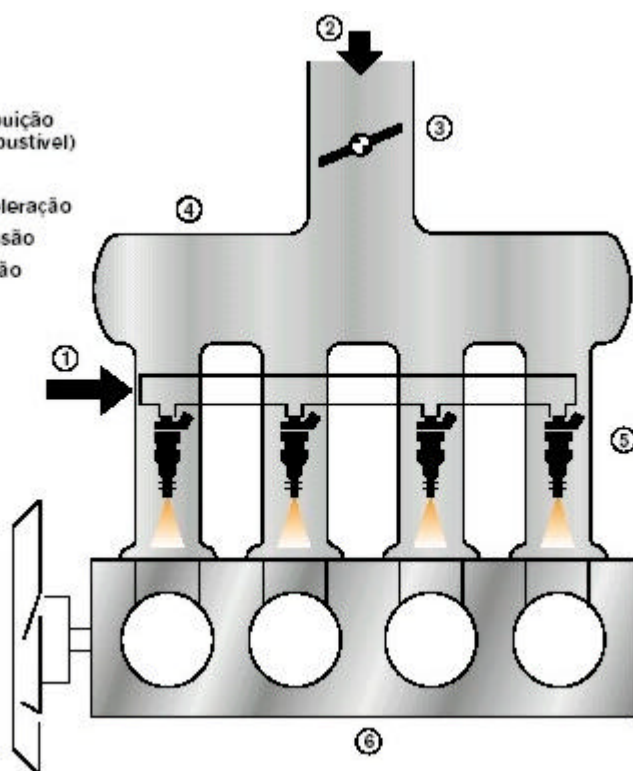
Na figura abaixo temos um sistema monoponto:

- ① Entrada de combustível
- ② Ar
- ③ Borboleta de aceleração
- ④ Coletor de admissão
- ⑤ Válvula de injeção
- ⑥ Motor



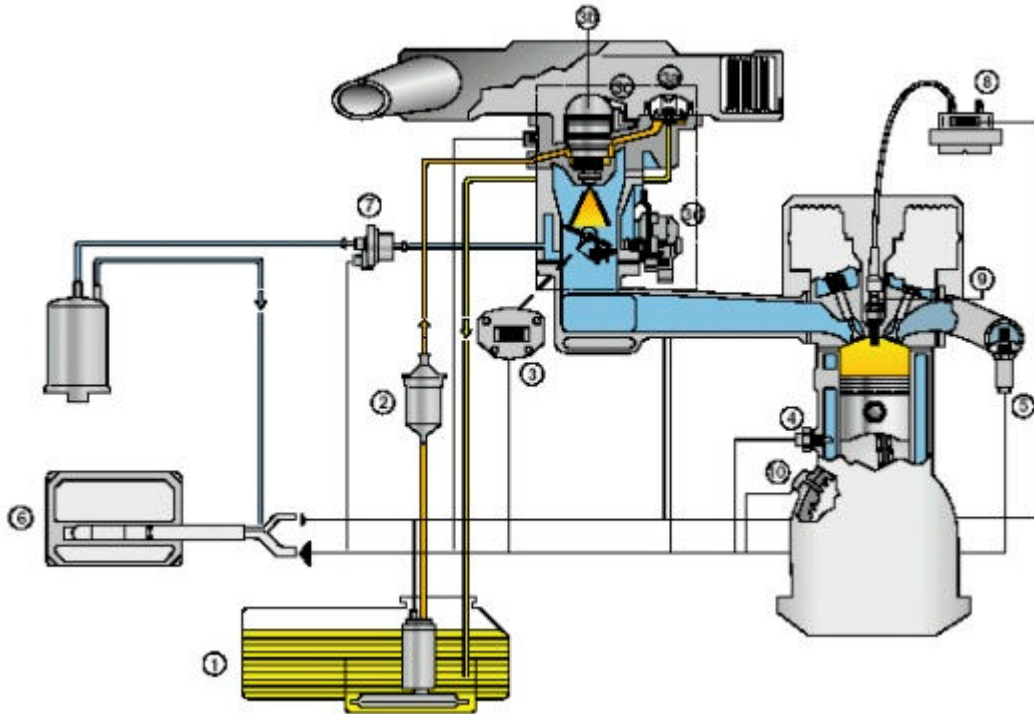
Agora veja a diferença com o sistema multiponto:

- ① Galeria de distribuição (entrada de combustível)
- ② Ar
- ③ Borboleta de aceleração
- ④ Coletor de admissão
- ⑤ Válvulas de injeção
- ⑥ Motor



## Aula 03 - Sistema monoponto

Vimos na aula passada que o sistema monoponto utiliza uma única válvula injetora para abastecer todos os cilindros do motor. Ela fica alojada numa unidade chamado de TBI ou corpo de borboleta.



- 1- Tanque com bomba incorporada
- 2- Filtro de combustível
- 3- Sensor de posição de borboleta
- 3a- Regulador de pressão
- 3b- Válvula injetora
- 3c- Sensor de temperatura do ar
- 3d- Atuador de marcha lenta

- 4- Sensor de temperatura do motor
- 5- Sensor de oxigênio
- 6- Unidade de comando
- 7- Válvula de ventilação do tanque
- 8- Bobina de ignição
- 9- Vela de ignição
- 10- Sensor de rotação

Observe que neste sistema a válvula injetora é centrada, fornecendo o combustível pulverizado para todos os cilindros.

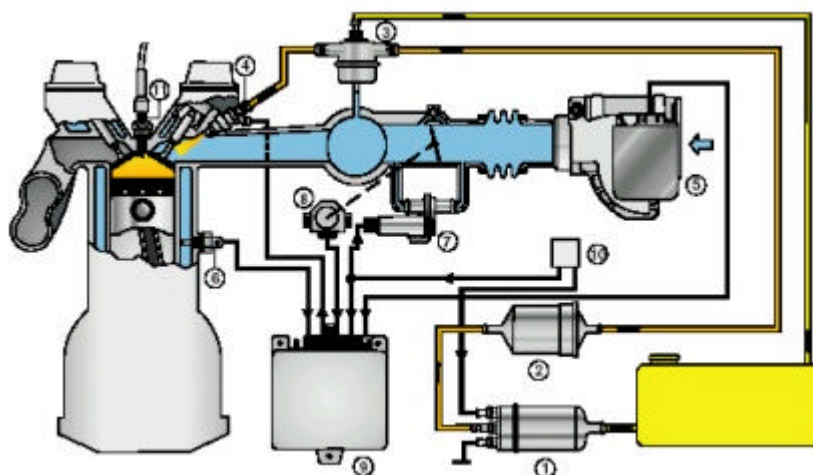
Muitas pessoas ao verem a unidade TBI ainda pensam que é o carburador, devido sua aparência física. Mas as semelhanças param por aí. Lembre-se que no carburador o combustível era succionado por meio de uma depressão, agora, ele é pressurizado e pulverizado.

Devido as exigências na redução de poluentes, este tipo de injeção já não é mais fabricado, prevalecendo nos dias atuais o sistema multiponto.

Talvez você esteja se perguntando: Se o sistema multiponto é mais eficiente que o monoponto, por que ele foi utilizado durante mais de 8 anos? Muito simples, em função do seu custo ser bem inferior ao multiponto.

A partir de 1997 todos os sistemas passaram a ser multiponto, embora algumas montadoras chegaram a ultrapassar esse ano.

No sistema multiponto, a injeção do combustível pressurizado ocorre próximo às válvulas de admissão. Isso significa que no coletor de admissão só passa ar, o que possibilita o aumento no seu diâmetro favorecendo o maior preenchimento dos cilindros. Isto resulta numa melhora significativa da potência no motor.



- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1- Bomba de combustível           | 7- Válvulas auxiliar de ar       |
| 2- Filtro de combustível          | 8- Potenciômetro de borboleta    |
| 3- Regulador de pressão           | 9- Unidade de comando            |
| 4- Válvula injetora               | 10- Relé de bomba de combustível |
| 5- Medidor de vazão de ar         | 11- Vela de ignição              |
| 6- Sensor de temperatura do motor |                                  |

Outra vantagem do sistema multiponto está relacionada a emissão de gases tóxicos. Como no coletor de admissão só passa ar, evita-se a condensação do combustível nas paredes frias do coletor. Com isso, melhora-se a mistura e a combustão.

A figura acima é somente ilustrativa, para podermos visualizar as diferenças entre os dois sistemas.

**Obs:** No sistema multiponto há possibilidade de se utilizar o coletor de admissão de plástico, devido ao não contato com o combustível. A vantagem do coletor de plástico em relação ao coletor de liga de alumínio fundido são:

- Menor resistência do ar, devido sua superfície ser extremamente lisa, sem rugosidades;
- Menor peso;
- Mais barato.

Outras diferenças entre os dois sistemas iremos descrever com o decorrer do curso.



## Aula 04 - Injeção intermitente ou simultâneo

No sistema multiponto, a injeção pode ocorrer de três formas: intermitente, sequencial ou banco a banco.

### :: Sistema intermitente ou simultâneo

No sistema intermitente ou simultâneo, a unidade de comando aciona todas as válvulas injetoras ao mesmo tempo, sendo que apenas um cilindro irá admitir imediatamente e os demais entram em modo de espera, pois, as válvulas de admissão ainda estarão fechadas.

Vamos ver um exemplo num motor de 4 cilindros em linha cuja ordem de explosão ou ignição seja 1-3-4-2.

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 - 180°	EXPLOSAO	ESCAPE	COMPRESSAO	ADMISSAO	0 - 90°
180 - 360°	ESCAPE	ADMISSAO	EXPLOSAO	COMPRESSAO	90 - 180°
360 - 540°	ADMISSAO	COMPRESSAO	ESCAPE	EXPLOSAO	180 - 270°
540 - 720°	COMPRESSAO	EXPLOSAO	ADMISSAO	ESCAPE	270 - 360°

Observe no quadro acima a distribuição perfeita da dinâmica dos gases no interior do motor a cada giro da árvore de manivelas (virabrequim) e do eixo comando de válvulas.

Basicamente existe dois modos de injeção neste método: o modo em fase fria e o modo em fase aquecida.

No modo em fase fria, a unidade de comando aciona os injetoras a cada 180° de gira da árvore de manivelas, o que corresponde a 90° do comando. Isso significa que durante toda a fase de aquecimento do motor, haverá duas injetadas em cada cilindro a cada rotação do motor (360°). Veja o quadro a seguir. Os círculos em verde representam as injetadas em cada cilindro e os quadros em branco os cilindros que já admitiram. Os quadros entre chaves são os cilindros que irão admitir.

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 - 180°	●	●	●	{ ● }	0 - 90°
180 - 360°	● ●	{ ● ● }	● ●	●	90 - 180°
360 - 540°	{ ● ● ● }	●	● ● ●	● ●	180 - 270°
540 - 720°	●	● ●	{ ● ● ● ● }	● ● ●	270 - 360°
720 - 900°	● ●	● ● ●	●	{ ● ● ● ● }	350 - 450°
900 - 1080°	● ● ●	{ ● ● ● ● }	● ●	●	450 - 540°

Na tabela acima mostramos como ocorrem as injetadas em cada cilindro do motor, de acordo com o ângulo da árvore de manivelas ou da árvore de comando das válvulas.

Comparando-se as duas tabelas, podemos observar que na primeira linha, que corresponde a um ângulo de 0 a 180° da árvore de manivelas (meia volta) ocorre uma injetada em todos os cilindros, mas somente o quarto cilindro utiliza essa injeta. O primeiro, segundo e terceiro cilindros entram em modo de espera.

No segundo movimento (180° a 360°) da árvore de manivelas ocorre a segunda injetada. O primeiro cilindro já tinha uma, agora tem duas, o mesmo ocorrendo no terceiro cilindro. O quarto cilindro não tinha nenhuma, agora tem uma. No segundo cilindro havia uma injetada. Ao receber a segunda a válvula de admissão se abre e absorve-se as duas injetadas. Todo esse ciclo se repete até que todos os cilindros passem a receber três injetadas, na quarta ocorre a admissão.

Quando o motor atingir uma determinada temperatura, a unidade a fim de não manter a mistura tão rica, reduz as injetadas em 50%, ou seja, passará a injetar somente a cada 360° de rotação da árvore de manivelas.

Assim, a injeção ocorrerá toda vez que houverem duas injetadas em cada cilindro, uma no modo de espera e a outra quando a válvula de admissão abrir.

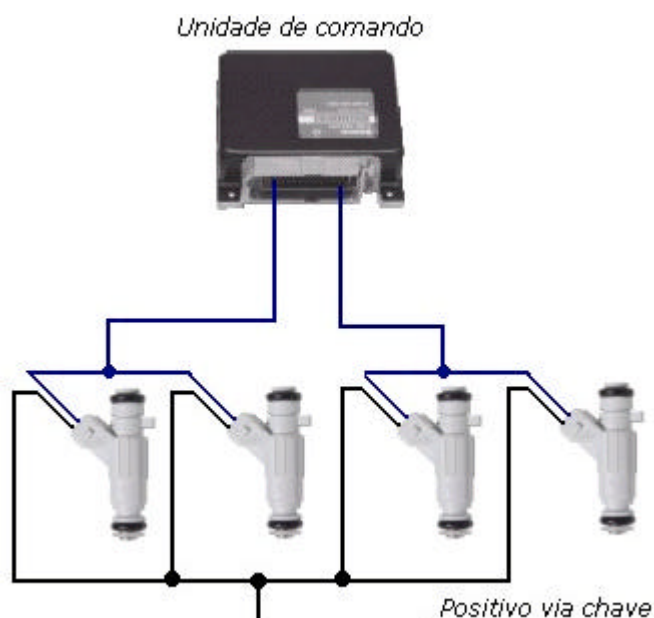
Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 - 180°					0 - 90°
180 - 360°	●	{ ● }	●	●	90 - 180°

360 - 540°	{ ● }		●	●	180 - 270°
540 - 720°	●	●	{ ● ● }	● ●	270 - 360°
720 - 900°	●	●		{ ● ● }	350 - 450°
900 - 1080°	● ●	{ ● ● }	●	●	450 - 540°

Para garantir o funcionamento perfeito deste método, é de suma importância que a unidade de comando do sistema de injeção saiba qual a temperatura do motor no momento.

Observe que no primeiro movimento não há injeção em nenhum dos cilindros, pois, ainda não se completaram os 360° de rotação. Já na segunda linha será injetado em todos os cilindros mas somente o segundo cilindro admite a mistura. Na terceira linha, o primeiro cilindro entra em admissão absorvendo a injetada anterior. Em nenhum dos outros cilindros é injetado novamente. Na quarta linha, ocorre uma nova injetada sendo que o terceiro cilindro está em admissão. Os demais estão em modo de espera.

Este método de injeção foi empregado no sistema LE Jetronic da Bosch que equiparam o Gol GTi, o Santana GLSi, o Versailles 2.0i Ghia, o Escort XR-3 2.0i, o Kadett GSi, o Monza Classic 500EF, o Uno 1.6 MPI, etc, logo no início da era injetada.



No sistema Le Jetronic, duas válvulas são acionadas pelo terminal 12 da unidade de comando e as outras duas pelo terminal 24.

Através dos pinos 12 e 24 a unidade de comando aterra as válvulas injetoras, uma vez que o positivo já existe e é comum para todas as válvulas.

Embora exista duas linhas na unidade de comando para acionamento dos injetores, as duas linhas são ativadas simultaneamente, o que gera o acionamento das quatro válvulas ao mesmo tempo.

Na realidade, ainda existe um componente intermediário entre as válvulas e a unidade de comando que são os pré-resistores, cuja função é igualar a impedância das bobinas dos injetores.



## Aula 05 - Injeção banco a banco ou semi-sequencial

### Sistema semi-sequencial ou banco a banco

Nesse sistema, a injeção do combustível ocorre em blocos, ou seja, são abertas simultaneamente duas válvulas injetoras e as outras duas ficam fechadas. Utiliza duas linhas da unidade de comando, como no método intermitente, porém, cada linha é acionada uma de cada vez.

O método banco a banco de injeção de combustível é o mais utilizado atualmente, devido a sua eficiência satisfatória (superior ao intermitente) e o baixo custo em relação ao método sequencial.

A injeção somente ocorre no cilindro que estiver admitindo e o que acabou de explodir (esta fica em modo de espera). Também utiliza o método diferenciado de injeção entre as fases fria e aquecido.

A injeção ocorre a cada 180° de rotação da árvore de manivelas.

No método banco a banco, a unidade de comando do sistema de injeção deve saber exatamente a posição da árvore de manivelas, para que possa injetar somente nos cilindros que estiverem admitindo e o que acabou de explodir. A posição da árvore de manivelas é obtida por sinais elétricos provenientes de um sensor de PMS ou posição da árvore de manivelas.

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 - 180°	●			{ ● }	0 - 90°
180 - 360°	●	{ ● }	●		90 - 180°
360 - 540°	{ ● }		●	●	180 - 270°
540 - 720°		●	{ ● ● }	●	270 - 360°
720 - 900°	●	●		{ ● ● }	350 - 450°
900 - 1080°	●	{ ● ● }	●		450 - 540°

### :: Sistema sequencial

Para adotar esse método de injeção, a unidade de comando além de saber a posição da árvore de manivelas ainda é necessário saber o que cada cilindro está fazendo. Para isso, utiliza-se um sensor de fase que determina quando o primeiro cilindro está em fase de explosão. Daí por diante, o sistema somente injeta no cilindro que estiver admitindo.

O método sequencial é o mais preciso de todos, porém, mais caro devido ao maior número de saídas de controle da unidade de comando (4 independentes). Não há perdas no sistema por condensação do combustível, pois, a cada injeção o cilindro já admite a mistura, não havendo o modo de espera.

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 - 180°				{ ● }	0 - 90°
180 - 360°		{ ● }			90 - 180°
360 - 540°	{ ● }				180 - 270°
540 - 720°			{ ● }		270 - 360°
720 - 900°				{ ● }	350 - 450°
900 - 1080°		{ ● }			450 - 540°

Os sistemas de comando sequencial podem, em função de sua própria estratégia, comandarem as válvulas injetoras de forma defasada, ou seja, comandar a abertura das válvulas antes mesmo da abertura da válvula de admissão.

## Aula 05 - Classificação dos sistemas

### :: Monoponto

#### - Bosch

Bosch Monomotronic M1.2.3  
Bosch Monomotronic MA1.7

#### - FIC

EEC-IV CFI EDIS  
EEC-IV CFI

#### - Magneti Marelli

G7.11  
G7.10 ou G7.65  
G7.30  
G7.13  
G7.14  
G7.33  
G7.34

#### - Multec Rochester

Multec TBI 700  
Multec M  
Multec EMS EFI

### :: Multiponto simultâneo ou intermitente

#### - Bosch

Le Jetronic  
L3.1 Jetronic  
Motronic M1.5.1  
Motronic M1.5.2  
Motronic M1.5.4 (Fiat)

#### - Magneti Marelli

G7.25  
VG7.2

#### VW / Bosch / Helia

Digifant 1.74  
Digifant 1.82

### :: Multiponto semi-seqüencial ou banco a banco

#### - Bosch

Motronic M1.5.4 (GM 8V)

#### - FIC

EEC-IV EFI

#### - Magneti Marelli

IAW G.7

#### - Delphi Multec

Multec EMS MPFI  
Multec EMS 2.2 MPFI

### :: Multiponto seqüencial

#### - Bosch

Motronic MP9.0  
Motronic M1.5.4 (GM 16V)  
Motronic M2.8  
Motronic M2.8.1  
Motronic M2.9  
M2.7

#### - FIC

EEC-IV SFI  
EEC-V SFI

#### - Magneti Marelli

IAW-P8  
IAW 1AB  
IAW 1AVB  
IAW 1AVP

#### - Delphi Multec

Multec EMS SFI

#### - Siemens

Simos 4S

## Aula 06 - Unidade de comando

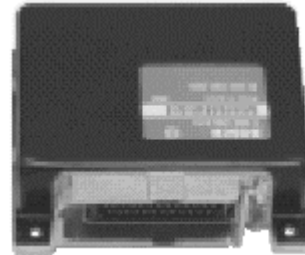
### :: Unidade de comando- tipos

A unidade de comando, também conhecido por UCE, ECU, ECM, MCE e centralina é o cérebro de todo o sistema de injeção. É ela que recebe os sinais de entrada (sensores), processa e aciona os atuadores. Sua localização depende muito do automóvel, podendo estar: Na coluna da porta dianteira (lado do carona ou motorista) ou no compartimento do motor.

#### Unidade de comando digital



#### Unidade de comando analógica



O primeiro sistema de injeção lançado no Brasil (1989) foi o Le Jetronic da Bosch. Trata-se de um sistema multiponto intermitente cuja unidade de comando é analógica.

Este sistema chegou a equipar o Gol GTi, o Monza Classic 500EF, o Escort XR3 2.0i, o Santana GLSi, o Kadett GSi, o Versailles Ghia 2.0i, o Uno 1.6R MPI, etc. Logo em seguida surgiu a injeção digital com os sistemas Multec TBI 700 da AC Rochester, o G6/7 da Magneti Marelli e o Motronic da Bosch.

Deste o seu lançamento, inúmeros sistemas foram lançados (ver relação na aula anterior). Atualmente, os grandes fabricantes de sistemas de injeção são: Bosch, Magneti Marelli, Delphi (antiga AC Rochester), FIC, Siemens e uma parceria entre a VW, Bosch e Helia.

Dentre esses fabricantes, surgiram diversas famílias como: Jetrônic, Motronic e Monomotronic (Bosch), G6/7, Microplex e IAW (Magneti Marelli), EEC-IV e EEC-V (FIC), Multec (Delphi), Simos (Siemens) e Digifant (VW, Bosch e Helia).

Para cada uma das famílias foram surgindo os seus devidos sistemas. Veja um exemplo apenas da família IAW da Magneti Marelli: IAW-4V3-P8, IAW-4Q3-P8, IAW-G7, IAW 1AB, IAW 1AVB, etc.

Caro aluno, creio que você está percebendo a imensa quantidade de sistemas de injeção que isso oferece, cada um com características próprias. Daí a necessidade do mecânico automobilístico estar sempre atualizado. Atualmente já estamos na era das unidades de comando com circuitos híbridos, o que reduziu a mesma ao tamanho de uma maço de cigarros.

Com exceção do sistema LE Jetrônic, todos os demais sistemas utilizam unidades de comando digital, independente ser monoponto, multiponto banco a banco ou seqüencial.

Para todos os sistemas de injeção o sistema de ignição é digital e mapeada, inclusive o Le Jetrônic. Este sistema necessita de duas unidades de comando, uma para a injeção analógica e outra para a injeção digital.



#### Módulo EZK da ignição digital mapeada

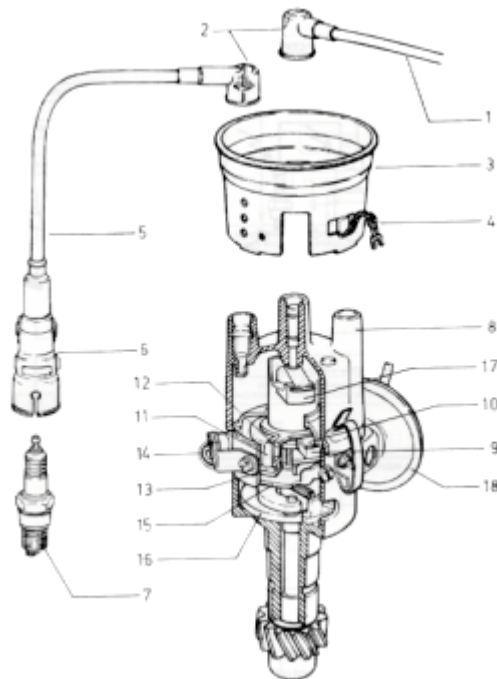
Na figura ao lado trazemos o módulo EZK, responsável pelo sistema de ignição mapeada.

Na linha GM, essa unidade comando tanto o disparo da centelha como o seu avanço. Na linha VW, apenas o avanço, necessitando de uma terceira unidade, o já conhecido TSZ-i.

### :: Ignição mapeada

Talvez você esteja se perguntando: - Afinal de contas, o que é uma ignição mapeada?

Antigamente, o avanço da ignição ocorria automaticamente por meio de dois dispositivos, os avanços automáticos a vácuo e centrífugo, que se localizavam no distribuidor.

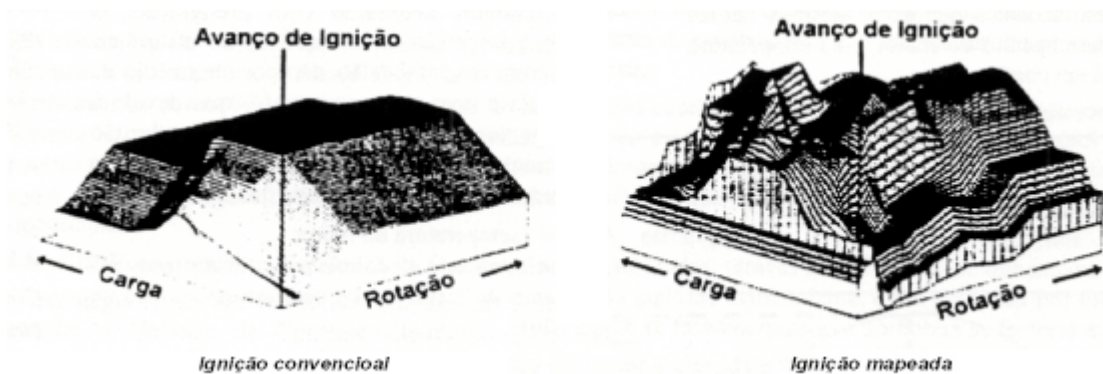


#### Esquema do distribuidor desmontado

1. Cabo da bobina ao distribuidor
2. Conector
3. Isolante
4. Cabo massa
5. Cabo de vela
6. Conector da vela
7. Vela de ignição
8. Tampa do distribuidor
9. Enrolamento de indução
10. Suporte do enrolamento
11. Ponta do estator
12. Ponta do rotor
13. Ímã permanente
14. Condutor de comando de dois fios
15. Placa do suporte
16. Avanço automático centrífugo
17. Rotor do distribuidor
18. Dispositivo de avanço a vácuo

O avanço centrífugo age de acordo com a rotação do motor. Quanto maior, maior deverá ser o avanço. O dispositivo a vácuo avança a ignição de acordo com a carga do motor.

Com o sistema de injeção e ignição digital e mapeada, esses avanços começaram a ser controlados eletronicamente, sem interferência mecânica, por meio da unidade de comando do sistema de injeção (sistema digital) ou pelo módulo EZK (sistema analógico).

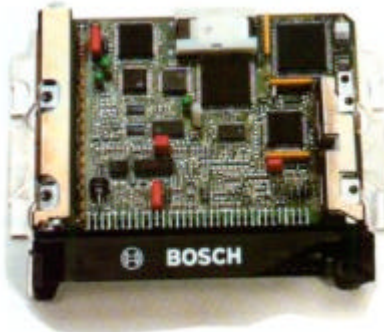


O gráfico acima mostra as curvas de avanço em comparação ao método convencional e a mapeada. Veja que a diversificação dos ângulos de avanço é muito superior na ignição mapeada.

Para que o sistema avance automaticamente a ignição são necessárias três informações: rotação, carga e temperatura do motor. Os sinais de rotação e carga servem para a unidade de comando calcular o avanço substituindo os avanços centrífugo e a vácuo. A temperatura serve para corrigir esse avanço na fase de aquecimento do motor. Todas essas informações são captadas pelos sensores.

## Aula 07 - Unidade de comando II

Com exceção do sistema Le Jetronic, que utiliza uma unidade analógica e necessita de uma outra unidade para o sistema de ignição, todos os demais sistemas já trabalham com os sistemas de injeção e ignição incorporadas numa única unidade de comando digital.



A figura ao lado apresenta uma unidade de comando com sistema de injeção e ignição integrados, do tipo digital.

Não tente abrir a unidade de comando para fazer reparações. A maioria dos componentes são miniaturizados e soldados em superfície e vários dos componentes são específicos, não sendo encontrado em lojas de componentes eletrônicos.

Em função da eletricidade estática que se acumula no corpo humano, não devemos tocar os pinos da unidade de comando para não danificá-la de forma irreversível.

O módulo de injeção digital possui duas memórias de extrema importância para o sistema que são: A memória RAM e a EPROM.

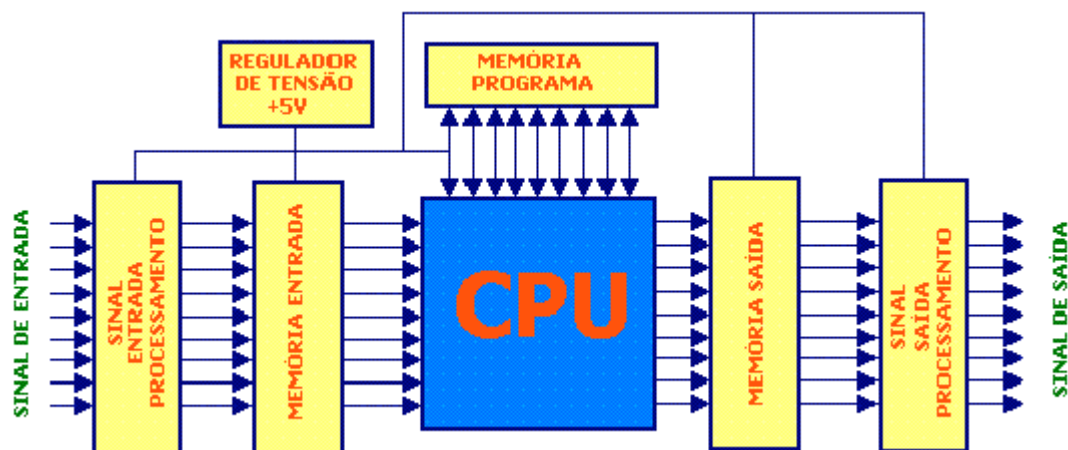
**:: Memória RAM:** Random Access Memory ou memória de acesso aleatório

Guarda informações enviadas pelos diversos sensores espalhados no motor para que o processador principal da unidade de comando possa efetuar os cálculos. Essa memória também pode guardar informações sobre as condições do sistema através de códigos de defeitos. A memória RAM pode ser apagada, ou seja, pode-se eliminar todas as informações gravadas. Para isso, basta cortar a sua alimentação, como por exemplo, desligando a bateria.

**:: Memória EPROM:** Erasable Read Only Memory ou Memória de Leitura Cancelável e Reprogramável

Nesta memória estão armazenados todos os dados do sistema e do motor, como curvas de avanço, cilindrada do motor, octanagem do combustível etc. Embora seja uma memória de leitura, através de modernos processos ela pode ser cancelada e reprogramada novamente, alterando os seus valores de calibração. Algumas empresas reprogramam essa memória para dar uma maior rendimento no motor às custas de uma mistura mais rica.

A grande vantagem de um sistema digital é a sua capacidade de armazenar dados numa memória de calibração (EPROM) e depois compará-la com os sinais enviados pelos sensores. Se algum valor estiver fora dos parâmetros, a unidade de comando começará a ignorar esse sinal buscando outras alternativas para manter o motor em funcionamento. Nesse momento, é gravado um código de defeito numa outra memória (memória RAM) e, ao mesmo tempo, informa ao condutor através de uma luz de anomalia (localizada no painel de instrumentos) que existe alguma falha no sistema de injeção/ ignição eletrônica.



A figura acima mostra como os sinais chegam à unidade de comando, são processados e saem para controlar os atuadores do sistema.

O diagrama em blocos na figura da página anterior, mostra um típico módulo microprocessado. Neste diagrama, distinguimos sete funções distintas e cada uma implementa determinada função. Elas são:

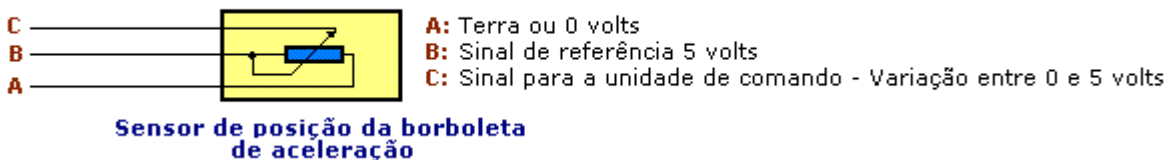
- ? Regulador de tensão
- ? Processamento do sinal de entrada
- ? Memória de entrada
- ? Unidade Central de Processamento (CPU)
- ? Memória programa
- ? Memória de saída
- ? Processamento do sinal de saída.

Estas áreas estão conectadas entre si. Para entender cada uma dessas partes, iremos discutir primeiramente o regulador de tensão interno.

### :: Regulador de tensão interno

O módulo e os vários sensores, requerem uma alimentação muito estabilizada. A unidade de comando possui seu próprio regulador/ estabilizador. Muitos dos sensores como os sensores de temperatura do ar e do líquido de arrefecimento, o sensor de posição de borboleta e o sensor de pressão absoluta do coletor de admissão necessitam de uma tensão de 5 volts como referência. Isso se deve ao tipo de circuitos integrados utilizados na unidade de comando que só operam com esse valor de tensão.

### EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DO SINAL DE REFERÊNCIA



Observe na figura acima que a unidade de comando envia um sinal de referência (5 volts) ao sensor de posição de borboleta pela linha B, sendo a linha A aterrada na própria unidade de comando. Através da linha C o sinal retorna à unidade de comando com um valor de tensão variável entre 0 e 5 volts.

Esse sinal de referência deve ter uma variação mínima (entre 4,95 a 5,05 volts). Qualquer valor fora desta faixa deve ser verificado, sendo os possíveis defeitos- chicote elétrico ou unidade de comando.

### :: Processamento do sinal de entrada

Há uma concepção enganosa sobre a função dos microprocessadores em automóveis. Muitos técnicos acreditam que os sinais de entrada movem-se através do microprocessador e retornam como sinal de saída.

Na realidade, os sinais recebidos pela unidade de comando, não podem ser usados na forma que são recebidos. Entretanto, cada sinal é convertido para um número digital (números binários).

Esses números correspondem a "0 ou 1". O valor é tido como "0" quando não há tensão de saída e "1" quando existe um valor de tensão (no caso, 5 volts).

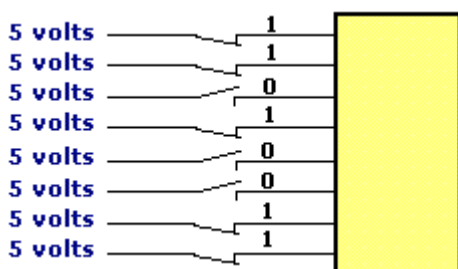
Como cada sensor gera um diferente tipo de sinal, então são necessários diferentes métodos de conversão.

Os sensores geram um sinal de tensão compreendidos entre 0 volt a 5 volts (sinal analógico). Estes valores não podem ser processados pela CPU, a qual só entende números binários. Portanto, esses sinais devem ser convertidos para um sinal digital de 8 bits (até 256 combinações). O componente encarregado de converter esses sinais é chamado de conversor A/D (analógico para digital).



## Aula 08 - Unidade de comando III

Como vimos na aula anterior, a unidade de comando (CPU) só entende os sinais digitais que são o "zero" e o "um", ou seja, na ausência ou presença de sinais.



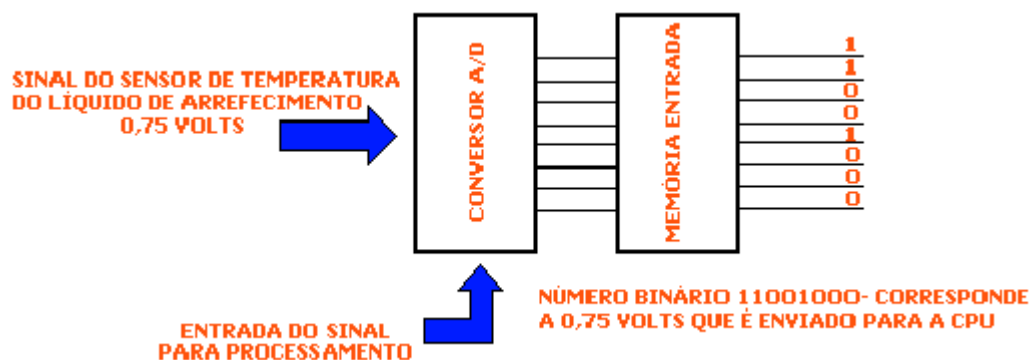
A unidade de comando é um processador de 8 bits. Observe na figura ao lado que existem 8 linhas de comunicação. Para cada uma das linhas, existe duas combinações. Quando a chave está aberta (ausência de sinal) o valor é interpretado como 0 e, quando a chave está fechada (presença de sinal) o valor interpretado é 1.

Como cada bit pode ter dois valores (0 ou 1), podemos obter até 256 combinações diferentes.

A combinação 11010011 obtida na figura acima é uma das 256 combinações possíveis neste sistema.

### :: Memória de entrada

Os sinais de tensão analógica emitidos pelos sensores (valores entre 0 e 5 volts) são convertidos para sinais digitais pelo conversor A/D. Cada um dos valores digitais correspondem a um valor de tensão que estão gravados na memória de entrada.



Veja o exemplo da figura acima: O sensor de temperatura envia um sinal analógico de 0,75 volts à unidade de comando. Como a mesma não entende o que é 0,75 volts, esse sinal passa pelo conversor A/D onde é convertido para um sinal digital, de acordo com os valores gravados na memória de entrada. Em nosso exemplo, estamos associando o valor 11001000 (sinal digital) ao valor 0,75 volts (sinal analógico).

### :: Unidade Central de processamento

É o cérebro do sistema. É ele que faz todos os cálculos necessários para o funcionamento do sistema de injeção eletrônica e ignição.

A CPU recebe um sinal digital proveniente do conjunto de processamento de entrada (conversor A/D) que por sua vez, recebem os sinais analógicos dos sensores.

Os sinais digitais recebidos pela CPU são comparados com os valores (parâmetros) que estão gravados em uma memória fixa (memória de calibração ou EPROM) e retorna um outro sinal digital para a saída.

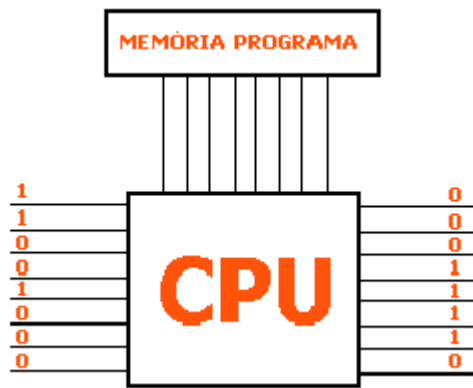
### :: Memória programa (EPROM)

Chamado de memória de calibração é onde são armazenados todos os parâmetros de funcionamento do sistema. Nessa memória, existe um mapa de controle de calibração de todas as condições de funcionamento do motor.

Este tipo de memória não se apaga com a ignição desligada ou com a bateria desconectada, por isso, é chamada de memória fixa.

No exemplo da figura anterior, o sensor de temperatura gerou um sinal analógico de 0,75 volts, o qual foi convertido no número binário 11001000. É este sinal que chega a CPU. Após receber esse sinal, a CPU compara esse valor com o que está gravado na memória de calibração, que no caso, o valor 11001000 corresponde a uma temperatura de 100 graus Celsius.





O sistema baseia-se mais ou menos assim: Na memória EPROM estão gravados os seguintes dados:

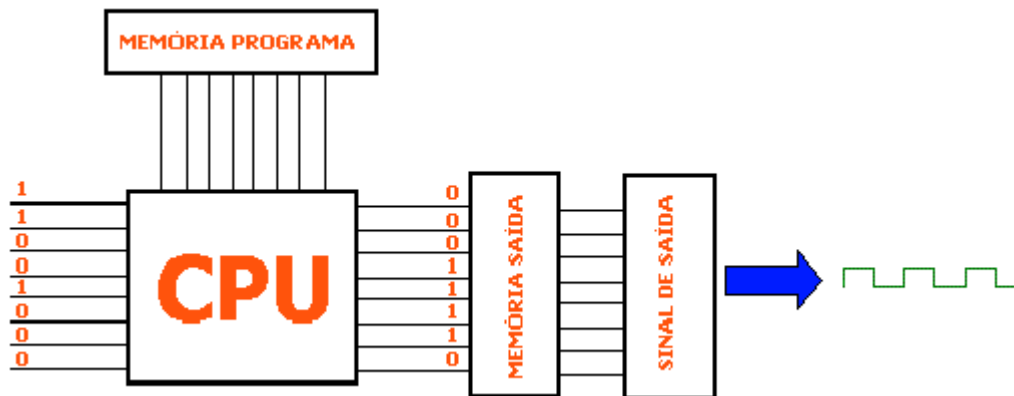
00100011 = 80 graus  
 00110011 = 90 graus  
 11001000 = 100 graus  
 11110011 = 110 graus

Observe que o valor 11001000 corresponde a uma temperatura de 100 graus Celsius.

Com essas informações, a unidade de comando determina, também através de sinais digitais o tempo de abertura das válvulas injetoras. Esse tempo de abertura corresponde a combinação 00011110 que será enviada a memória de saída.

### :: Memória de saída

Através do sinal digital enviado pela CPU e comparado com a memória de saída, o pulso dos injetores deve se manter por 9 milissegundos, ou seja, é determinado o tempo de injeção.



**Observação:** Os valores apresentados nos exemplos são apenas dados ilustrativos, para melhor compressão do sistema.

## Aula 09 - Unidade de comando IV

### :: Funcionamento de emergência

Um sistema digital permite verificar o perfeito funcionamento dos sensores e de alguns atuadores.

Caso ocorra a falha de um sensor, a CPU descarta o sinal enviado pelo mesmo e começa a fazer os cálculos a partir de outros sensores. Quando isso não for possível, existem dados (parâmetros) gravados em sua memória para substituição.

Por exemplo, se a unidade de comando perceber que existe uma falha no sensor de pressão absoluta do coletor (sensor MAP), ela ignora suas informações e vai fazer os cálculos de acordo com as informações da posição de borboleta (sensor TPS). Isso é possível porque, quanto maior for o ângulo de abertura da borboleta, maior será a pressão interna do coletor (vácuo baixo). Se caso o TPS também apresentar defeito, a unidade de comando irá trabalhar com um valor fixo gravado na sua memória que corresponde a 90 kpa (0,9 BAR).

### :: Indicação de defeito

A unidade de comando assume como defeito os valores que estão nos extremos. No exemplo do sensor de pressão absoluta, o sinal deve variar entre 0 a 5 volts. Quando é apresentado um dos valores extremos (0 ou 5), a CPU reconhece como defeito (tensão muito baixa ou muito alta). Nesse momento, ela começa a trabalhar com outras informações e imediatamente, avisa ao condutor através de uma lâmpada piloto um possível defeito no sistema. Esse defeito é gravado em código na memória de acesso aleatório (memória RAM) que poderá ser acessado para facilitar a busca do defeito.

### :: Rastreamento dos códigos de defeito

Como já foi descrito anteriormente, os defeitos ficam armazenados em códigos numa memória temporária (RAM) e pode ser checado os seus dados posteriormente.

Para checar os códigos gravados na memória RAM é necessário um equipamento chamado "SCANNER" ou "RASTREADOR".

Até hoje muitas pessoas acreditam que esse aparelho é um computador que entra em contato com a unidade de comando do sistema de injeção. Na realidade, o scanner é apenas uma interface. O computador na realidade é a própria unidade de comando.

Para facilitar a explicação, imagine que você tentando abrir um documento no Microsoft Word com o monitor desligado ou sem a sua presença. Você sabe que o arquivo existe mas não pode visualizar os seus dados. Com a unidade do sistema de injeção ocorre a mesma coisa, podem haver dados gravadas na memória RAM só que você não tem acesso. Aí é que entra o scanner. Todo o conteúdo gravado na memória poderá ser visualizado no aparelho.

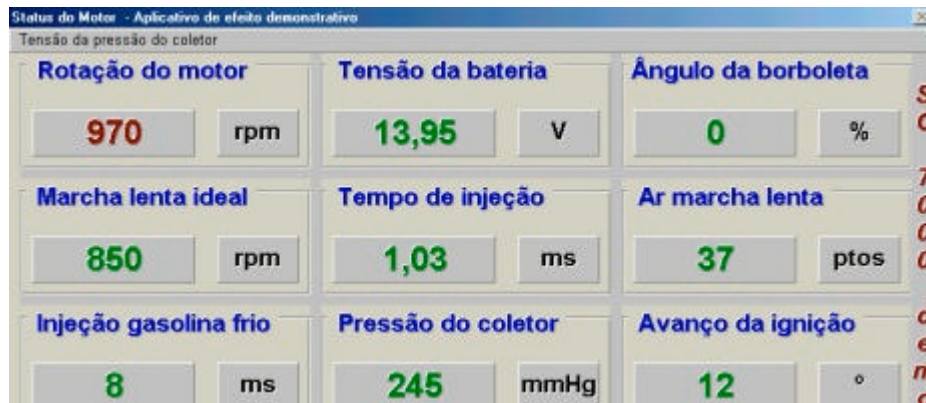
Atualmente existem grandes empresas que produzem esse aparelho, como por exemplo a Tecnomotor, a Alfatest, a Napro, a PlanaTC, etc.



Na figura acima mostramos os scanners da Tecnomotor (Rhaster) e da Alfatest (Kaptor 2000). A Napro e a PlanaTC não comercializam o scanner em si, mas os softwares necessários para o rastreamento, que podem ser instalados em qualquer computador Pentium 100 ou equivalente.

O scanner deve ser acoplado à uma saída serial da unidade de comando. Essa saída é um conector que pode estar localizado em diversos pontos do automóvel, dependendo da marca, do modelo e do ano de fabricação. A esse conector damos o nome de "conector de diagnóstico". Falaremos nesse assunto mais adiante.

O scanner na realidade faz muito mais que buscar códigos de defeito gravados na memória. Ele pode ser utilizado para comparar dados, possibilitando dessa forma, verificar o perfeito funcionamento dos sensores e dos atuadores. Os mesmos dados que estão gravados na memória fixa de calibração (EPROM) também estão presentes no scanner (via software). Este software já pode estar gravado no próprio sistema no caso dos aparelhos da Napro e da PlanaTC ou em cartuchos (Tecnomotor ou Alfatest).



A figura acima mostra o equipamento SC 7000 da Planatc obtendo os dados dos sensores espalhados pelo motor. Os valores em vermelho indicam erro e os demais em verde que os dados conferem com a EPROM.

Também é possível via aparelho acionar e testar os atuadores do sistema, como: atuador de marcha lenta, relés, válvulas injetoras, etc.

Outro recurso que os aparelhos trazem é apagar os códigos gravados na memória.

Além do sistema de injeção, esses aparelhos também podem checar o sistema de freios ABS e o imobilizador eletrônico.

**Obs:** A Webmecauto.com não tem nenhum vínculo com as empresas citadas, portanto, não daremos maiores informações sobre os mesmos.

Vimos nessa aula que o scanner é um equipamento essencial nos dias de hoje. Logicamente, devemos ter um profundo conhecimento do sistema de injeção eletrônica e valer-se das experiências adquiridas até o momento. Lembre-se que jamais um aparelho poderá substituir a capacidade do homem em resolver os problemas. Ele é apenas um aparelho que irá auxiliar nas reparações. Muitos ainda acham que adquirindo um aparelho desses estará apto a trabalhar com o sistema, o que não é verdade.

Na próxima aula mostraremos mais detalhes sobre o rastreamento dos defeitos e como conseguir isso sem o uso do scanner.

Caso queiram obter informações sobre os aparelhos citados, visitem o site dos respectivos fabricantes. Se você não sabe o endereço, utilize nosso [sistema de busca na WEB](#).

## Aula 10 - Rastreando os códigos de defeito

### :: Rastreando defeitos sem o scanner

Alguns sistemas de injeção digital permitem o rastreamento dos códigos de defeito sem a necessidade do scanner, por meio de códigos de piscadas.

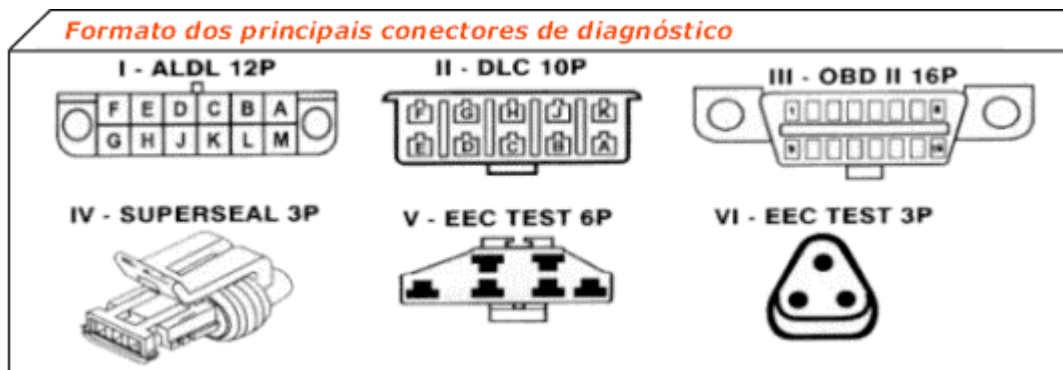
Abaixo seguem os sistemas que permitem esse recurso:

- Rochester Multec 700;
- Delphi Multec EMS;
- FIC EEC-IV;
- Bosch Motronic M1.5.2 Turbo;
- Bosch Motronic M1.5.4;

Em todos os casos deve-se ter uma tabela com os códigos de defeito.

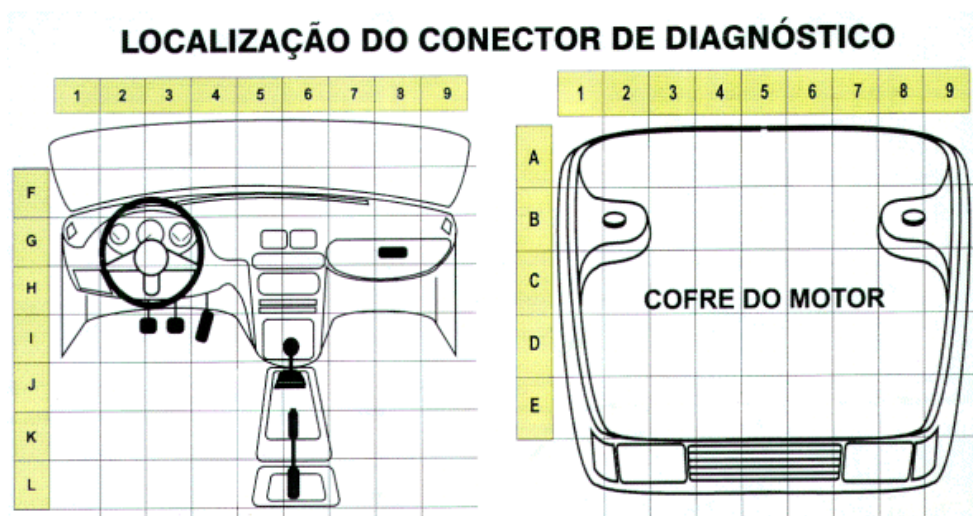
Antes de iniciarmos o rastreamento dos códigos de defeito, primeiramente é necessário sabermos o formato e a localização do conector de diagnóstico, independentemente se for utilizar o scanner ou não.

Segue abaixo o formato dos conectores mais comuns, encontrados nos automóveis.



Acima são apresentados seis tipos de conectores. O número que precede a letra P (ex: 16P) é o número de pinos que o conector possui. Esses pinos poderão estar identificados por letras ou números.

Abaixo segue o mapa de localização dos conectores.



### :: Como trabalhar com o mapa

Vamos ver um exemplo: O conector de diagnóstico utilizado no Fiat Tempra 16V é do tipo IV e fica localizado em H7 (coordenadas). Sendo assim, basta cruzar a letra com o número. O ponto deste cruzamento é a localização do conector. Neste caso, o conector fica localizado sob o porta-luvas do lado esquerdo.

## Aula 10 - Tabela de localização dos conectores de diagnóstico

**TABELA 1**

### :: LINHA VOLKSWAGEN

MODELO	SISTEMA	ANO	CONECTOR	LOCAL
CORDOBA / IBIZA	MONOMOTRONIC M1.2.3	96 ➡	III	I5
GOL 1.0 / 1.6 / 1.8 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	95 A 96	V	A1
GOL 1.0 Mi	MOTRONIC MP 9.0	97 ➡	III	H1
GOL 1.6 / 1.8 Mi	MAGNETI MARELLI 1AVB	97 ➡	III	H1
GOL GTI 2.0 G	BOSCH LE JETRONIC	89 ➡ 94	---	---
GOL GTI 2.0 - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	95 ➡	V	A1
GOLF 1.8 G	BOSCH MONOMOTRONIC M1.2.3	94 ➡ 96	III	H6 ou H4
GOLF 1.8 / 2.0 Mi	DIGIFANT	97 ➡	III	H6
LOGUS 1.6 / 1.8 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	95 ➡ 96	V	D8
LOGUS 2.0 - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	95 ➡ 96	V	D8
PARATI 1.6 / 1.8 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	95 ➡ 97	V	A1
PARATI 2.0 - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	96	V	A1
PARATI 1.6 / 1.8 Mi	MAGNETI MARELLI 1AVB	97 ➡	III	H1
POINTER 1.8 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	94 ➡	V	D8
POINTER 2.0 - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	94 ➡	V	D8
POINTER 2.0 G	BOSCH LE JETRONIC	93 ➡ 94	---	---
POLO 1.8 Mi	MAGNETI MARELLI 1AVB	97 ➡	III	H2
SANTANA / QUANTUN 1.8	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	93 ➡	V	D9
SANTANA / QUANTUN 2.0 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	94 ➡	V	D9
SANTANA 2.0 G	BOSCH LE JETRONIC	89 ➡ 93	---	---
SANTANA / QUANTUN 1.8 / 2.0 Mi	MAGNETI MARELLI 1AVB	97 ➡	III	H3
SAVEIRO 1.6 / 1.8 Mi	MAGNETI MARELLI 1AVB	97 ➡	III	A8

**TABELA 2**

### :: LINHA FIAT

MODELO	SISTEMA	ANO	CONECTOR	LOCAL
ELBA 1.5 / 1.6 ie - A/G	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	93 ➡	IV	A5 ou H8
FIORINO 1.5 / 1.6 ie - A/G	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	93 ➡ 96	IV	A5 ou H8
FIORINO 1.5 mpi G	MAGNETI MARELLI - IAW - 1G7	97 ➡	IV	A5
FIORINO PICK-UP 1.6 mpi G	BOSCH MOTRONIC M1.5.4	95 ➡	IV	H8
PALIO 1.0 / 1.5 mpi G	MAGNETI MARELLI - IAW - 1G7	96 ➡	IV	A5
PALIO 16V 1.6 mpi G	MAGNETI MARELLI - IAW - 1AB	96 ➡	IV	A5
PALIO 1.6 ie	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	97 ➡	IV	A5 ou H8
PREMIO 1.5 / 1.6 ie - A/G	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	93 ➡ 96	IV	A5 ou H8
SIENA 16V 1.6 mpi G	MAGNETI MARELLI - IAW - 1AB	97 ➡	IV	A5
SIENA 1.6 ie	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	97 ➡	IV	A5 ou H8
TEMPRA 2.0 ie G	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	94 ➡	IV	H8
TEMPRA 16V G	MAGNETI MARELLI - G7 25	95 ➡	IV	H7
TEMPRA 16V G	MAGNETI MARELLI - IAW - P8	93 ➡ 94	IV	H7
TEMPRA 2.0 mpi TURBO - G	BOSCH MOTRONIC M1.5.2	94 ➡ 95	IV	H8
TEMPRA SW SLX 2.0 ie - G	MAGNETI MARELLI - IAW - P8	95 ➡	IV	C6 ou B3
TIPO 1.6 ie G	BOSCH MONOMOTRONIC M1.7	93 ➡ 95	IV	D2
TIPO 2.0 SLX G	MAGNETI MARELLI - IAW - P8	94 ➡ 96	IV	B2
TIPO 1.6 mpi G	BOSCH MOTRONIC M1.5.4	96 ➡	IV	H8
UNO 1.0 ie G	MAGNETI MARELLI - IAW G7.11	96	IV	A5
UNO MILLE ELETRONIC G	MAGNETI MARELLI - MICROPLEX	93 ➡ 95	IV	A2
UNO 1.5 ie - A/G	MAGNETI MARELLI - SPI G6/G7	93 ➡ 96	IV	A5 ou H8
UNO 1.6 mpi G	BOSCH MOTRONIC M1.5.4	95 ➡ 96	IV	H8
UNO 1.6R mpi G	BOSCH LE JETRONIC	93 ➡ 95	---	---

Na próxima aula estaremos divulgando as tabelas das linha Ford e GM.

## Aula 11 - Tabela de localização dos conectores

TABELA 3

:: LINHA FORD

MODELO	SISTEMA	ANO	CONECTOR	LOCAL
ESCORT 1.6 / 1.8 - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	94 ➡ 96	V	C9
ESCORT 2.0i - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	95 ➡ 96	V	C9
ESCORT XR3 2.0i G	BOSCH LE JETRONIC	93 ➡ 94	---	---
EXPLORER	FIC EEC-IV 3 DÍGITOS	92 ➡ 96	V	B2
EXPLORER	FIC EEC-V	95 ➡	III	H3
FIESTA 1.0 / 1.3 / 1.4 G	FIC EEC-V	96 ➡	III	I1
FIESTA 1.3 G MONOPONTO	FIC EEC-IV 2 DÍGITOS	94 ➡ 96	VI	D9
F1000 SUPER 4.9i G	FIC EEC-IV 3 DÍGITOS	95 ➡	V	B8
KA 1.0 / 1.3	FIC EEC-IV	97 ➡	III	I1
MONDEO 2.0	FIC EEC-V	97 ➡	III	H3
RANGER	FIC EEC-IV 3 DÍGITOS	93 ➡ 95	V	B8
RANGER 2.3 / 4.0i	FIC EEC-V	95 ➡	III	H3
VERSAILLES / ROYALE 1.8i A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	94 ➡ 96	V	D9
VERSAILLES / ROYALE 2.0i A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	94 ➡ 96	V	D9
VERSAILLES / ROYALE 2.0i G	BOSCH LE JETRONIC	92 ➡ 94	---	---
VERONA 1.8i - A/G	FIC EEC-IV - CFI - MONOPONTO	94 ➡ 96	V	C9
VERONA 2.0i - A/G	FIC EEC-IV - EFI - MULTIPONTO	94 ➡ 96	V	C9

TABELA 4

:: LINHA CHEVROLET

MODELO	SISTEMA	ANO	CONECTOR	LOCAL
ASTRA 2.0 MPFI G	BOSCH MOTRONIC M1.5.2	95 ➡	II	H1
BLAZER 4.3 V6	ROCHESTER	97 ➡	III	H3
CALIBRA 2.0 16V G	BOSCH MOTRONIC M2.8 - C20XE	94 ➡ 96	II	A9
C20 4.1i G	BOSCH MOTRONIC M2.8	96	I	H2 ou H3
CORSA 1.0 / 1.6 MPFI G	DELPHI MULTEC EMS	04/96 ➡	II	H1
CORSA 1.0 / 1.4 EFI G	ROCHESTER MULTEC SPI	94 ➡ 96	II	H1
CORSA PICK-UP 1.6 EFI G	ROCHESTER MULTEC	95 ➡ 96	II	H1
CORSA PICK-UP 1.6 MPFI G	DELPHI MULTEC EMS	04/96 ➡	II	H1
IPANEMA 1.8 / 2.0 EFI A/G	ROCHESTER MULTEC 700	92 ➡	I	H9
KADETT 1.0 / 2.0 EFI A/G	ROCHESTER MULTEC 700	92 ➡	I	H9
KADETT 2.0 MPFI	BOSCH MOTRONIC M1.5.4	97 ➡	I	H2
KADETT GSi 2.0 G	BOSCH LE JETRONIC	92 ➡ 95	---	---
MONZA 1.8 / 2.0 A/G	ROCHESTER MULTEC 700	91 ➡ 96	I	H9
MONZA 2.0 MPFI G	BOSCH LE JETRONIC	89 ➡ 94	---	---
OMEGA / SUPREMA 2.0 G	BOSCH MOTRONIC M1.5.2 - C20NE	94 ➡ 95	II	A3
OMEGA / SUPREMA 2.0 A	BOSCH MOTRONIC M1.5.2	93 ➡ 95	II	A3
OMEGA / SUPREMA 2.2 G	DELPHI MULTEC EMS - C22NE	95 ➡	I	H3
OMEGA / SUPREMA 4.1 G	BOSCH MOTRONIC M2.8 - C41GE	95 ➡	I	H3
OMEGA / SUPREMA CD 3.0 G	BOSCH MOTRONIC M1.5.2 - C30NE	93 ➡ 95	II	A3
S10 PICK-UP / BLAZER 2.2 EFI	DELPHI MULTEC - B22NZ	95 ➡	III	H2
VECTRA GLS / CD 2.0 G	BOSCH MOTRONIC M1.5.2 - C20NE	94 ➡ 95	II	A9
VECTRA GSi 2.0 16V G	BOSCH MOTRONIC M2.8 - C20XE	94 ➡ 95	II	A9
VECTRA 2.0 G	BOSCH MOTRONIC M1.5.4P - C20NE	96 ➡	III	K6
VECTRA 2.0 16V G	BOSCH MOTRONIC M1.5.4P - C20XE	96 ➡	III	K6

\* Esta tabela está atualizada até janeiro de 1999 (dados Tecnomotor®)

## Aula 11 - Obtendo os códigos

Agora que você já tem condições de localizar o conector de diagnóstico iremos ver como obter os códigos de defeito dos sistemas que permitem esse processo sem a utilização do scanner.

### :: Linha GM - Rochester / Delphi Multec e Bosch Motronic

Todo processo se inicia por um jumper nos terminais do conector de diagnóstico. Logicamente para cada tipo de conector há um processo diferente na ligação.

Após feito o jumper, ao se ligar a chave de ignição, a lâmpada indicadora de anomalias no sistema de injeção localizada no painel de instrumentos começará a piscar. É justamente essas piscadas que iremos utilizar para descobrir qual o defeito gravado na memória RAM.

As piscadas ocorrem numa sequência lógica que vale para todos os sistemas de injeção cuja unidade de comando permite esta estratégia. Segue abaixo um exemplo:

**PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA**

Observe que ocorreram duas piscadas e uma pausa curta. Em seguida mais cinco piscadas e uma pausa longa. As duas piscadas antes da pausa curta representa a dezena e as cinco piscadas após a pausa curta representa a unidade. Sendo assim, obtivemos o código 25.

Vamos a um outro exemplo:

**PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA**

Creio que agora você já saiba qual o código de defeito. Se você pensou 32 está correto.

Cada código é repetido 3 vezes até passar para o próximo código. Sendo assim, se tivermos os códigos 25 e 32 gravados a sequência será:

**PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA**

**PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA**

**PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA  
PISCA ⇒ PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA CURTA - PISCA ⇒ PISCA ⇒ PAUSA LONGA**

Veja que a sequência de códigos foram: 12 - 12 - 12 - 25 - 25 - 25 - 32 - 32 - 32

Na linha GM o código 12 significa sem sinal de rotação. Como o motor vai estar parado no momento da verificação, esse código não é considerado defeito. Assim, caso o sistema não apresente nenhum defeito, somente o código 12 será apresentado.

O sistema faz um looping, ou seja, assim que os códigos terminarem, volta a se repetir novamente.

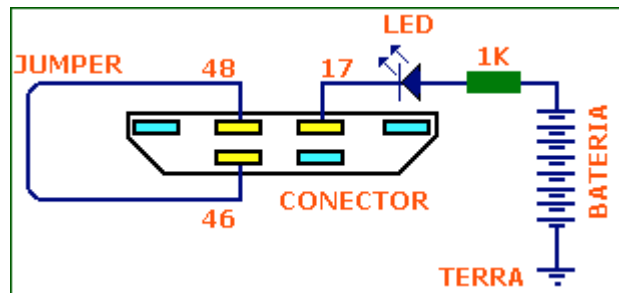
Na próxima aula iremos ver como executar o jumper para obter esses códigos.



## Aula 12 - Obtendo o código de defeito por meio de um jumper

Para se obter o código lampejante no sistema FIC EEC-IV de 2 dígitos utilizado nos veículos VW e FORD deve-se proceder da seguinte maneira:

- 1- Faça um jumper nos terminais 48 e 46 do conector de diagnóstico (localiza-se próximo à bateria);
- 2- Ligue um led em série com um resistor de 1Kohms e conecte o lado catodo do led no terminal 17 do conector de diagnóstico. A outra extremidade deve ser ligado ao borner positivo da bateria conforme mostra a figura abaixo:



- 3- Ligue a chave na posição ignição (sem dar partida). O led irá piscar rapidamente e logo em seguida começará a emitir os códigos. Por exemplo, se o led der uma piscada longa e cinco curtas significa que há falhas na unidade de comando (código 15);

**Observação 1-** Esse teste somente é válido para o modo estático (motor parado).

Para se fazer os testes em modo dinâmico, utilize os seguintes procedimentos:

- 1- Funcione o motor e espere aquecer à temperatura normal (normalmente após o segundo acionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento);
- 2- Faça a ligação do led da mesma forma como foi feito anteriormente só que com o motor em funcionamento;
- 3- Com isso, a unidade de comando fará a rotação do motor oscilar e o led irá piscar dando início ao teste dinâmico. Você deverá girar o volante de direção de batente a batente para que se possa capturar informações do interruptor de pressão da direção hidráulica, caso tenha;
- 4- Provoque variações rápidas na rotação do motor;
- 5- Compare o código de piscadas com a mesma tabela do teste estático.

**Observação 2-** Não utilize uma lâmpada no lugar do led. Isso poderá causar problemas no sistema de injeção.

**Observação 3-** Caso seja apresentado algum código diferente do 11 (sistema ok), apague a memória e funcione o motor, girando a direção de um lado ao outro e provocando acelerações bruscas no motor. Refaça novamente o teste estático e dinâmico. Caso o defeito persista, verifique o sistema indicado.

**Observação 4-** Os códigos lampejantes são apenas orientativos de modo a facilitar o diagnóstico do defeito jamais conclusivos.

## Aula 12 - Tabela de códigos do sistema FIC EEC-IV

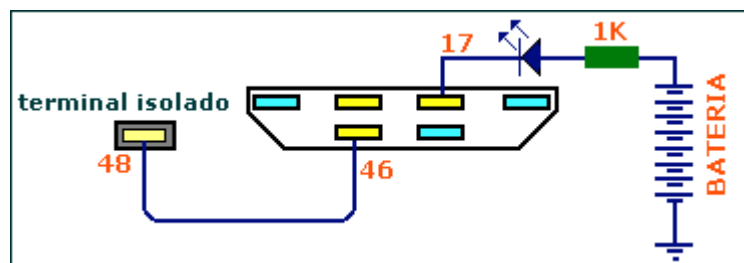
A seguir mostraremos os códigos de falha referentes ao sistema FIC EEC-IV com dois dígitos.

Cód	Descrição do código lampejante
11	Sistema ok
12	Corretor da marcha lenta não eleva a rotação durante o teste dinâmico
13	Corretor da marcha lenta não reduz a rotação durante o teste dinâmico
14	Falha no sensor de rotação e PMS (hall)
15	Falha na unidade de comando
18	Avanço da ignição fixo ou com o shorting-plug desconectado ou em aberto
19	Sem tensão de referência (terminal 26) para os sensores de pressão e borboleta
21	Temperatura do líquido de arrefecimento fora da faixa
22	Pressão absoluta do coletor de admissão fora da faixa
23	Posição da borboleta de aceleração fora da faixa
24	Temperatura do ar admitido fora da faixa
29	Falha no circuito do sensor de velocidade
41	Falha no sinal da sonda lambda
42	Sonda lambda indica mistura rica
51	Temperatura do líquido de arrefecimento abaixo da faixa
52	Circuito do interruptor de carga da direção hidráulica aberto ou não muda de estado
53	Posição da borboleta de aceleração acima da faixa
54	Temperatura do ar admitido abaixo da faixa
55	Falha na alimentação da unidade de comando
61	Temperatura do líquido de arrefecimento acima da faixa
63	Posição da borboleta de aceleração abaixo da faixa
64	Temperatura do ar admitido acima da faixa
67	Condicionador de ar ligado durante o teste
72	Depressão insuficiente durante a resposta dinâmica
73	Aceleração insuficiente durante a resposta dinâmica
77	Resposta dinâmica não executada ( passo 5 do procedimento de teste não realizado)
85	Falha no circuito da eletroválvula de purga do canister
87	Falha no circuito de acionamento da bomba de combustível
95	Sinal da bomba de combustível ligada sem o comando da ECU
96	Sinal da bomba de combustível desligada sem o comando da ECU
98	Sistema de emergência

Na próxima aula iremos ver como obter o código lampejante o sistema EEC-IV com três dígitos.

## Aula 13 - Código lampejante FIC EEC-IV com três dígitos

Para se obter o código lampejante no sistema EEC-IV com três dígitos procede-se da mesma forma que o de dois dígitos. A diferença fica por conta dos códigos e da posição do terminal 48 no conector de diagnóstico, que nesse sistema, fica isolado.



Você também poderá fazer a ligação no conector da unidade de comando que possui 60 pinos. Basta fazer um jumper nos terminais 46 e 48 e colocar o led com o resistor no terminal 17.

Segue abaixo os principais códigos de defeito no sistema.

COD	Descrição do código
111	Sistema sem defeito
112	Sensor de temperatura do ar abaixo da voltagem mínima
113	Sensor de temperatura do ar acima da voltagem máxima
114	Sensor de temperatura do ar fora da faixa - teste estático ou dinâmico
116	Sensor de temperatura da água fora da faixa- teste estático ou dinâmico
117	Sensor de temperatura da água abaixo da voltagem mínima
118	Sensor de temperatura da água acima da voltagem máxima
121	Voltagem da borboleta fechada fora da faixa
122	Sensor de posição de borboleta abaixo da voltagem mínima
123	Sensor de posição de borboleta acima da voltagem máxima
124	Sensor de posição de borboleta com voltagem acima do esperado
125	Sensor de posição de borboleta com voltagem abaixo do esperado
126	Sensor de pressão absoluta ou sensor de pressão barométrica fora da faixa
128	Mangueira de vácuo do sensor de pressão absoluta quebrada ou desconectada
129	Medidor de massa de ar com sinal insuficiente durante a resposta dinâmica
139	Nenhum interruptor de sensor de oxigênio (banco 2) detectado
144	Nenhum interruptor de sensor de oxigênio (banco 1) detectado
157	Medidor da massa de ar abaixo da voltagem mínima
158	Medidor da massa de ar acima da voltagem máxima
159	Medidor da massa de ar fora da faixa - teste estático ou dinâmico
167	Abertura insuficiente da borboleta durante a resposta dinâmica
171	Senso de oxigênio (banco 1) em malha aberta
172	Sonda lambda (banco 1) indicando mistura pobre
173	Sonda lambda (banco 1) indicando mistura rica
175	Senso de oxigênio (banco 2) em malha aberta
176	Sonda lambda (banco 2) indicando mistura pobre
177	Sonda lambda (banco 2) indicando mistura rica
178	Sonda lambda com resposta lenta
184	Medidor da massa de ar com sinal acima do esperado
185	Medidor da massa de ar com sinal abaixo do esperado

186	Tempo de injeção acima do esperado
187	Tempo de injeção abaixo do esperado
211	Falha no circuito do sensor de rotação e PMS
212	Ausência do sinal de retorno de ignição
213	Circuito do ajuste do ponto aberto
214	Falha no circuito do sensor de fase
215	Falha no circuito primário da bobina 1
216	Falha no circuito primário da bobina 2
219	Falha no circuito de controle do avanço da ignição, sistema atrasado em 10 graus
225	Sensor de detonação não atua durante a resposta dinâmica
328	Voltagem na eletroválvula de gerenciamento da válvula EGR abaixo do esperado
332	EGR com fluxo de gases insuficiente

## Aula 13 - Tabela de códigos do sistema FIC EEC-IV com 3 dígitos

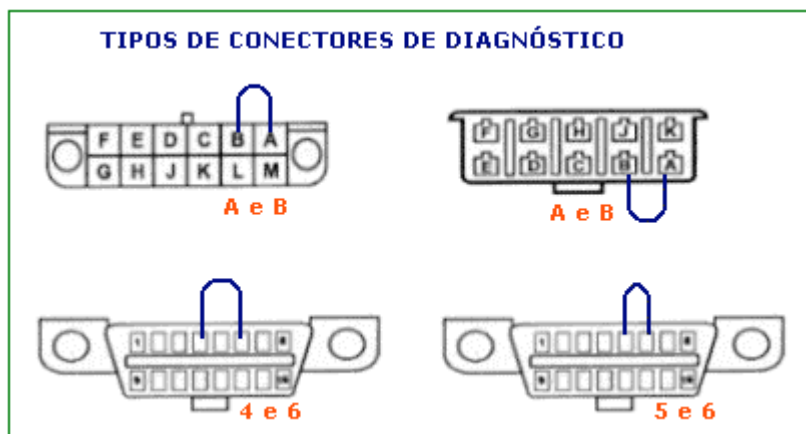
Cód	Descrição do código lampejante
338	Sensor de temperatura da água abaixo do esperado
339	Sensor de temperatura da água acima do esperado
341	Conector de octanagem em operação ou circuito aberto
411	Corretor de marcha lenta não eleva rotação
412	Corretor de marcha lenta não reduz rotação
452	Leitura insuficiente da velocidade do veículo
511	Falha na memória ROM
512	Falha na memória RAM
519	Circuito aberto no interruptor de carga da direção hidráulica
521	Interruptor de carga da direção hidráulica inoperante
524	Baixa rotação da bomba de combustível ou circuito aberto
528	Falha no circuito da embreagem do compressor do ar condicionado
529	Falha no circuito de comunicação de dados
551	Falha no circuito do corretor de marcha lenta
556	Falha no circuito primário do relé da bomba de combustível
557	Circuito primário do relé da bomba de combustível aberto
559	Falha no circuito do relé do ar condicionado
563	Falha no controle da segunda velocidade dos eletroventiladores
565	Falha no circuito da eletroválvula de purga do canister

Observação: Nesse sistema, nem todos os códigos podem ser utilizados. Isso vai depender o veículo e a quantidade de acessórios que o mesmo possui.

## Aula 14 - Código lampejante - linha GM

A linha GM utiliza em boa parte dos seus automóveis o sistema Multec. Também pode ser encontrado sistemas de injeção Bosch. Estaremos apresentando nessa aula como obter o código lampejante nestes sistemas e a sua tabela.

**Observação:** Embora os jumpers sejam diferentes, os códigos são os mesmos para os diferentes sistemas.



Segue abaixo a tabela com os códigos lampejantes.

COD	DESCRIÇÃO DO CÓDIGO LAMPEJANTE
12	Sem sinal do sensor de rotação e PMS
13	Circuito aberto na sonda lambda - sensor de oxigênio
14	Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento - tensão baixa
15	Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento - tensão alta
16	Sem sinal do sensor de detonação
17	Falha no circuito do eletroinjeter
18	Sem sinal de regulação do sensor de detonação
19	Sinal incorreto do sensor de rotação e PMS
21	Sensor de posição de borboleta de aceleração - tensão alta
22	Sensor de posição de borboleta de aceleração - tensão baixa
24	Sem sinal do sensor de velocidade
25	Tensão alta nos eletroinjetores (monoponto ou simultâneo) ou no eletroinjeter 1 (seqüencial)
26	Tensão alta no eletroinjeter 2
27	Tensão alta no eletroinjeter 3
28	Tensão alta no eletroinjeter 4 (todos exceto Corsa GSI)
29	Mal contato nos terminais do relé da bomba (Corsa GSI)
31	Tensão baixa no relé da bomba (motor 4 cilindros)
32	Tensão alta no eletroinjeter 5 (motor de 6 cilindros)
33	Nenhum sinal do sensor de rotação
34	Falha na eletroválvula de gerenciamento de vácuo da válvula EGR
35	Tensão alta no relé da bomba (motor 4 cilindros)
36	Tensão alta no eletroinjeter 6 (motor 6 cilindros)
37	Tensão alta no sensor de pressão absoluta
38	Tensão baixa na eletroválvula EGR (Vectra / S10 2.2 MPFI)
39	Tensão baixa no sensor de pressão absoluta
40	Tensão alta na eletroválvula EGR (Vectra / S10 2.2 MPFI)
41	Falha no atuador de marcha lenta (motores a gasolina)
42	Tensão baixa no relé de partida à frio (motores a álcool)
43	Tensão alta no relé de partida à frio (motores a álcool)
44	Tensão baixa na sonda lambda
45	Tensão alta na sonda lambda
46	Tensão alta no comando da bobina dos cilindros 2 e 3
47	Tensão alta no comando da bobina dos cilindros 1 e 4
48	Falha no controle do avanço da ignição (Multec 700)
49	Falha no circuito do sinal do sensor de detonação (Omega 2.2 MPFI e S10 EFI)
50	Sistema EGR linear (Corsa GSI)

## Cód

### Descrição do código lampejante

44	Tensão baixa na sonda lambda - mistura pobre
45	Tensão alta na sonda lambda - mistura rica
47	Sistema EGR linear
48	Tensão baixa da bateria
49	Tensão alta da bateria
51	Defeito na unidade de comando (ECU ou EPROM)
52	Tensão alta na lâmpada de anomalia Tensão baixa no relé de comando da bomba de ar secundário (Corsa GSI)
53	Tensão baixa no relé da bomba Tensão alta no relé de comando da bomba de ar secundário (Corsa GSI)
54	Tensão alta no relé da bomba Potenciômetro de ajuste de CO fora da faixa (Multec 700)
55	Defeito na unidade de comando
56	Tensão alta no atuador de marcha lenta Tensão baixa na eletroválvula do sistema de injeção secundária de ar (Corsa GSI)
57	Tensão baixa no atuador de marcha lenta Tensão alta na eletroválvula do sistema de injeção secundária de ar (Corsa GSI)
61	Tensão baixa na eletroválvula de purga do canister
62	Tensão alta na eletroválvula de purga do canister
63	Tensão baixa no comando da bobina dos cilindros 2 e 3
64	Tensão baixa no comando da bobina dos cilindros 1 e 4
66	Falha no transdutor de pressão do ar condicionado
69	Sensor de temperatura do ar - tensão baixa
71	Sensor de temperatura do ar - tensão alta
73	Medidor de massa de ar - tensão baixa
74	Medidor de massa de ar - tensão alta



75	Tensão baixa no controle de torque (transmissão automática)
76	Tempo de atuação muito longo na identificação do câmbio Controle contínuo de torque
77	Relé do eletroventilador da primeira velocidade - tensão baixa
78	Relé do eletroventilador da primeira velocidade - tensão alta
81	Tensão baixa nos eletroinjetores (monoponto ou simultâneo) ou no eletroinjetor 1 (seqüencial)
82	Tensão baixa no eletroinjetor 2
83	Tensão baixa no eletroinjetor 3
84	Tensão baixa no eletroinjetor 4
85	Tensão baixa no eletroinjetor 5
86	Tensão baixa no eletroinjetor 6
87	Relé de acionamento do ar condicionado - tensão baixa
88	Relé de acionamento do ar condicionado - tensão alta
92	Falha no circuito do sensor de fase
93	Sensor de fase - tensão baixa Falha no módulo Quad Driver U8 (Omega 2.2 ou S10)
94	Sensor de fase - tensão alta Falha no módulo Quad Driver U9 (Omega 2.2 ou S10)
97	Tensão alta no sinal de injeção do controle de torque
119	Sensor de pressão absoluta - valor incorreto no momento da partida
125	Baixa pressão no coletor de admissão
126	Alta pressão no coletor de admissão
135	Tensão baixa na lâmpada de anomalia
136	Substituição da unidade de comando
138	Tensão baixa no sensor de pressão
139	Tensão alta no sensor de pressão
143	

Imobilizador erroneamente inicializado

144

Imobilizador - código não recebido

145

Imobilizador - recebido código errado

171

Tensão baixa no relé do eletroventilador da segunda velocidade

172

Tensão alta no relé do eletroventilador da segunda velocidade

173

Tensão baixa no sensor de pressão do ar condicionado

174

Tensão alta no sensor de pressão do ar condicionado

**Observação:** Nesse sistema, nem todos os códigos podem ser utilizados. Isso vai depender o veículo e a quantidade de acessórios que o mesmo possui.

## Aula 15 - Objetivo do sistema de injeção

Como já vimos nas aulas anteriores, existe no mercado uma infinidade de sistemas de injeção eletrônica de combustível. Mesmo assim, embora diferentes um do outro, todos tem o mesmo objetivo, ou seja, fazer com que a mistura ar + combustível tenha uma queima perfeita, ou próximo disso.

A perfeição da queima do combustível reduz o índice de poluentes. Também faz com que o motor tenha um rendimento térmico superior, o que influencia diretamente na sua potência. Outro benefício está na considerável redução de consumo, que nos dias atuais é um fator muito importante.

Para que a mistura seja queimada por completo, deve haver uma série de fatores que devem ser obedecidos como:

- ? Proporção ideal entre a massa de ar admitido e a massa de combustível injetado;
- ? Atomização perfeita da massa de combustível na massa de ar;
- ? Tempo para que a mistura seja queimada por completo.

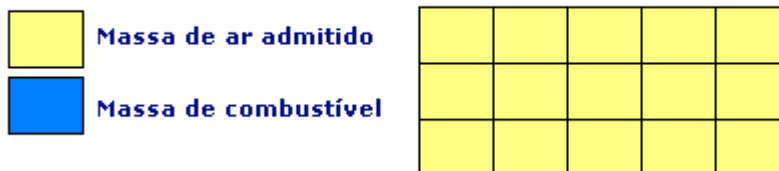
Existem outros fatores que também influenciam no processo de combustão, mas destacamos os três mais importantes.

### - Proporção ideal entre a massa de ar e a massa de combustível

Para que a mistura ar + combustível tenha uma combustão perfeita, é necessária que a sua quantidade (massa) seja ideal. Isso significa que deve haver uma quantidade exata entre a massa de ar admitido e o volume de combustível injetado.

A proporção ideal entre a massa de ar admitido e a massa de combustível injetado é chamado de "**Relação Estequiométrica**". Essa relação está na faixa de 14,7 : 1 aproximadamente para um motor à gasolina e 9 : 1 para um motor à álcool.

#### RELAÇÃO ESTEQUIOMÉTRICA



Normalmente arredondamos a proporção da mistura de um motor à gasolina em 15 : 1 (deve ser lido 15 para 1).

Quando a relação sai fora dessa faixa, dizemos que há problemas na mistura. Neste caso, a mistura poderá estar rica ou pobre.

**Mistura rica:** quando a massa de ar admitido for menor que o necessário para inflamar a massa de combustível injetado, ou seja, o volume de ar é insuficiente.

**Mistura pobre:** quando a massa de ar admitido for maior que o necessário para inflamar a massa de combustível injetado, ou seja, excesso de ar.

Em qualquer uma das situações acima mencionadas, a queima não será perfeita, trazendo uma série de consequências para o motor, para o meio ambiente ou para o bolso do proprietário.

A mistura rica faz com que o consumo de combustível e o índice de poluentes seja mais elevado, com um pequeno ganho de rendimento do motor (não se deve obter ganho de rendimento prejudicando o meio ambiente). Também poderá causar a redução da vida útil do motor, das velas de ignição e do conversor catalítico (catalisador).

Já a mistura pobre tende a elevar a temperatura nas câmaras de combustão, podendo provocar danos irreversíveis ao motor, como a fundição da cabeça do pistão, das válvulas, etc.

### **Exemplos de proporção de mistura (em massa - kg) para motores à gasolina:**

11 : 1 - mistura rica

15 : 1 - mistura ideal ou relação estequiométrica  
19 : 1 - mistura pobre

**Exemplos de proporção de mistura (em massa - kg) para motores à álcool:**

6 : 1 - mistura rica  
9 : 1 - mistura ideal ou relação estequiométrica  
13 : 1 - mistura pobre

Observe que a relação 13 : 1 num motor a álcool é uma mistura pobre, porém, para motor à gasolina é considerado uma mistura rica. Para evitar esse tipo de comparação, iremos descrever a proporção da mistura admitida da seguinte forma:

? < 1 - mistura rica  
? = 1 - mistura ideal ou relação estequiométrica  
? > 1 - mistura pobre

O valor ? = 1 (lê-se lambda) é a proporção ideal de mistura, não importando o tipo de combustível utilizado.

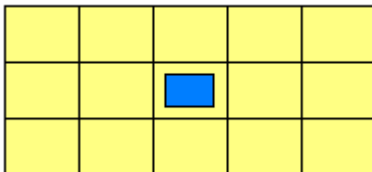
Para entendermos esses valores é muito simples. Considere o valor ? como sendo a massa de ar admitido e o valor 1 como sendo a massa de combustível injetado. Assim, teremos:

? < 1 - massa de ar menor que o necessário para a queima de 1 kg de combustível;  
? > 1 - massa de ar maior que o necessário para a queima de 1 kg de combustível.

No caso, o sinal de igualdade ( = ) deve ser substituído pela palavra "suficiente", então teremos:

? = 1 - massa de ar suficiente para a queima de 1 kg de combustível.

**MISTURA POBRE**



Num sistema carburado, essa proporção de mistura era feito por meio de furos calibrados, ou seja, mecanicamente, tendo uma grande margem de erros.

Já no sistema de injeção, essa mistura é controlada pela unidade de comando.

## Aula 16 - Determinando o tempo de injeção

Como dissemos na aula anterior, a proporção da mistura é num sistema de injeção é controlado pela unidade de comando. Mas, como ela faz isso?

Primeiramente ela calcula a massa de ar admitido e depois ela determina a massa de combustível a ser injetado. A massa de combustível injetado (volume) depende da pressão do combustível e do tempo de injeção (tempo que a válvula injetora ficará aberta).

A massa de ar pode ser calculada de quatro maneiras diferentes, dependendo do sistema de injeção utilizado:

**1- ângulo da borboleta x rotação do motor:** o tempo básico de injeção é definida em testes de bancada em laboratório em função do ângulo da borboleta de aceleração e da rotação do motor, gerando uma tabela de tempos básicos de injeção que ficam gravados na EPROM. Assim, para se saber a massa de ar admitido, basta a unidade verificar a porcentagem de abertura da borboleta de aceleração e a rotação do motor. Feito isso, ela compara com os dados gravados na memória e determina o tempo de injeção. Este método somente é utilizado no sistema Bosch Monomotronic MA1.7 (Tipo 1.6 monoponto).

**2- speed-density (rotação x densidade):** neste método, o tempo básico de injeção é calculado, indiretamente, em função do fluxo da massa de ar admitido. O fluxo de ar é determinado pela rotação do motor, pelo volume dos cilindros (taxa de cilindrada) e pela densidade do ar (que é calculado em função da pressão absoluta do coletor de admissão e a temperatura do ar admitido). Este método é bem superior (preciso) que o primeiro e mais barato que os demais. Sendo assim, é o mais utilizado nos sistemas de injeção.

**3- fluxo de ar (leitura direta):** é calculado diretamente em função da vazão do ar admitido. Esta vazão é determinada diretamente por um medidor de fluxo (instalado logo após o filtro de ar e antes da borboleta de aceleração) e o seu valor é corrigido em função da variação de temperatura do ar admitido (devido a densidade do ar). É um método extremamente preciso, porém muito caro e muito sensível.

**4- massa de ar (leitura direta):** o tempo de injeção é calculado diretamente, em função da massa de ar admitido. A massa de ar é determinada por um medidor mássico, que pelo seu princípio de funcionamento corrige automaticamente, as variações da pressão atmosférica, da temperatura ambiente e até a umidade relativa do ar. É um método extremamente preciso e robusto e mais barato que o medidor de fluxo de ar.

Observe que os métodos 1 e 2 são de leitura indireta, ou seja, deve-se calcular outros parâmetros para se definir a massa de ar admitido. Já os itens 3 e 4 são de leitura direta, dependendo apenas do medidor de fluxo ou do medidor mássico.

A seguir, algumas características dos métodos de leitura:

**1- ângulo da borboleta x rotação do motor:** necessita de um sensor de posição de borboleta (TPS) muito mais preciso que os demais sistemas, por isso, utiliza um sistema de pista dupla, portanto, possui quatro terminais. Este sensor permite duas leituras diferentes, uma até 24% de abertura e outra acima de 18 graus.

**2- speed-density (rotação x densidade):** em função do próprio método, todos os sistemas que utilizam esse princípio possuem um sensor de pressão absoluta do coletor (MAP) e um sensor de temperatura do ar admitido (ACT). A linha Volkswagen com sistema Magneti Marelli utiliza inclusive, esses sensores combinados em uma única peça.

**3- fluxo de ar (leitura direta):** Neste método o medidor de vazão vem combinado com o sensor de temperatura do ar admitido. Necessita também, que a unidade de comando reconheça a pressão atmosférica para corrigir a densidade do ar. Neste caso, é utilizado também um sensor de pressão barométrica.

**4- massa de ar (leitura direta):** É o método mais moderno e preciso. Utiliza um medidor de massa por meio de um fio aquecido e a determinação da massa de ar é direta. Todas as variações de pressão podem ser corrigidas por esse medidor, o que elimina o sensor de pressão absoluta do coletor. O medidor mássico também é conhecido por sensor MAF (não confunda com MAP).

Independente do método utilizado para se determinar a massa de ar admitido, a unidade de comando, após essa informação, determina o tempo de injeção, ou seja, quanto tempo a válvula injetora deverá permanecer aberta. Isso irá depender também da pressão da linha de combustível.

Veja um exemplo:



Os sensores de temperatura do ar admitido e o sensor mássico informam à unidade de comando sobre a massa de ar admitido. Esta por sua vez, calcula o tempo de injeção o qual fará com que a válvula fique aberta por um determinado tempo.

Se fosse para a unidade determinar o tempo de injeção somente pelo efeito da massa de ar seria muito simples, pois, teríamos poucos sensores no motor. Acontece que o motor possui diversas variáveis, como rotação, temperatura do líquido de arrefecimento, etc, além de outros fatores externos, o que faz necessário a utilização de outros sensores, de modo a corrigir esse tempo de injeção. Veremos isso mais adiante.

Caso tenha ficado com alguma dúvida sobre os métodos de leitura da massa de ar, entre em contato conosco pelo e-mail [suporte@webmecauto.com](mailto:suporte@webmecauto.com)

## Aula 17 - Atomização da massa de combustível na massa de ar

Para que haja uma combustão perfeita, além da proporção exata entre a mistura ar + combustível ainda deverá haver a atomização da massa de combustível na massa de ar, ou seja, as partículas de combustível deverão se misturar muito bem na massa de ar.

### BOA ATOMIZAÇÃO



### MÁ ATOMIZAÇÃO



Os pontos em amarelo representam a massa de ar e os pontos em azul representam a massa de combustível. Observe que no primeiro exemplo temos uma boa atomização da mistura, uma vez que a massa de combustível se encontra bem diluído sobre a massa de ar. Já no segundo exemplo, há uma maior concentração da massa de combustível em um determinado ponto, ou seja, a proporção da mistura pode ser a ideal mas a mistura não está bem atomizada, o que poderá vir a provocar a falhas no processo de combustão.

O sistema de injeção eletrônica permite essa melhora na atomização graças à forma que o combustível é injetado na massa de ar. Isso irá depender muito da válvula injetora que deverá pulverizar muito bem o combustível.

Um outro fator importante está no aquecimento do coletor de admissão. Como a mistura adquire uma alta velocidade de fluxo no coletor, as suas paredes internas tendem a ficar com temperaturas muito baixas, o que poderá vir a ocasionar a condensação da combustível. Motivo pelo qual o coletor possui um sistema de aquecimento que é obtido junto ao sistema de arrefecimento.

No sistema multiponto isso não ocorre porque no interior do coletor só passará ar, pois, o combustível será injetado muito próximo às válvulas de admissão. Sendo assim, a atomização do combustível torna-se mais eficiente no sistema multiponto.

Uma outra vantagem no sistema multiponto é que se pode reduzir a velocidade do fluxo da mistura, uma vez que no coletor somente passa ar. Isso garante uma menor perda de pressão interna o que possibilita um melhor preenchimento dos cilindros, garantindo um maior rendimento ao motor. Também leva-se em conta que não haverá necessidade em se preocupar com a temperatura das paredes internas do coletor.

### Maior diâmetro



### Menor diâmetro



No sistema monoponto, para garantir uma boa atomização da mistura, é necessário que se aumente a velocidade do fluxo dos gases. Isso faz com que a pressão do coletor diminua, devido à uma maior resistência ao fluxo dos gases. Como no sistema multiponto não há a preocupação com a atomização no coletor, pode-se aumentar o seu diâmetro, evitando perdas de pressão.

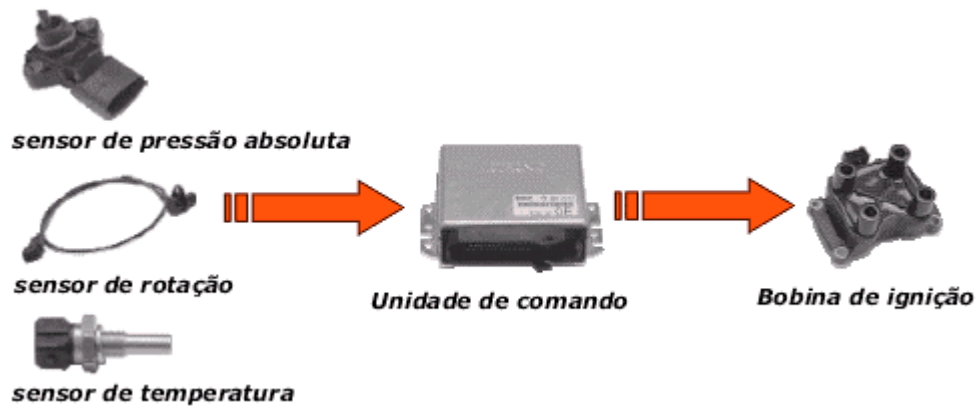
Mesmo que haja uma proporção exata da mistura e uma ótima atomização da massa de combustível injetada na massa de ar admitida, se não houver tempo suficiente para que toda a mistura seja inflamada, o processo ficará comprometido. Por isso há o avanço da ignição.

Nos sistemas antigos você ajustava o avanço inicial e o distribuidor e, por meio dos avanços automáticos a vácuo e centrífugo, permitia o ajuste de tempo para que a mistura pudesse se inflamar.

Hoje, com o sistema de injeção, esse conceito não foi modificado, ou seja, quanto maior for a carga do motor ou a rotação, mais avançado deve ser lançado a centelha elétrica para que se possa "dar tempo" da mistura se inflamar. A diferença é que o sistema controla esse avanço por meio de um mapeamento da ignição.

O mapeamento da ignição é obtido por meio de três variáveis: pressão do coletor, rotação e temperatura do motor. A unidade de comando deverá receber essas variáveis e ajustar automaticamente o avanço da ignição, cujos dados se encontram gravados na EPROM. Neste caso, a unidade de comando do sistema de injeção também controla o sistema de ignição.





No sistema Bosch Le Jetronic o comando do avanço da ignição se faz por meio de uma unidade de comando à parte, específica para a ignição, denominada de módulo EZ-K. No interior deste módulo trabalha o sensor de pressão absoluta do coletor.

Talvez você esteja se perguntando: "Se der problema no sensor de pressão absoluta há necessidade de se trocar o módulo?". A resposta é afirmativa, mas não é uma exclusividade do Le Jetronic, o sistema Digifant 1.82 utilizado no Golf GL 1.8 Mi também utiliza o sensor de pressão dentro da unidade, só que da injeção.

## Aula 18 - Sensores

Como já mencionamos, todas as variáveis do motor como: temperatura do líquido de arrefecimento, temperatura do ar, pressão absoluta do coletor, posição da borboleta de aceleração, rotação, fase, concentração de oxigênio no escapamento, etc. são capturadas pelos diversos sensores e enviadas para a unidade por meio de sinais elétricos.

Os sensores são componentes eletroeletrônicos que transformam sinais mecânicos em sinais elétricos para a unidade de comando.

Os sensores podem ser classificados quanto a sua função no sistema ou quanto ao seu princípio de funcionamento. Basicamente iremos dividir os sensores em quatro grupos distintos. Estes grupos foram classificados de acordo com o tipo de reposta enviada à unidade de comando, portanto, podem ser: resistivos, capacitivos, geradores de sinal, interruptores.

**Sensores resistivos:** Através de uma variação da sua resistência elétrica, pode receber um sinal fixo ou de referência de 5 volts e retornar à unidade de comando um valor variável entre 0 a 5 volts.

**Capacitivos:** São capacitores (dispositivo eletrônico capaz de acumular cargas elétricas) variáveis que, ao receberem um sinal fixo de referência de 5 volts, retornam uma tensão de 0 ou 5 volts para a unidade de comando.

**Geradores de sinais:** São capazes de transformar algum fenômeno físico em eletricidade (tensão elétrica), não dependendo de um sinal de referência da unidade de comando. Eles por si só são capazes de gerar um sinal.

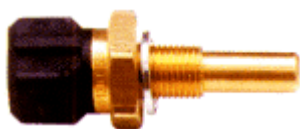
**Interruptores:** Não são considerados sensores, pois, não informam nenhuma variável para a unidade de comando. Na realidade os interruptores informam apenas duas condições para a unidade, mas são de suma importância em alguns sistemas.

Resistivos	Capacitivos	Geradores	Interruptores
Temperatura do motor	Pressão do coletor	Rotação	Posição da borboleta
Temperatura do ar	----	Fase	Pressão da Dir. Hidr.
Posição de borboleta	----	Oxigênio	Embreagem A/C
Pressão do coletor	----	Velocidade	Octanagem combustível
Pressão atmosférica	----	Detonação	----
Fluxo de ar	----	----	----
Massa de ar	----	----	----

Há também um grupo distinto que são os geradores por efeito Hall, cuja função é converter um sinal contínuo de 12 volts em um sinal pulsado (ondas quadradas) para a unidade de comando. Podem ser utilizados como sensores de velocidade ou rotação.

A tensão da bateria, o sinal de partida, o teor de álcool na gasolina também podem ser monitorados pela unidade de comando.

Informa a unidade de comando das condições de temperatura do motor. Esta temperatura é medida pelo líquido de arrefecimento.



O sensor de temperatura do motor também pode ser chamado de ECT ou CTS. Fica posicionado na parte mais aquecida do motor, normalmente no cabeçote. A sua ponta sensível fica em contato direto com o líquido de arrefecimento.

O sensor de temperatura do líquido de arrefecimento é um semicondutor do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient) coeficiente negativo de temperatura. Isso significa que se trata de um resistor variável (termistor) cuja resistência é inversamente proporcional a temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, menor a sua resistência elétrica. Veja um exemplo na tabela abaixo:

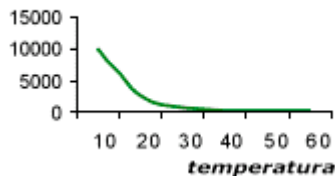
Temperatura °C	Resistência- ohms	Tensão- volts
0	10000	4,1
30	2500	2,5

60	600	1,7
80	300	0,5
90	250	0,4
100	200	0,3

Os dados acima referem-se ao sistema Magneti Marelli SPI G6/G7 da Fiat.

Se você observar bem a tabela, verá que os valores não são lineares, ou seja, não proporcionais. Sendo assim, o dobro da temperatura não significa a metade da resistência. Veja o gráfico abaixo:

**Gráfico temperatura x resistência**

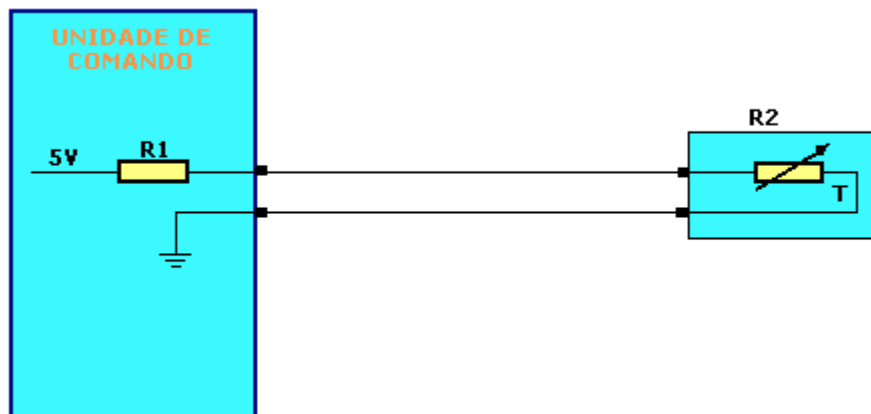


Observe no gráfico a curva característica de um sensor de temperatura. Em caso linear, a linha seria reta.

O gráfico mostra claramente que, quanto maior a temperatura, menor a resistência elétrica.

O valor da tensão obtido no sensor é a variação entre 0 e 5 volts que o mesmo retorna à unidade de comando, ou seja, a unidade envia um sinal fixo de 5 volts e o sensor devolve um valor variável entre 0 e 5 volts conforme a temperatura do motor.

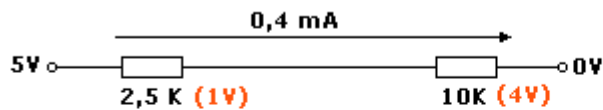
O sensor de temperatura é um resistor variável que fica ligado em série com um resistor fixo na unidade de comando, formando um divisor de tensão. De acordo com a variação da resistência no sensor, a sua tensão elétrica também varia. Quanto maior for essa resistência, maior será sua tensão. Abaixo mostramos o esquema típico de um divisor de tensão.



## Aula 19 - Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento

O circuito de temperatura, formado por um resistor fixo na unidade de comando e um resistor variável (sensor) formam um divisor de tensão típico. Assim, a soma das quedas de tensão sempre será igual a tensão fornecida (5 volts).

Suponhamos que o resistor fixo na unidade seja de 2,5 kohms. Se o sensor de temperatura possui uma resistência de 10 kohms, a sua tensão elétrica será igual a 4 volts.



$$R_T = R_1 + R_2 \text{ ou } 2,5 + 10 = 12,5 \text{ K}$$

$$I = E : R_T \text{ ou } 5 : 12,5 = 0,4 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = I \times R_1 \text{ ou } 0,4 \times 2,5 = 1 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I \times R_2 \text{ ou } 0,4 \times 10 = 4 \text{ V}$$

A queda de tensão no resistor fixo é de 1 volt e no resistor variável é de 4 volts. A soma das quedas deve ser igual a tensão fornecida ou 5 volts.

Com uma resistência de 10 kohms ou 10000 ohms, a sua tensão será de 4 volts, conforme o cálculo. Caso a temperatura se eleve e a resistência do resistor variável (sensor) diminuir para 2,5K, a sua tensão elétrica será de 2,5 volts.

Como podemos observar, qualquer variação de temperatura no sensor provoca uma variação da tensão. Essa tensão é lida pela unidade de comando para determinar a temperatura do motor. Note que a unidade não mede a tensão diretamente no sensor e sim no resistor fixo. Assim, a unidade pode determinar a tensão no sensor, uma vez que a mesma interpreta a soma das quedas de tensão. Se a unidade "perceber" que a tensão em R1 é de 3 volts, ela sabe perfeitamente que a tensão no sensor é de 2 volts, pois, a soma das quedas de tensão sempre será igual a tensão fornecida.

Caso você não tenha compreendido o cálculo acima, recomendamos que faça nosso curso de eletricidade de automóveis que explica perfeitamente este processo.

Se houver a interrupção do circuito (desligamento do sensor ou interrupção no chicote), a tensão no resistor fixo será de 0 volts. A unidade irá interpretar que a tensão no sensor é de 5 volts. Por outro lado, se houver um curto no chicote ou no sensor, a tensão em R1 fica em 5 volts e a unidade interpreta uma tensão de 0 volts no sensor.

Toda vez que a tensão atingir 0 volts ou 5 volts no sensor, a unidade grava em sua memória um código de defeito ( 0 volt- tensão baixa e 5 volts- tensão alta), que pode ser rastreada via código lampejante (quando houver possibilidade) ou por meio de um scanner. Qualquer outro valor que esteja acima de 0 volt e abaixo de 5 volt é aceito pela unidade de comando, mesmo que o valor esteja incorreto.

Assim, caso o sensor esteja com defeito (fora de faixa- não coincidindo com a tabela), o motor irá trabalhar de forma irregular e nenhum código será gravado.

A temperatura do motor é informada à unidade de comando para que a mesma possa traçar as seguintes estratégias:

- ? Fase de aquecimento do motor (enriquecimento da mistura);
- ? Controle da válvula EGR;
- ? Substituição do sensor de temperatura do ar caso não exista;
- ? Comandar o acionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento.

### Funcionamento do motor a frio

Neste caso, a unidade de comando deve enriquecer a mistura ar-combustível aumentando o tempo de injeção. Este enriquecimento permite o melhor funcionamento do motor na fase de aquecimento, devido as perdas por condensação de uma parte do combustível nas paredes frias do coletor. Além disso, o mapa de avanço da ignição deverá ficar alterado (adiantado) para promover uma melhor queima do combustível.

### Controle da válvula EGR

O sistema de recirculação dos gases de escape (EGR), atua principalmente com o intuito de diminuir a temperatura

nas câmaras de combustão e com isso reduzir a emissão de NOx (Óxido de nitrogênio). Como na fase fria, a unidade enriquece a mistura e o índice de NOx é baixo, esse recurso torna-se desnecessário e até mesmo prejudicial para o motor. Portanto, durante a fase de aquecimento, a válvula EGR ficará fechada (controlada pela unidade de comando) e a recirculação somente será restabelecida quando o motor atingir sua temperatura operacional.

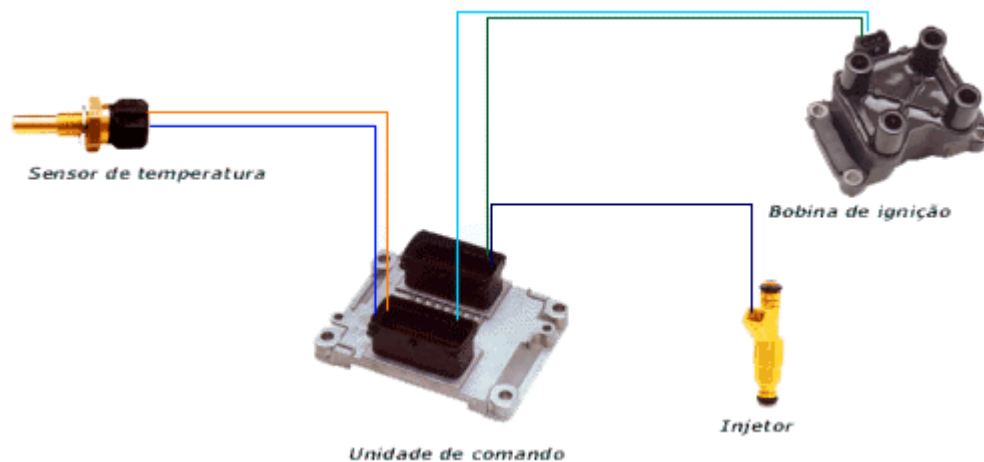
### ***Substituição do sensor de temperatura do ar***

Alguns sistemas mais simples, não possuem o sensor de temperatura do ar com o objetivo de se reduzir custos. Sendo assim, a unidade de comando grava a informação de temperatura do motor assim que a chave é ligada e estabelece a temperatura do ar. Logicamente, esse processo não tem tanta precisão quanto aos sistemas que possuem esse sensor.

### ***Comandar o acionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento***

A unidade de comando, em alguns sistemas, controla o acionamento do eletro-ventilador, substituindo o interruptor térmico (cebola). Neste caso, a unidade deve saber a temperatura do motor para determinar esse acionamento.

O sensor de temperatura pode ser aterrado na unidade de comando ou na própria carcaça do motor. Quando o aterramento é feito na unidade, o sensor possui dois terminais. Se o aterramento for na carcaça, o sensor irá possuir um único terminal. O sistema Le Jetronic da Bosch é uma exceção, pois possui dois terminais de sinal e o aterramento é feito na carcaça. Isso se deve ao fato deste sistema contar com duas unidades separadas (injeção - MCE e ignição - E-ZK). Essas duas unidades devem receber o sinal de temperatura.



## Aula 20 - Sensor de temperatura do ar admitido

O sensor de temperatura do ar trabalha praticamente da mesma forma que o sensor de temperatura do líquido de arrefecimento. A diferença é que este sensor trabalha em contato com o ar admitido e não com o líquido de arrefecimento.

É um sensor resistivo (termistor NTC) que fica ligado em série com um resistor fixo na unidade de comando, formando um divisor de tensão. A unidade de comando monitora esta tensão para determinar a temperatura do ar.



O sensor de temperatura do ar pode ter o aspecto muito parecido com o sensor de temperatura do líquido de arrefecimento (figura da esquerda) ou como mostra a figura à direita.

O primeiro é utilizado quando a mesma fica rosca no corpo de borboleta. Já o sensor com corpo plástico, normalmente é de encaixe, ou seja, fica encaixado por pressão na caixa do filtro de ar ou na mangueira que liga o filtro ao corpo de borboleta.



O sinal do sensor de temperatura do ar normalmente é utilizado pela unidade de comando para corrigir a leitura da massa de ar, em função da sua densidade (quanto menor a temperatura, mais denso é o ar).

No método de leitura "speed-density" ou "velocidade x densidade" da massa de ar, o sensor de temperatura do ar em conjunto com o sensor de pressão absoluta do coletor, permite a unidade de comando determinar a densidade do ar segundo a equação dos gases perfeitos:  $\rho = P / (R \times T)$ , onde:

$\rho$  = densidade em  $\text{kg/m}^3$

R = constante ( $\text{J}/(\text{kg} \times \text{K})$ )

P = pressão em Pascal (Pa)

T = temperatura em Kelvin (K)



Em alguns sistemas de injeção o sensor de temperatura do ar pode ser combinado em uma única peça com o sensor de pressão absoluta do coletor, uma vez que é utilizado esses dois sensores para fins de cálculo da densidade do ar (Ex: Manjeti Marelli IAW 1AVB, Bosch Motronic MP9.0, etc).

Neste caso, o sensor é posicionado após a borboleta de aceleração e não antes quando o mesmo é separado.

Nos sistemas de medição volumétrico, a temperatura do ar também é utilizado para corrigir a leitura da massa de ar em função da sua densidade, uma vez que o volume admitido é calculado diretamente pelo sensor de fluxo.



A medição da quantidade de ar admitida se baseia na medição da força produzida pelo fluxo de ar aspirado, que atua sobre a palheta sensora do medidor, contra a força de uma mola. Um potenciômetro transforma as diversas posições da palheta sensora em uma tensão elétrica, que é enviada como sinal para a unidade de comando. Alojado na carcaça do medidor de fluxo de ar encontra-se também um sensor de temperatura do ar, que deve informar à unidade de comando a temperatura do ar admitido durante a aspiração, para que esta informação também influencie na quantidade de combustível a ser injetada. Este componente sofre pouco desgaste, porém pode ser danificado, principalmente se penetrar água no circuito. Não possui peças da reposição. Em caso de avaria deve ser substituído por completo.

Nos sistemas de medição mássica, tem a função de estabilizar a temperatura do elemento quente (fio quente).



O medidor de massa de ar está instalado entre o filtro de ar e a borboleta de aceleração e tem a função de medir a corrente de ar aspirada. Através dessa informação, a unidade de comando calculará o exato volume de combustível para as diferentes condições de funcionamento do motor.

O sensor de temperatura do ar é alimentado pela unidade de comando com uma tensão de referência de 5 volts. De acordo com a temperatura do ar, o sensor se encontrará num determinado valor de resistência. Como se trata de um circuito divisor de tensão, de acordo com sua resistência haverá uma tensão em seus terminais que será uma variação entre 0 a 5 volts.

Qualquer valor acima de 0 e abaixo de 5 volts é aceito pela unidade de comando, mesmo que os dados estejam incorretos. Caso a tensão no sensor seja 0 volts (tensão baixa) ou 5 volts (tensão alta) será gravado um código de defeito na memória RAM e uma lâmpada de advertência poderá informar ao motorista de alguma irregularidade no sistema de injeção.

Através do scanner ou código lampejante, poderá chegar a esses códigos e corrigir o problema.

Em caso de circuito aberto será acusado um código de tensão alta e, em caso de curto-circuito será acusado um código de tensão baixa.

Se for apresentado um desses códigos, os seguintes elementos deverão ser verificados: chicote elétrico, sensor de temperatura do ar e unidade de comando.

Quando sensor de temperatura do ar for isolado de outros componentes, o mesmo terá dois terminais, sendo um terra (0 volt aterrado na unidade de comando) e um sinal/referência. Desligando o sensor, meça a tensão nos fios do chicote nesses dois terminais. Com a ignição ligada, a tensão deverá estar entre 4,96 a 5,04 volts. Se esse valor for encontrado, o provável defeito está no sensor. Caso contrário, verifique a continuidade dos dois fios à unidade de comando ou a possibilidade de existir um curto-circuito. Se estiver em ordem, o problema poderá estar na unidade de comando.

Uma outra maneira muito simples de testar esse componente consiste em desligar o sensor do chicote e no seu lugar, inserir um resistor (ex: 1,1 kohms para o sistema EEC-IV). Com o scanner, verifique em modo contínuo qual a temperatura do ar indicada. Se for próximo de 50 graus, a unidade de comando e o chicote estarão em ordem. Neste caso, substitua o sensor.

Para utilizar o método acima, deve-se conhecer o valor de resistência para cada nível de temperatura. Neste caso, o exemplo acima só se aplicaria para o sistema FIC EEC-IV.

## Aula 21 - Sensor de posição da borboleta de aceleração

O sensor de posição de borboleta tem como função informar a unidade de comando sobre a posição angular em que a borboleta de aceleração se encontra.

A unidade de comando utiliza essa informação para realizar as seguintes estratégias:

Posição da borboleta	Estratégia da unidade de comando
Fechada	marcha lenta
	cut-off
	dash pot
Mudança de posição	aceleração rápida
Parcial aberta	carga parcial
Totalmente aberta	plena carga

A unidade de comando ainda utiliza o sinal angular da borboleta de aceleração para determinar a carga do motor e assim, definir o avanço da ignição. Este método somente é utilizado quando o sistema não possui o sensor de pressão absoluta do coletor.

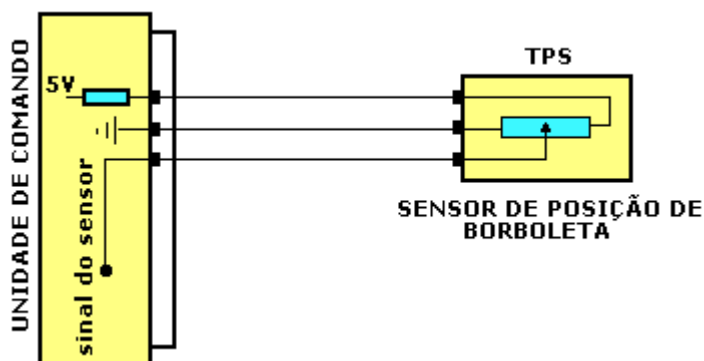


O sensor de posição da borboleta de aceleração é um potenciômetro linear, cuja resistência se altera de acordo com o movimento de um cursor sobre uma pista resistiva.

O cursor está ligado a um eixo, solidário ao eixo da borboleta de aceleração. Assim, com o movimento de abertura da borboleta, altera-se a posição do curso sobre a trilha, alterando também a sua resistência.

Diferente dos sensores de temperatura, o sensor de posição de borboleta (também chamado de TPS) possui três terminais, sendo um terra, um sinal de referência (5 volts) e um sinal de retorno à unidade de comando (valor variável entre 0 a 5 volts).

Como nos demais sensores, o TPS fica ligado em série com um resistor fixo na unidade de comando formando um divisor de tensão. A diferença é que desta vez, a unidade lê diretamente a tensão no sensor e não no resistor fixo, como era feito nos sensores de temperatura.



A unidade de comando aplica uma tensão de referência de 5 volts na linha do resistor fixo e potenciômetro (ligação série) o que forma um divisor de tensão.

A soma das quedas de tensão sempre será igual a tensão fornecida. Essa queda depende diretamente do resistor fixo e o valor da resistência do potenciômetro linear.

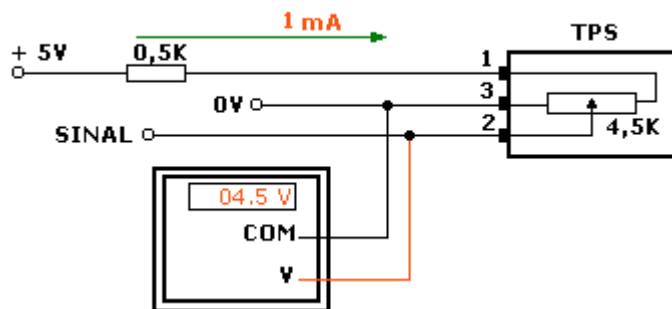
### Vejamos um exemplo no TPS do sistema FIC EEC-V com 60 pinos

Totalmente fechada = 0,7 kohms (aproximadamente)

Totalmente aberta = 4,5 kohms (aproximadamente)

Se o resistor fixo na unidade de comando for de 0,5 kohm e a borboleta de aceleração estiver totalmente aberta teremos:





Calculando a resistência total

$$RT = R1 + R2$$

$$RT = 0,5 + 4,5$$

$$RT = 5 \text{ K}$$

Calculando a corrente no circuito

$$I = V / RT$$

$$I = 5 / 5$$

$$I = 1 \text{ mA}$$

**R1 é o resistor fixo e R2 o TPS**

Veja que a corrente total que atravessa o circuito é de 1 mA. Se multiplicarmos a corrente pela resistência, temos a queda de tensão no resistor. Sendo assim:

Calculando a queda de tensão no resistor fixo (R1)

$$VR1 = I \times R1$$

$$VR1 = 1 \times 0,5$$

$$VR1 = 0,5V$$

Calculando a queda de tensão no sensor de posição (R2)

$$VR2 = I \times R2$$

$$VR2 = 1 \times 4,5$$

$$VR2 = 4,5V$$

Somando-se as duas quedas de tensão teremos a tensão total fornecida no circuito:

$$VT = VR1 + VR2$$

$$VT = 0,5 + 4,5$$

$$VT = 5V$$

Observe na figura o posicionamento do voltmetro. A tensão no TPS é de 4,5 volts, que é o sinal interpretado pela unidade de comando para identificar o ângulo de abertura da borboleta.

Para qualquer sensor de posição de borboleta (exceto o do tipo Monomotronic), a leitura do sinal se faz desta forma. Mede-se o sinal com a borboleta totalmente fechada e vá abrindo gradualmente. A tensão deverá subir de acordo com o grau de abertura da borboleta.

Para se medir a tensão de referência, basta mudar o cabo vermelho do voltmetro para o pino 1 do sensor (no exemplo acima).

O exemplo acima não é um valor exato, uma vez que há uma tolerância nos valores de resistência.

## Aula 22 - Sensor de posição da borboleta de aceleração - parte II

### :: Códigos de defeito

O sensor de posição de borboleta pode apresentar dois códigos de defeitos:

- ? Tensão baixa no sensor (circuito aberto - interrompido)
- ? Tensão alta no sensor (circuito em curto)

Ao se apresentar um dos códigos acima mencionados, devem ser verificados: sensor, chicote e unidade de comando.

### :: Tensão baixa no sensor (circuito aberto)

Ocorre quando a tensão no sensor for 0V. Verifique a tensão de referência que deve estar entre 4,96 a 5,04 V. Encontrando-se o valor é sinal que a linha de alimentação, terra e unidade de comando estão em ordem (enviando o sinal de referência). Não encontrando esse valor, verifique a continuidade no fio de alimentação e o terra. Estando em ordem, possível defeito na unidade de comando.

Caso a tensão de referência seja de referência seja 5 volts, verifique a continuidade do circuito de sinal. Estando em ordem, teste o sensor quando a sua resistência (fechada e aberta). Estando em ordem, possível defeito na unidade de comando (problema de recepção de sinal internamente).

### :: Tensão alta no sensor (circuito em curto)

Ocorre quando a tensão no sensor for 5V. Verifique a tensão de referência que não poderá ser superior a 5,04 volts. Se estiver em ordem, verifique a possibilidade do fio de referência não estar em curto com o sinal. Se estiver em ordem, meça a resistência mínima do sensor (pino de sinal e terra). O valor não poderá ser igual a 0 ohm. Se a resistência for igual a 0 ohm, substitua o sensor. Se estiver em ordem, possível defeito na unidade de comando.

### :: Potenciômetro de dupla pista

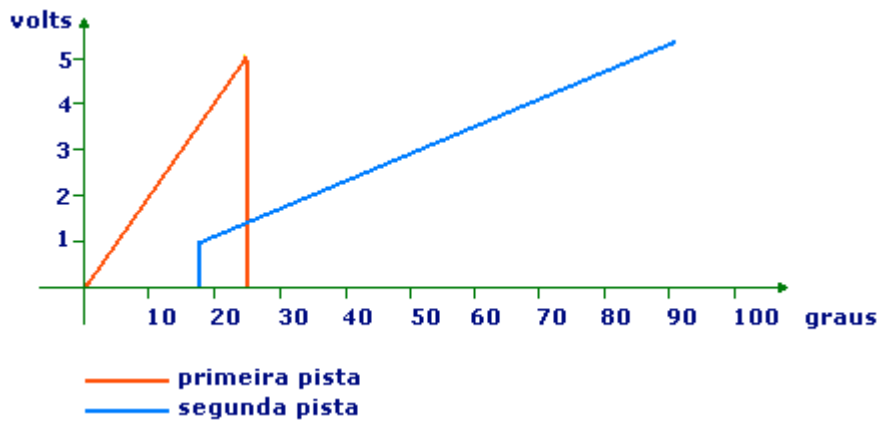
No sistema Bosch Monomotronic, o sinal angular da borboleta de aceleração é de suma importância, uma vez que o método de leitura da massa de ar se faz por meio da rotação x ângulo da borboleta de aceleração. Sendo assim, o potenciômetro deve ter uma sensibilidade muito maior do que nos demais sistemas.

Para melhorar essa sensibilidade, o TPS neste sistema possui duas pistas resistivas. Este potenciômetro, é, na realidade dois potenciômetros ligados em paralelo e envoltos por uma mesma carcaça, além, de ter o eixo da borboleta como acionador mecânico dos dois cursores simultaneamente.

A unidade de comando fornece uma tensão de referência de 5 volts para esse sensor.

No campo de abertura de 0 a 24 graus, correspondem ao período de atuação da primeira pista. A tensão será igual 0 volts quando a borboleta estiver totalmente fechada e um valor igual a 5 volts quando se atingir 24 graus de abertura da borboleta. Uma abertura superior a 24 graus não será sentida na primeira pista, o valor da resistência vai ao infinito.

O campo de abertura de 18 graus a aproximadamente 90 graus (abertura máxima) é sentida pela segunda pista. Ou seja, com 18 graus teremos 0 volt e com 90 graus 5 volts. Veja o gráfico abaixo



O sinal da primeira pista é relativo às condições de funcionamento do motor em marcha lenta e com carga parcial, já o sinal da segunda pista é referente a média e plena carga.

Observe que a inclinação das duas retas são diferentes, a primeira pista é mais levantada. Isto quer dizer que para as mesmas variações de ângulo, a primeira pista tem uma variação na tensão de saída maior do que a segunda pista. Isso possibilita uma maior sensibilidade na primeira pista o que favorece um mapeamento mais preciso nas condições críticas de funcionamento do motor que é a marcha lenta.

Neste sistema, ainda existe um interruptor de mínimo para reconhecimento das estratégias correspondentes à borboleta fechada.

#### :: Interruptor de borboleta



Em alguns sistemas, ao invés de se utilizar um potenciômetro na borboleta, utiliza-se um interruptor que apenas informa se a borboleta de aceleração está fechada, aberta ou totalmente aberta (não informa o ângulo de abertura).

Neste caso, as informações são: marcha lenta, carga parcial e plena carga.

O interruptor de borboleta possui na sua estrutura interna dois contatos (platinados). Quando totalmente fechada, o primeiro contato se fecha o segundo fica aberto. Quando a borboleta se encontra totalmente aberta, as condições se invertem. Em meia carga, os dois contatos estarão abertos.

O interruptor de borboleta é utilizado no sistema Le Jetronic da Bosch.

## Aula 23 - Sensor de pressão absoluta do coletor

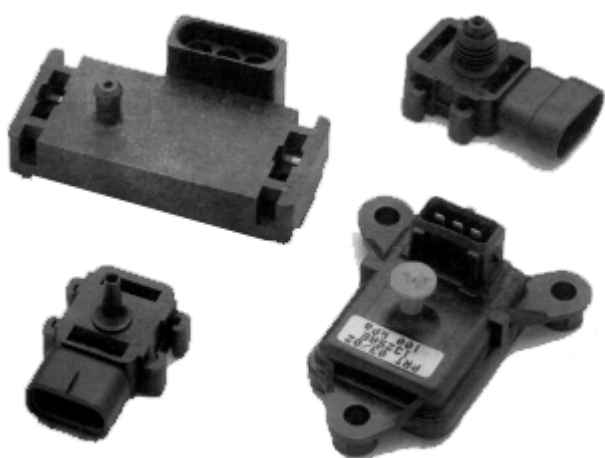
O sensor de pressão absoluta do coletor de admissão, também chamado de sensor MAP, tem por função informar a unidade de comando sobre as diversas variáveis da pressão do coletor de admissão, pressão esta chamada absoluta uma vez que se considera a pressão atmosférica ( 1 BAR ao nível do mar - aproximadamente).

No sistema de injeção este sensor tem uma papel fundamental, pois, é responsável pela indicação da carga do motor. Com isso, a unidade de comando pode determinar o avanço ideal da centelha, substituindo o antigo avanço automático à vácuo do distribuidor.

No método de leitura da massa de ar "speed-density" ele é responsável junto com o sensor de temperatura do ar, de determinar a densidade do ar, de modo que a unidade de comando como calcular a massa de ar admitido.

### :: Construção

O sensor de pressão absoluta é constituído por uma membrana resistiva (sua resistência varia de acordo com o grau de deformação dessa membrana) e é envolvido por um invólucro onde se formam duas câmaras, uma com pressão fixa ( 1 BAR ) e outra exposta à pressão do coletor).



Na figura ao lado temos alguns exemplos de sensores MAP. Observe que este sensor possui três terminais, sendo um de alimentação ( 5 volts - referência), um terra ( 0 volt ) e um sinal ( tensão variável entre 0 a 5 volts).

Atente também para a tomada de vácuo do sensor, onde é ligado ao coletor de admissão ( após a borboleta de aceleração ) por intermédio de uma mangueira. Assim, uma das câmaras irá trabalhar com a pressão igual ao do coletor e a outra com uma pressão fixa de 1 BAR. Alguns sensores são montados diretamente no coletor, dispensando a mangueira.

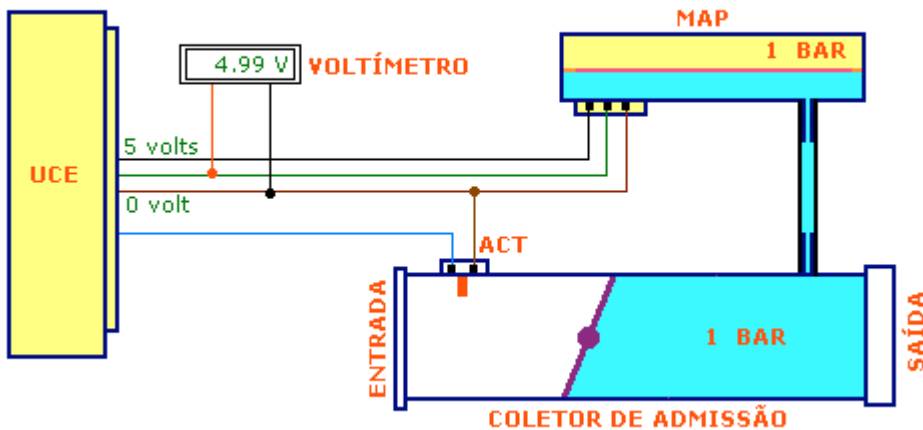
### :: Atuação

O sensor MAP recebe uma alimentação estabilizada de 5 volts da unidade de comando (referência) e retorna um sinal variável entre 0 a 5 volts de modo que a unidade possa determinar a pressão absoluta do coletor. Para isso, o MAP basicamente é dividido em duas câmaras, separadas por um elemento resistivo (piezo-resistivo) denominado strainage.

Em uma das câmaras há uma pressão constante, próximo a pressão atmosférica ( 1 BAR). A outra câmara fica exposta à pressão do coletor. Assim, a pressão na câmara inferior do MAP sempre será igual à pressão do coletor.

Com a ignição ligada e o motor parado, o MAP já envia o primeiro sinal para a unidade de comando. Como não existe deslocamento de ar no coletor, a pressão interna é igual a externa ( 1 BAR ). Como uma das câmaras está em contato com o coletor, terá sua pressão também em 1 BAR, igual a pressão fixa da outra câmara. Com pressões iguais, a membrana resistiva fica imóvel.

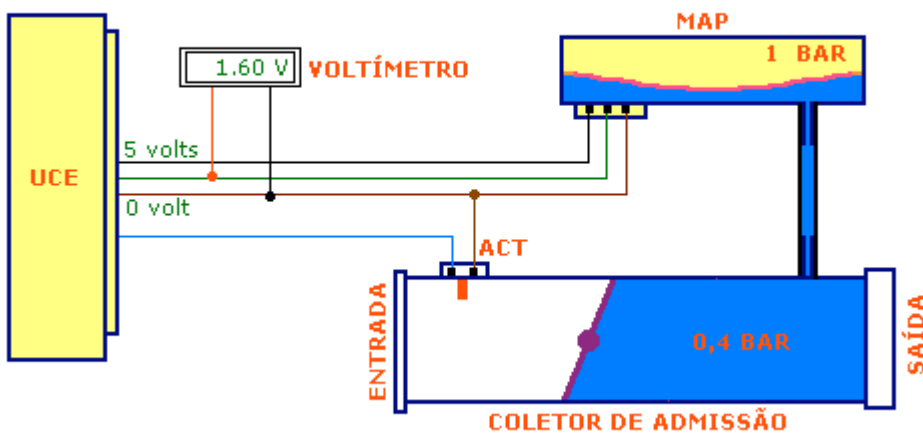
### MOTOR DESLIGADO E CHAVE LIGADA



Com a membrana em equilíbrio, a tensão de saída do sensor (sinal) será próximo de 5 volts. Este sinal poderia provocar um código de falhas (tensão alta), mas a unidade "sabe" que o motor está parado por falta do sinal de rotação. Assim, a unidade irá identificar a pressão atmosférica para melhor ajuste do sistema de ignição.

Se funcionarmos o motor em marcha lenta, a borboleta de aceleração estará praticamente fechada. Com o motor funcionando, será criada uma depressão muito grande após a borboleta. Essa queda de pressão poderá chegar a 0,4 BAR.

### MOTOR EM MARCHA LENTA

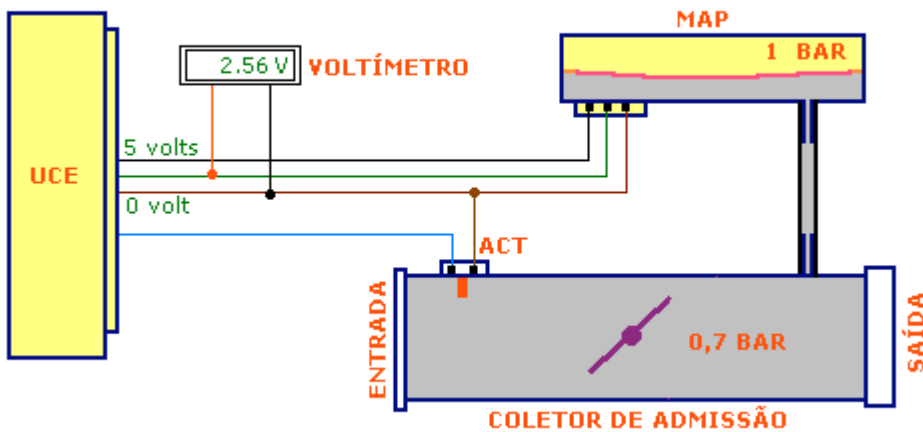


Observe que nesta condição, a queda de pressão no coletor é máxima. Como a pressão fixa na câmara superior é bem superior a pressão da câmara inferior, a membrana será deformada ao máximo. Isso irá fazer com que a tensão de saída ( sinal ) fique em torno de 1,5 volts.

## Aula 24 - Sensor de pressão absoluta do coletor II

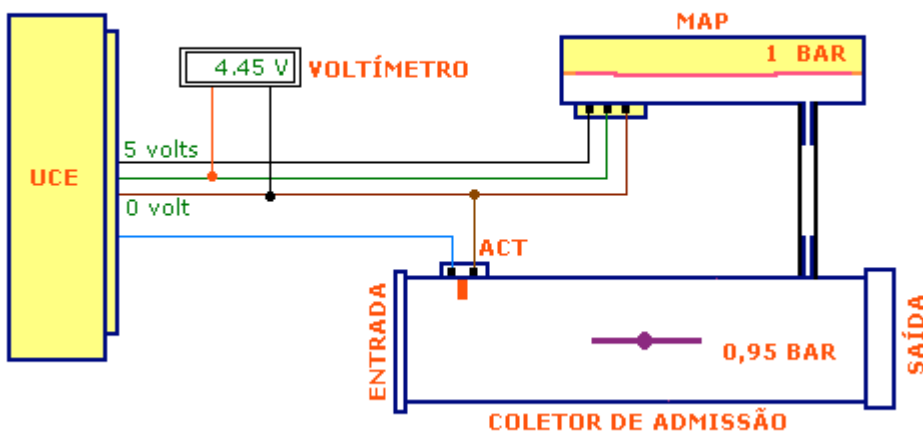
Com o motor em carga parcial, a pressão no coletor irá subir um pouco. Isso faz com que a membrana se deforme menos, fazendo com que a tensão de saída seja um pouco maior que a condição de marcha lenta.

### MOTOR FUNCIONADO EM CARGA PARCIAL



Caso a borboleta de aceleração fique totalmente aberta, a pressão do coletor será maior ainda, deformando menos a membrana. A tensão de saída chegará próximo de 4,6 volts.

### MOTOR FUNCIONANDO EM PLENA CARGA



Observe que a pressão do coletor é modificada de acordo com a posição da borboleta de aceleração. Quanto mais aberta, maior a pressão. Isso não significa que seja sempre assim. Podemos ter uma pressão mais baixa com a borboleta de aceleração aberta caso ela se mantenha nesta posição. Isso ocorre devido ao fator de aspiração do motor, que, em função da resistência do ar coletor, poderá provocar uma queda de tensão.

Assim, a pressão só será alta, logo após a abertura da borboleta. Caso seja mantido a sua posição, a tendência da pressão é cair um pouco.

No caso de um teste no sensor, o procedimento é muito simples. Basta monitor a tensão no sensor ( fio de referência em relação ao terra). Em marcha lenta, deverá ser próximo de 1,5 volts. Na aceleração (abertura da borboleta), esta tensão deverá subir pra próximo de 4,6 volts e, na desaceleração, a tendência da tensão é cair abaixo de 1,5 volts e depois estabilizar-se no valor anterior (condição de marcha lenta).

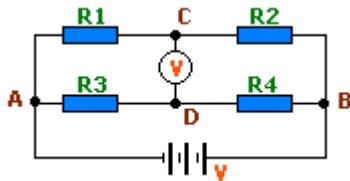
Você também poderá simular esse sinal com uma bomba de vácuo, desde que se saiba o comparativo do valor da pressão e da tensão elétrica (veremos isso no módulo avançado).

### :: Funcionamento do sensor MAP

A membrana do sensor MAP é constituído por elementos sensíveis, do tipo extensômetros de resistência elétrica (strainage). Estes extensômetros são serigrafados numa placa cerâmica muito fina (membrana) que fica exposta à pressão do coletor e uma pressão fixa.

Quando esta membrana sofre uma deformação, sua resistência elétrica se modifica, modificando também a sua tensão de saída, esta lida pela unidade de comando.

A ligação elétrica dos extensômetros baseia-se num circuito chamado ponte de Wheatstone.



Na figura ao lado temos o circuito da ponte de Wheatstone. Observe que entre os pontos C e D está ligado um voltímetro, que irá monitorar a tensão VCD (tensão entre os pontos C e D).

A ponte estará em equilíbrio quando VCD for igual a 0 volt. Para que isso ocorra, deveremos ter:  $R1 \times R4 = R2 \times R3$

### Vamos a um exemplo:

$R1 = 6 \text{ kohms}$   
 $R2 = 4 \text{ kohms}$   
 $R3 = 3 \text{ kohms}$   
 $R4 = 2 \text{ kohms}$

### Então iremos ter:

$R1 \times R4 = R2 \times R3$   
 $6 \times 2 = 4 \times 3$   
 $12 = 12$

Observe que houve uma igualdade na multiplicação das resistências, sendo assim, a tensão nos pontos C e D será igual a 0 volt (ponte de Wheatstone em equilíbrio).

Com esses valores, não importa a tensão de alimentação, VCD sempre será igual a zero ( $VCD = 0V$ ). Essa tensão somente será diferente de zero quando  $R1 \times R4 \neq R2 \times R3$ , assim,  $VCD \neq 0 \text{ volt}$ .

## Aula 25 - Sensor de pressão absoluta do coletor III

Quando a membrana do sensor de pressão absoluta sofre uma deformação em função da depressão do coletor, os valores dessas resistências se modificam, provocando uma tensão diferente de 0 volt. Esta tensão é lida pela unidade de comando e interpretada como pressão do coletor.



Como já mencionamos anteriormente, o sensor de pressão absoluta pode ser conjugado com o sensor de temperatura do ar num único invólucro.

Quando utiliza-se o componente combinado, elimina-se a mangueira de tomada de depressão, pois, o sensor é diretamente fixado no coletor de admissão.

Neste caso, o sensor possui quatro terminais, sendo um sinal de referência (+ 5 volts), um terra (0 volt) e dois sinais de retorno, sendo um da temperatura e outro da pressão do coletor.

O sensor estudado até o momento é o do tipo resistivo, ou seja, de acordo com a depressão criada no coletor, varia-se a resistência no sensor.

Veremos agora um outro tipo de sensor MAP que trabalha com variação de frequência (sensor capacitivo). Este tipo de sensor é empregado no sistema FIC EEC-IV utilizado nas linhas Ford e Volkswagen com dois dígitos.

O princípio de funcionamento baseia-se no modo funcional de um capacitor. Originalmente, um capacitor é constituído por duas placas condutoras distantes entre si e separadas por um elemento dielétrico.

A variação da distância, do material dielétrico, ou mesmo das condições físicas a que está submetido o dielétrico, altera a propriedade de capacitância dos eletrodos.

Fazendo com que o elemento dielétrico seja uma câmara de pressão e que esta câmara esteja ligada ao coletor de admissão ou à atmosfera, estará variando as propriedades capacitivas do elemento sensor toda vez que se alterar a pressão.

A variação da capacitância em circuito indutor-capacitor, representa uma variação da frequência de ressonância do sistema, em outras palavras, a variação de capacitância é transformada num sinal de frequência, gerando uma série de pulsos (5 e 0 volts), de tal modo que quanto maior for a pressão maior será a frequência dos pulsos emitidos pelo sensor.

### - Reservatório de vácuo

Devido a problemas de ressonância do ar no coletor de admissão em motores de maior volume, o sensor de pressão absoluta poderá acusar valores falsos, gerando sinais que a unidade de comando acabaria interpretando como pressão sempre acima do normal.

Para evitar que isso ocorra, é acrescentado uma câmara de vácuo instalado na mangueira entre o sensor e o coletor de admissão. Este reservatório é simplesmente um recipiente plástico com capacidade volumétrica muito maior do que a da mangueira, eliminando assim, falsas leituras, que por acaso ocorra. Esta solução é empregada no sistema FIC EEC-IV EFI (multiponto).

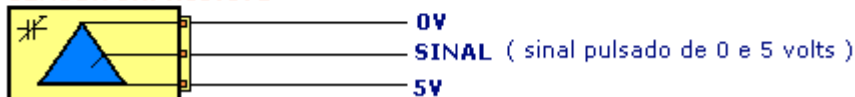
Na simbologia elétrica, para diferenciar os dois tipos de sensores, costumamos colocar o símbolo de um capacitor variável no sensor capacitivo. Desta forma, fica fácil diferenciá-los.



### SENSOR RESISTIVO



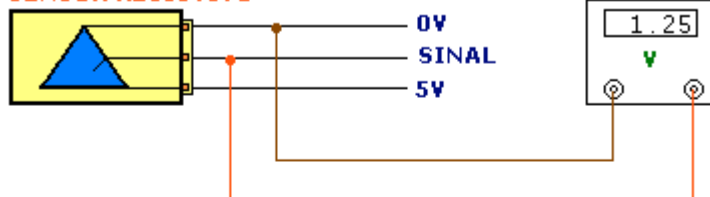
### SENSOR CAPACITIVO



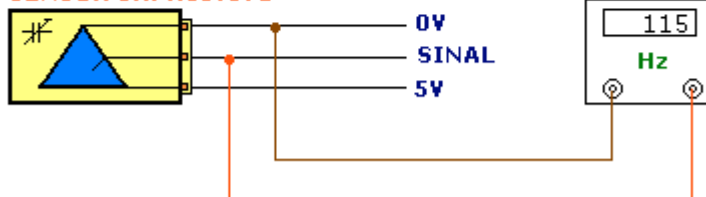
## - Testes

Para se testar o sensor MAP, basta aplicar uma depressão no sensor e medir o seu sinal (tensão ou frequência).

### SENSOR RESISTIVO



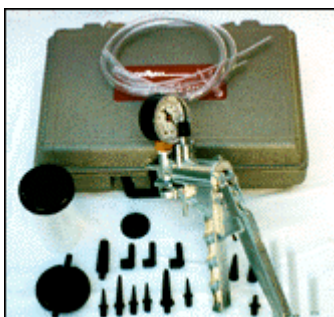
### SENSOR CAPACITIVO



Para a realização dos testes, deve-se utilizar um bomba de vácuo para simular a depressão no coletor. Deve-se ainda ter em mãos, uma tabela de comparação.

## FIC EEC - IV 3 DÍGITOS - RANGER - F1000 - EXPLORER

### VÁCUO



0  
100  
200  
300  
400  
500

### FREQUÊNCIA

150  
136  
135  
115  
105  
97

**Observação:** A tabela acima mostra os valores em função da depressão do coletor, por isso, deve-se utilizar a bomba de vácuo para simular esses valores.

## Aula 26 - Sensor de rotação e posição da árvore de manivelas

O sensor de rotação e PMS (ponto morto superior) tem por finalidade gerar um sinal de rotação do motor e a posição da árvore de manivelas. Este sinal é interpretado pela unidade de comando para que se possa calcular ou corrigir:

- ? Tempo de injeção
- ? Frequência de abertura das válvulas injetoras
- ? Avanço da ignição
- ? Sincronismo de injeção
- ? Sincronismo do sistema de ignição

Dependendo do sistema de injeção, o sensor de rotação pode ser indutivo (relutância magnética) ou por efeito hall.

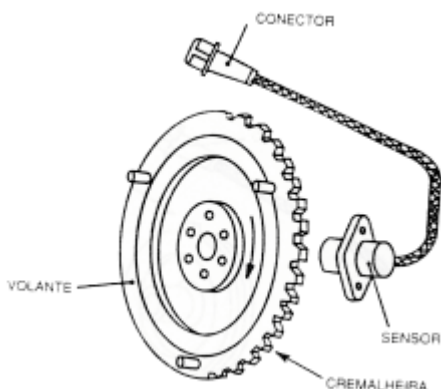


A figura ao lado mostra um típico sensor de rotação. O mesmo é do tipo indutivo e necessita de uma roda dentada para que se possa provocar a variação do campo magnético no mesmo.

**Ex:** FIC EEC-IV ou EEC-V  
Magneti Marelli G6/7  
Delphi Multec IEF6 (B22 MPFI)

### - Sensor de rotação indutivo

É um sensor eletromagnético fixado próximo ao volante do motor ou na polia da árvore de manivelas. Neste caso, tanto o volante como a polia, deverão possuir uma roda dentada (fônica) com alguns números de dentes (Ex. 60 - 2 na linha GM).



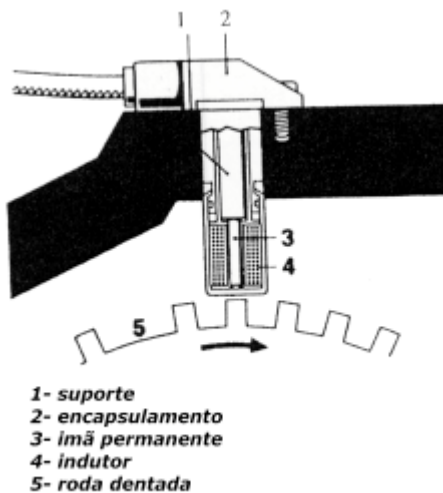
Ao lado temos um típico sensor de rotação do tipo indutivo com roda fônica no volante do motor.

O exemplo mostrado na figura é utilizado no sistema Magneti Marelli Microplex (Uno Mille). Embora este sistema não seja injetado, ele utiliza o sensor de rotação para sincronizar o disparo das centelhas na ignição estática (sem distribuidor). Como neste sistema o sensor só indica a rotação, há um outro sensor posicionado na polia da árvore de manivelas para indicar a posição de PMS do motor.

O sensor indutivo constitui-se de um cartucho hermético (fechado) em cujo interior se encontra um núcleo polar (ímã permanente) e um enrolamento de cobre recoberto de alumínio revestido de poliéster, ou, em modelos mais simples, por um único terminal envolvido por uma malha de cobre. Esta malha está ligada em algum ponto da massa, conforme o projeto do sistema de injeção eletrônica.

Esta malha tem a função de eliminar a possibilidade da unidade de comando interpretar como sinal de rotação, sinais de interferência eletromagnética presentes no meio externo, tais como os gerados pelo alternador, cabos de vela, relés, etc.

Em alguns sistemas, como no caso do FIC EEC-IV ou EEC-V utilizado na Ford, o sensor de rotação não possui a malha de blindagem. Em compensação, os fios são trançados (par trançado) para se ter esse mesmo efeito.



O princípio de funcionamento é o seguinte: o campo magnético existente no ímã permanente relaciona tanto o indutor (enrolamento), como os dentes da roda fônica (dentada), feito em aço carbono de propriedades magnéticas. Quando o dente da roda dentada estiver diante do sensor, o fluxo magnético é máximo, graças à propriedade do aço da roda dentada. Por outro lado, quando em frente ao sensor se apresenta uma cavidade, o fluxo magnético é mínimo.

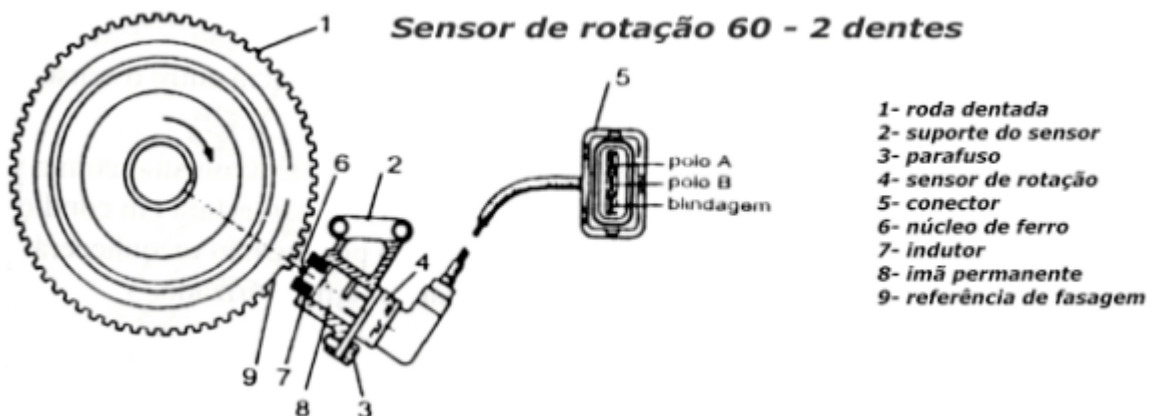
Esta variação de fluxo devido à passagem dos dentes (vazio) é suficiente para gerar uma força eletromotriz ou tensão elétrica no enrolamento do sensor. A tensão de pico (ponto máximo) produzida por esse sensor varia de poucos volts a um baixo número de rotações e, a algumas dezenas de volts quando a rotação aumenta.

Portanto, para um bom funcionamento do motor, é indispensável que a distância do sensor e a extremidade do dente esteja devidamente calibrada, conforme o modelo da roda dentada. Não são todos os motores que possuem ajustes de distância do sensor. A maioria é fixo.

### - Sensor indutivo de 60 - 2 dentes

Iremos analisar o funcionamento do sensor de rotação indutivo com roda fônica de 60-2 dentes que é utilizado nos seguintes sistemas:

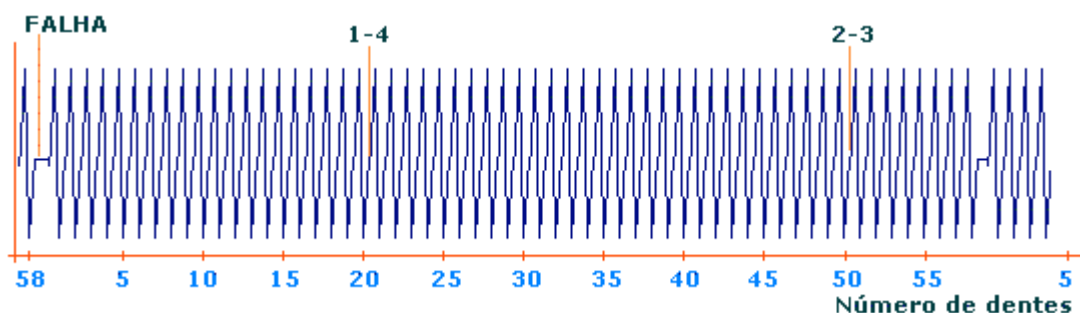
- ? Magneti Marelli G7 - exceto VG7.2
- ? Magneti Marelli IAW-G7 e 1AB
- ? Bosch Monomotronic MA1.7
- ? Bosch Motronic M1.5.1, M1.5.2 e M1.5.4
- ? Delphi Multec IEFI-6 (B22 MPFI)



## Aula 27 - Sensor de rotação e posição da árvore de manivelas II

A variação devido à passagem dos dentes e das cavidades gera uma frequência de sinais analógicos, ou seja, forças eletromotrizes que se geram no sensor a cada  $6^\circ$  ( $360^\circ$  da circunferência : 60 dentes), que são enviados a um circuito adequado (conversor AD ou analógico para digital) existente na unidade de comando, e são utilizados para reconhecimento do número de giros do motor.

No caso dos motores de 4 cilindros, a falta de dois dentes na roda dentada gera um sinal de referência que permite a unidade de comando reconhecer, com avanço de  $120^\circ$ , o PMS da dupla de cilindros 1 e 4, ou seja, quando da chegada do vigésimo dente (20 dentes  $\times 6^\circ = 120^\circ$ ), a unidade reconhece o PMS do 1-4 cilindros, enquanto que em correspondência com a frente de descida do quinquagésimo dente, reconhece a dupla de cilindros 2 e 3. Em base a esses dados, a unidade de comando estabelece o exato momento da ignição e injeção de combustível.

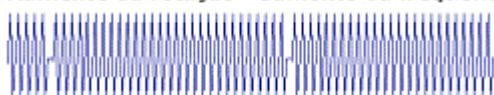


Observe que o sinal gerado pelo sensor possui uma falha, que corresponde justamente a falta dos dois dentes na roda dentada. A partir desta falha, a unidade de comando inicia uma contagem até chegar ao vigésimo dente, o qual dispara as centelhas nos cilindros 1 - 4 (ignição estática) ou o acionamento das válvulas injetoras 1 - 4 no sistema semi-sequencial ou banco a banco.

**Observação:** No caso da ignição, a centelha não é lançada no cilindro exatamente no vigésimo dente e sim adiantado, de modo que se tenha o avanço da ignição. Se o motor possuir um avanço inicial de  $12^\circ$ , a centelha será jogada sempre dois dentes antes, ou seja, no décimo oitavo e quadragésimo oitavo dentes, pois, cada dente corresponde a  $6^\circ$ .

Com o aumento da rotação, a frequência do sinal aumenta. Veja a figura abaixo.

Aumento da rotação - aumento da frequência



Na verdade, não só a frequência do sinal aumenta como também a sua amplitude, ou seja, a tensão também é crescente. Durante a partida, essa tensão fica em torno de 0,8 Vac. Na marcha-lenta entre 1 a 4 Vac.

**Nota:** Vac significa tensão alternada, uma vez que é essa a tensão gerado pelo sensor. No caso de se medir esse valor para testes, é necessário que se mude a escala de tensão no voltímetro para tensão alternada.

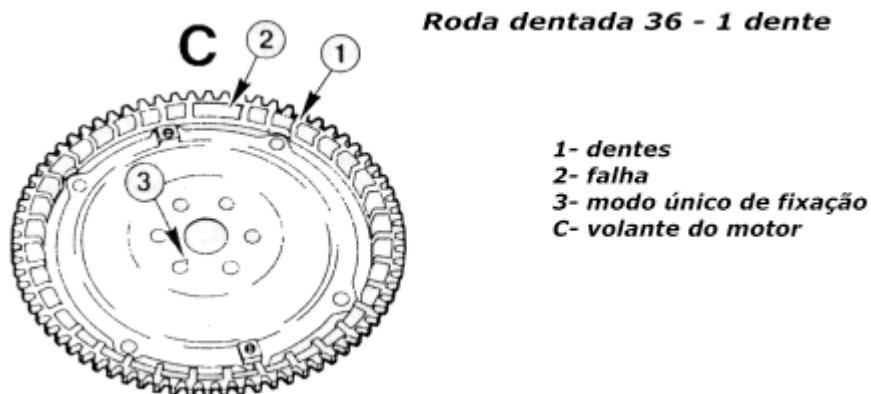
O sensor deve ser alinhado com a roda fônica com uma folga entre 0,4 a 1,0 mm para que a unidade possa processar o sinal corretamente. Com o afastamento do sensor, a amplitude do sinal tende a ficar mais fraco.

Em alguns veículos, deve ser verificado a sua regulação. A maioria dos motores já vem com a distância fixa, não necessitando de regulação.

Com um osciloscópio digital, pode-se perfeitamente verificar o sinal do sensor de rotação.

### - Sensor indutivo de 36 - 1 dente

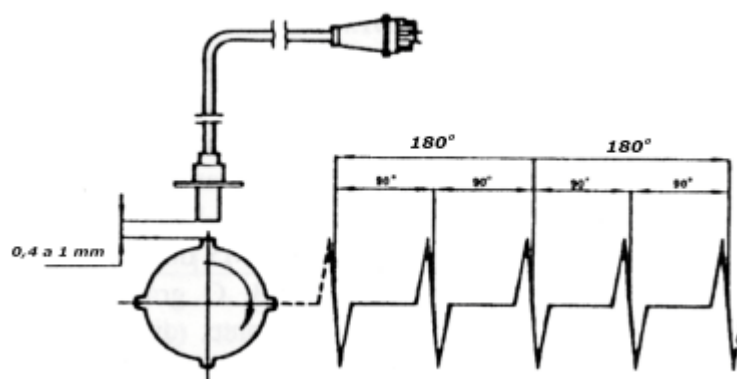
Este sensor, utilizado nos sistemas FIC EEC-IV e EEC-V da linha Ford, possui o mesmo princípio de funcionamento do sistema com roda dentada de 60 - 2 dentes, diferenciado apenas no número de dentes (36 - 1) e da informação de  $90^\circ$  antes do PMS, portanto, no nono dente a unidade de comando, reconhecerá o PMS do primeiro e quarto cilindros e no décimo oitavo do segundo e terceiro cilindros.



#### - Sensor indutivo com roda dentada de 4 dentes a 90°

A roda dentada possui 4 dentes (fixada ao eixo do motor pela polia da bomba (d'água) em relevo a 90° entre eles, e cada um ao passar sob o sensor determina uma variação de fluxo magnético e em consequência um sinal elétrico conforme descrito no início desta matéria. O sistema é ilustrado pela figura abaixo, que mostra o sensor, a configuração da roda dentada e o sinal gerado.

**Sensor de rotação indutivo de 4 dentes**



## Aula 28 - Sensor de rotação e posição da árvore de manivelas III

Com esse tipo de roda fônica, têm-se dois dentes diametralmente opostos coincidindo com o PMS dos cilindros correspondentes a cada um, enquanto que os outros dois dentes serão contados quando o pistão ainda estiver no meio do curso.

Portanto, dos quatro sinais gerados para cada rotação da polia, dois a  $180^\circ$  servem para cálculo do PMS, enquanto que todos os quatro servem para o cálculo da rotação.

Diferente da roda dentada de 60-2 dentes ou 36-1 dente, este tipo de sensor não informa a unidade de comando a posição exata do PMS, sendo necessário um sensor de fase que veremos em nossa próxima matéria.

### - Sensor de rotação por efeito Hall

Este sensor, que faz parte do próprio distribuidor de ignição, envia sinais para a unidade de comando calcular a rotação do motor e identificar a posição do primeiro cilindro para sincronizar a injeção seqüencial e o controle de detonação individualmente por cilindro.

#### - Distribuidor com sensor Hall

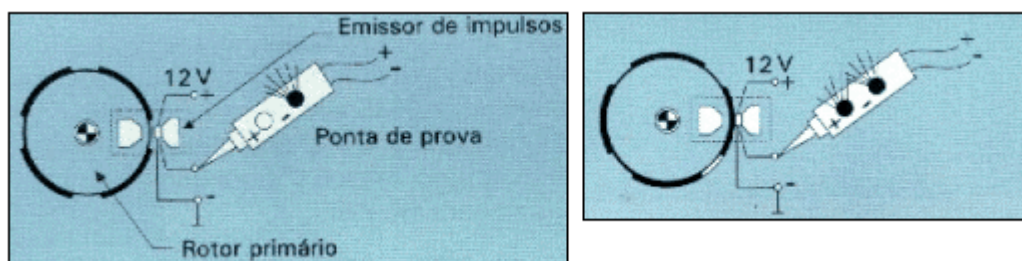


Ele é composto de um ímã permanente, circuito integrado Hall e um rotor metálico com quatro janelas, fixado diretamente à árvore do distribuidor.

O sensor Hall é energizado diretamente pela unidade de comando e, seu funcionamento baseia-se na emissão de sinais negativos que geram, internamente na unidade, uma tensão de 12V. Quando a abertura do rotor metálico está entre o ímã permanente e o sensor, o campo magnético do ímã consegue chegar até o sensor. Nesta condição, o sinal negativo produzido, gera na unidade uma diferença de potencial de 12V. Quando há a cobertura do sensor pelo rotor metálico, o campo magnético não chega até o sensor.

Quando ocorre a cobertura da janela, o sinal gerado é de 0V.

Na figura abaixo temos um demonstrativo prático de como funciona a emissão dos sinais.



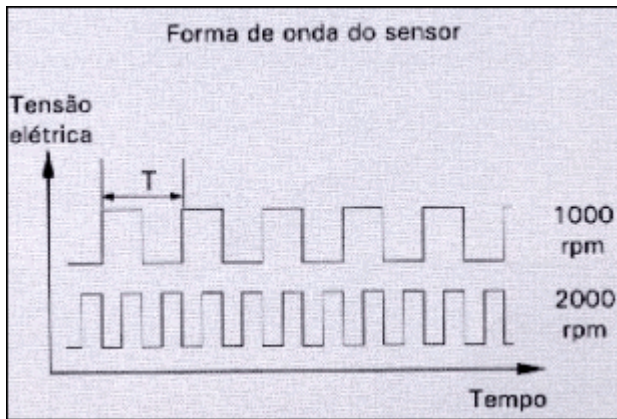
Observe que no distribuidor existem três fios, sendo um positivo +12V, outro negativo ou terra e um fio de sinal.

Colocando-se uma ponta de prova (caneta de polaridade) no fio de sinal, gire o motor com a chave ligada. Quando a janela coincidir com o emissor de impulsos, o led vermelho se apaga permanecendo apenas o verde aceso, indicando que o sensor está gerando um sinal para a unidade de comando.

Assim que a cobertura atingir o sensor, não haverá sinal. Sendo assim, os dois leds deverão acender, indicando a falta desse sinal.

Se ao girar o distribuidor os valores acima não forem obtidos, verifique se existe o sinal +12V com a própria caneta de polaridade. Com a chave ligada, o led verde se apaga e o vermelho se mantém aceso. Repita o teste no fio de sinal negativo. Desta vez, o led verde deve permanecer aceso e o vermelho se apagar. Caso os sinais estejam corretos, o possível defeito está no sensor Hall, caso contrário, o chicote deve ser verificado.





Para calcular a rotação do motor, a unidade de comando faz uma contagem do tempo da variação entre 0 e 12V. Com esse tempo, ela consegue saber a frequência e, conseqüentemente, a rotação do motor.

Observe que o sinal gerado se dá através de ondas quadradas.

A medida que a rotação vai aumentando, o número de variação aumenta num mesmo intervalo de tempo.

Observe que, diferente do sensor indutivo, este sensor gera um sinal de onda quadrada - sinal digital, não havendo a necessidade do conversor AD - analógico para digital na unidade de comando.

Como se sabe, com o aumento dos sistemas de ignição estática, a tendência é que esse tipo de sensor acionado pelo eixo do distribuidor venha a não ser mais utilizado.

As grandes vantagens do sensor com efeito Hall está no tipo de sinal gerado (digital), no risco de interferência, por ser menor, no custo do sistema, inferior à ignição estática e a possibilidade de integrar o sensor de rotação, PMS e fase num único componente.

Por outro lado, todo sistema com distribuidor deve ter seu avanço inicial ajustado por meio de uma pistola indutiva (lâmpada estroboscópica).

## Aula 29 - Sensor fase

O sensor de fase trabalha de forma semelhante ao sensor de rotação do tipo indutivo. Necessita de uma roda fônica e um ímã permanente para a captura do sinal. A diferença está no fato que este sensor só capta um único sinal, que deve informar a unidade de comando o que está ocorrendo em cada cilindro do motor, de modo que se possa ajustar a injeção seqüencial do motor.

Quando o sensor de fase é do tipo indutivo, normalmente o dente se encontra na árvore de comando das válvulas, uma vez que a mesma necessita de uma única rotação para efetuar os quatro tempos do motor. Assim, toda vez que o dente passar pelo sensor, será gerado um sinal onde a unidade de comando identifique o que está ocorrendo nos cilindros do motor.

Também pode-se utilizar o sensor de fase no distribuidor com sensor de efeito hall. Para isso, uma das janelas terá seu tamanho aumentado, gerando um pulso mais longo onde é identificado a função do cilindro correspondente. O eixo do distribuidor também gira à metade da rotação do motor como ocorre na árvore de comando.

*Sensor de fase indutivo*

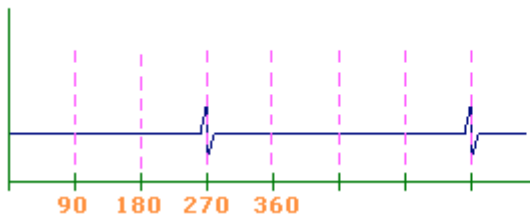


*Sensor de fase por efeito Hall*

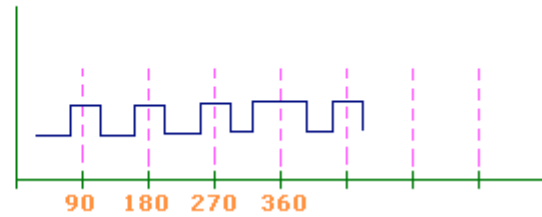


No sensor indutivo, é gerado apenas um sinal a cada 360° da árvore de comando (720° na árvore de manivelas). Já no sensor de efeito hall, um dos pulsos será mais longo.

**Sinal do sensor indutivo**



**Sinal do sensor de efeito hall**



Caso haja a perda do sinal de fase, o motor poderia parar de funcionar. Alguns sistemas adotam a estratégia de, caso isso venha a acontecer, o sistema passa do modo seqüencial para o modo banco a banco ou semi-seqüencial. Assim, o motor mantém o seu funcionamento.

O pulso longo do sensor de efeito hall se consegue graças ao aumento de uma das janelas do rotor.

Este sensor informa a velocidade do veículo, de modo a proporcionar um melhor controle da marcha lenta e do processo de desaceleração, podendo até, informar ao motorista o melhor momento para a troca das marchas, como ocorre em alguns modelos da GM, como o Monza, o Kadett e a Ipanema.

Muitos acham estranho a utilização desse sensor, ele é fundamental na desaceleração do veículo, principalmente quando se pisa nos freios. A tendência seria o motor "morrer" se não fosse o sinal de velocidade e a rápida adaptação do atuador de marcha lenta.

A falta deste sinal implica numa resposta mais demorada do atuador, o que provocaria uma queda de rotação muito grande no motor fazendo até que o mesmo pare de funcionar.

Existem basicamente três tipos de sensores de velocidade: o indutivo, o de efeito hall e o led-fototransistor.

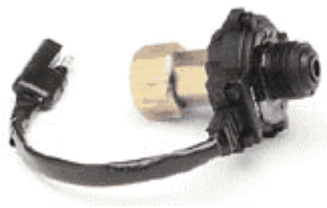
Excluindo os sistemas EEC-IV SFI e EEC-V SFI (indutivo) e o sistema Delphi Multec (led-fototransistor), todos os demais sistemas utilizam o sensor de velocidade por efeito hall.

Todos os três tipos de sensores utilizam 3 conexões. O sinal gerado pelo sensor indutivo é senoidal (tensão alternada) enquanto que o hall e o fototransistor é de ondas quadradas.

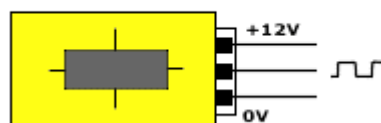
Os testes são feitos medindo-se a frequência no sensor de efeito hall e fototransistor (Hz) e a tensão alternada no indutivo (Vac).



Os sensores de efeito hall e indutivo estão instalados na caixa do diferencial e é acionado pelo pinhão do velocímetro. Já o fototransistor pode estar localizado tanto na caixa do diferencial como no painel de instrumentos, junto ao velocímetro.

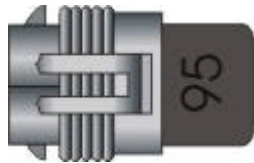


**Símbolo do sensor de velocidade Hall**



## Aula 30 - Conector de octanagem

O conector de octanagem é um componente utilizado nos veículos com injeção eletrônica para adequar o tipo de combustível empregado. Não se trata de um sensor, muito menos um atuador. Muitas vezes é apenas um jumper colocado na extremidade de um conector elétrico do chicote.



Na figura ao lado, temos um típico conector de octanagem, utilizado numa grande maioria de automóveis

### Mas o que vem a ser octanagem?

Octanagem é a denominação dada à capacidade que um combustível tem de resistir à compressão, sem entrar em processo de detonação (queima espontânea da mistura). Quanto maior a octanagem, maior será a resistência a esse fenômeno, muito prejudicial ao motor.

No projeto de um motor, a octanagem do combustível que será utilizado no mesmo é um dos principais parâmetros para a determinação de sua taxa de compressão, curvas de avanço de ignição e tempo de injeção. A octanagem da gasolina pode ser classificada pelos métodos: **RON**, **MON** e **AKI**.

**Método RON:** Avaliado o quanto o combustível resiste à detonação quando o motor está em regime de plena carga, em baixas rotações.

**Método MON:** Avaliado o quanto o combustível resiste à detonação quando o motor está em regime de plena carga, em altas rotações.

**Método AKI:** Também chamado de índice de octanagem, é a média entre o RON e o MON ( $RON+MON/2$ ).

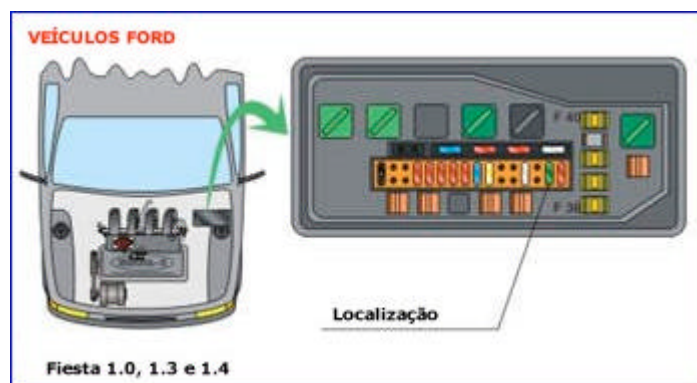
No Brasil a gasolina comum é especificada com 86 unidades para o AKI (valor mínimo) e com MON mínimo de 80 unidades. A Premium é especificada com AkI de 91 unidades.

A octanagem da gasolina sofre variações de um país para o outro.

Por exemplo, a gasolina comum brasileira possui octanagem RON mínima de 92 unidades. A similar argentina possui RON de 86 unidades. Isso significa, nesse caso, que a gasolina brasileira resiste mais à detonação, em baixas rotações, que a argentina.

O conector de octanagem tem a função de adequar as curvas de avanço de ignição à octanagem do combustível utilizado. Esse componente, pode ser encontrado na forma de um conector elétrico (jumper), fusível ou um resistor calibrado.

Como exemplo, temos o Ford Fiesta com motor Endura-E (sistema FIC EEC V SFI), que possui conector de octanagem tipo fusível. Este fusível liga o terminal 27 da central que controla o sistema de injeção eletrônica-UCE à massa. Quando a UCE detecta aterramento no terminal 27, adota curvas de avanço de ignição apropriadas a gasolina nacional (92 unidades RON). Se detectar circuito aberto no terminal 27, quando se retira o fusível, passa a trabalhar com curvas de avanço mais brandas (86 unidades RON). Dessa forma torna-se possível alimentar o motor com um combustível de octanagem menor.

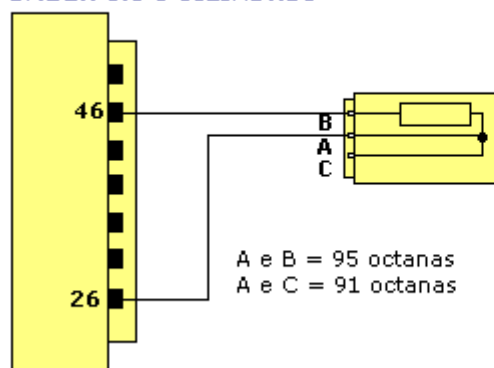


Portanto, a utilização do conector de octanas possibilita a exportação dos veículos sem a necessidade de se efetuar mudanças significativas no motor e no sistema de injeção eletrônica.

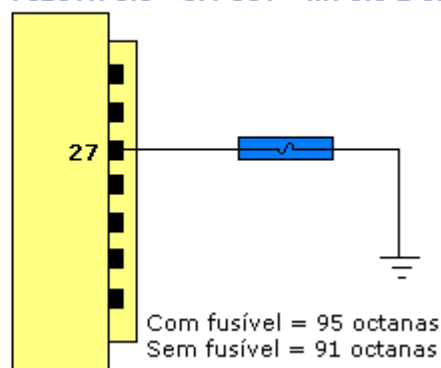
O incorreto posicionamento do conector de octanas pode provocar sensíveis perdas de rendimento no motor. Por isso, em todas as revisões verifique o seu correto posicionamento.

**Obs:** Cuidado para não confundir "conector de octanagem" com shorting plug. Esse último é adotado nos veículos Volkswagen para inibir o avanço da ignição quando o mesmo se encontra desligado.

**GM BOSCH MOTRONIC M1.5.1  
ÔMEGA 3.0 6 CILINDROS**



**FORD FIC EEC-V SFI 60 PINOS  
FIESTA 1.0 - 1.4 16V - KA 1.0 E 1.3**



## Aula 31 - Sensor de detonação

Devido as altas taxas de compressão dos motores atuais, qualquer anomalia nas câmaras de compressão ou mesmo no combustível utilizado poderá causar a detonação (inflamação espontânea da mistura), muito conhecido como "batida de pino".

Nesse processo podem ocorrer velocidades de chama acima de 2.000 m/s (metros por segundo), enquanto que numa combustão normal a velocidade é de aproximadamente 30 m/s.

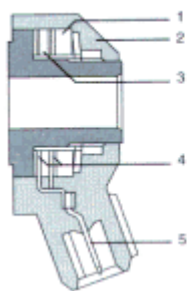
Neste tipo de combustão "fulminante" ocorre uma elevada pressão dos gases, gerando prolongadas ondas de vibrações contra as paredes da câmara de combustão. Esse processo inadequado de queima diminui o rendimento e reduz a vida útil do motor.

Para reduzir ou eliminar esses efeitos, é necessário que se restabeleça as condições normais da câmara. Um recurso muito simples seria de "atrasar" o avanço da ignição, até que se atinja a normalidade. Porém, o atraso do avanço da ignição provoca perdas de rendimento do motor.

Para solucionar esse problema, foi criado o sensor de detonação, que informa a unidade de comando do sistema de injeção quando o motor entrar em processo de detonação.

O sensor é instalado no bloco do motor e tem por função, captar (ouvir) essas detonações indesejadas, informando a unidade de comando, a qual irá gradativamente corrigindo o ponto de ignição, com isso evitando a combustão irregular.

**Sensor de detonação**



- |    |                  |
|----|------------------|
| 1- | Massa sísmica    |
| 2- | Massa de selar   |
| 3- | Piezocerâmica    |
| 4- | Contatos         |
| 5- | Ligação elétrica |

O princípio de funcionamento do sensor de detonação baseia-se no efeito "piezo-elétrico", que é a capacidade que possuem determinados cristais, que quando são submetidos a solicitações mecânicas, produzem cargas elétricas (diferença de potencial ou tensão elétrica).

Quando o motor entra em processo de detonação o mesmo dá origem à uma vibração. Essa vibração ocorre numa determinada frequência, que dependendo do tipo de motor podem variar entre 5 a 15 khz. Com isso, o sensor de detonação é fabricado para vibrar na frequência característica do motor em questão.

Para evitar interferências de sinais externos, em geral o cabo de ligação do sensor com a unidade de comando é blindado com uma malha envolvente e aterrada.

Alguns sistemas chegam a possuir até um filtro para eliminar ruídos provocados pelo garfo de embreagem, válvulas, rolamentos, etc... a fim de se evitar que a unidade de comando interprete o sinal como sendo detonação.

Veja a seguir o sinal gerado pelo sensor de detonação.

## Sinal gerado pelo sensor de detonação

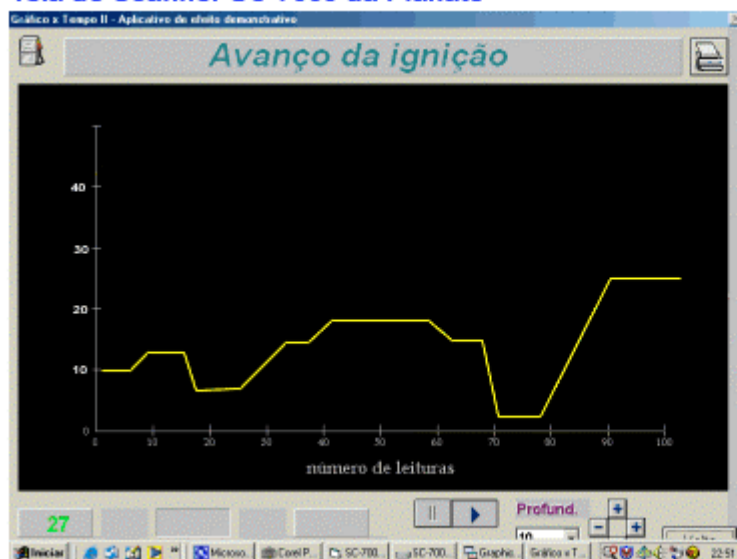


O sensor de detonação fornece um sinal (c) que corresponde à curva de pressão (a) no cilindro.

O sinal de pressão filtrado está representado em (b). O torque de aperto contribui para o bom funcionamento do sensor: de 1,5 a 2,5 mkgf.

Devido a grande sensibilidade deste sensor, o seu sinal somente poderá ser analisado com um osciloscópio digital ou então, um scanner que fornece essa função. Abaixo temos exemplo desses equipamentos.

## Tela do Scanner SC-7000 da Planatc



## Motortest MOT 251



A esquerda temos a tela do scanner SC-7000 da Planatc e a direita o Bosch Motortest MOT 251.

## Aula 32 - Sensor de detonação II

Sem dúvida alguma, o teste do sensor de detonação é o mais complexo, devido principalmente, em separar os ruídos, ou seja, o que é sinal de detonação e o que é ruído externo. Lembre-se que, mesmo com a malha de blindagem e o filtro, alguns ruídos podem chegar em frequências muito próximas ao do sinal de detonação.

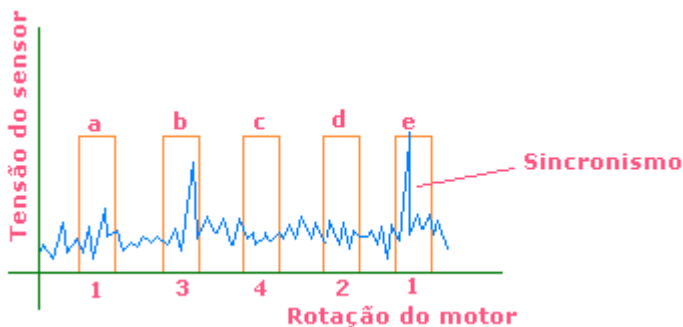
A solução encontrada para análise da ocorrência de detonação, foi estabelecer que a unidade de comando, somente interpretaria os sinais do sensor dentro de uma pequena janela de tempo que estrategicamente a unidade de comando controla.

Tal estratégia pode ser:

- ? Somente ser reconhecido como detonação a vibração gerada quando os pistões estiverem em ponto morto superior (banco a banco);
- ? Somente ser reconhecido como detonação quando a vibração vir logo após a combustão de um dos cilindros.

Isso pode ser feito mediante o sincronismo do sinal de detonação com os sensores de rotação, PMS e fase, visto em aulas anteriores. Assim, se houver um ruído no momento em que os pistões estiverem em ponto morto médio, a unidade reconhecerá imediatamente que não se trata de um sinal de detonação.

Outra vantagem o sincronismo é permitir que se reconheça em qual cilindro está ocorrendo a detonação. Assim, pode-se atrasar o avanço apenas em um cilindro, mantendo os demais na condição normal.



A figura ao lado mostra como a unidade de comando traça estrategicamente o sincronismo do sinal de detonação, separando o que é um sinal real de um não verdadeiro.

Os números abaixo do gráfico representam os cilindros do motor que estão em fase de combustão. Neste caso a ordem é 1 - 3 - 4 - 2

A linha em azul é o sinal do sensor de detonação. O sinal de detonação será real quando a sua tensão ultrapassar os retângulos em laranja, no caso representadas pelas letras a, b, c, d e e, e quando este sinal estiver dentro do retângulo. Caso o sinal ultrapasse o valor de tensão pré-estabelecido mas fique fora do retângulo, significa que o sinal não está sincronizado, ou seja, ele não é verdadeiro.

O controle da detonação é controlado pela unidade de comando em uma estratégia específica em malha fechada denominada "close - loop".

A unidade é capaz de controlar cada cilindro de forma independente. Neste caso, em determinadas situações, pode ocorrer que o primeiro cilindro esteja funcionando com 8 graus de avanço e os demais com 12 graus.

Cada sistema possui uma estratégia específica para o atraso da ignição, mas todas utilizam basicamente o mesmo princípio.

Vejam os exemplos de um motor que esteja trabalhando num avanço fixo em 15 graus.

Cilindros	1	2	3	4
Graus do eixo				
180	15	15	15	15
360	15	15	12,2	15

540	15	15	12,55	15
720	15	15	12,9	15
900	12,2	15	13,25	15
1080	12,55	15	13,6	15
	9,75	15	10,8	15
	10,1	15	11,15	15
	10,45	15	11,5	15
	10,8	15	11,85	15
	11,15	15	12,2	15
	11,5	15	12,55	15
	11,85	15	12,9	15
	12,2	15	13,6	15
	12,55	15	13,95	15
	12,9	15	14,3	15
	10,1	15	14,65	15
	10,45	15	15	15

Observe que o segundo e o quarto cilindro não apresentam anomalias. Já o primeiro e o terceiro cilindro em algumas situações ocorre a detonação.

A unidade ao perceber a detonação (quadro em vermelho) atrasa a ignição em 2,8 graus e depois, caso tenha não apresente mais a detonação, começa a aumentar em 0,35 graus.

Os valores acima são apenas exemplos, pois, como já dissemos, cada sistema utiliza uma estratégia diferente para o avanço da ignição e sua correção.

## Aula 33 - Sensor oxigênio ou sonda lambda

O sistema de injeção eletrônica embora seja mais preciso que o sistema carburado na formação da mistura ar/combustível e ainda o maior controle sobre o sistema de ignição não garantem ainda um controle preciso sob a emissão de poluentes.

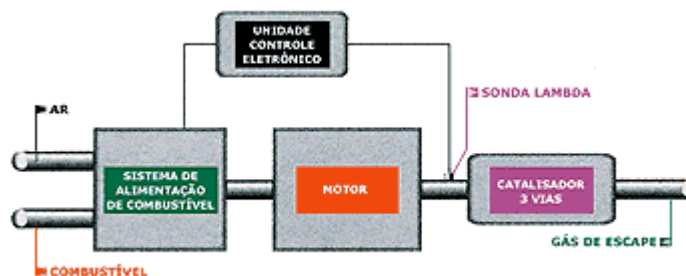
Para compensar essa deficiência, o sistema poderá contar com um sensor que monitora o "teor" de oxigênio no escapamento. Assim, a unidade de comando saberá se a mistura está rica ou pobre e poderá corrigi-la para uma relação estequiométrica. Quando há uma grande quantidade de oxigênio presente no escapamento é sinal de mistura pobre e, quando essa quantidade é muito baixa, a mistura é rica.

Assim, para detectar essa quantidade de oxigênio, é colocado no escapamento um sensor que detecta a presença de oxigênio. Esse sensor é chamado de sensor de oxigênio ou sonda lambda.



A Sonda Lambda detecta, continuamente, a composição do gás de escape. Quando o sinal de saída da Sonda Lambda muda, a unidade de comando instrui o sistema de mistura ar/combustível para alterar a sua proporção (veja o diagrama). Isto é conhecido como controle realimentado (closed-loop) assegurando que a mistura ar/combustível esteja sempre correta, proporcionando uma ótima e eficiente conversão catalítica. Ao mesmo tempo garante uma boa dirigibilidade.

Abaixo segue o esquema gráfico da sonda lambda.



O diagrama acima representa o seguinte funcionamento:

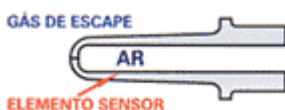
- Grande teor de oxigênio no escapamento (mistura pobre) - a sonda informa a unidade de comando que enriquece a mistura ar/combustível.

- Baixo teor de oxigênio no escapamento (mistura rica) - a sonda informa a unidade de comando que empobrece a mistura ar/combustível.

Muito bem, agora você já sabe para que serve o sensor de oxigênio. Aí vem a pergunta: "Como a sonda identifica a quantidade de oxigênio e como a unidade de comando modifica a condição da mistura ar/combustível?"

Vamos a primeira resposta:

Internamente, a sonda lambda possui materiais nobres (platina, zircônio, etc.) que reagem com o oxigênio do ar e geram uma pequena tensão elétrica (podendo chegar próximo de 1 volt). Porém, essa reação só ocorre quando a sua temperatura estiver acima de 300°C.



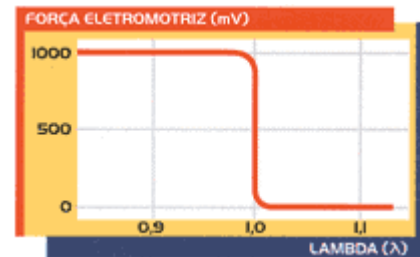
A superfície externa do elemento de zircônio está em contato com o gás de escape; a interna está em contato com o ar. Ambas estão revestidas por uma fina camada de platina.

O elemento de zircônio, a uma temperatura acima de 300°C, conduz os íons de oxigênio, gerando uma tensão elétrica. Esta tensão elétrica é gerada se a concentração de oxigênio na parte interna e externa do elemento for diferente, uma baixa voltagem (próxima a zero) é gerada se a mistura ar/combustível for pobre e uma voltagem (próxima de 1V) é gerada se ela for rica.



Como a tensão de trabalho normalmente fica abaixo de 1 volt, iremos utilizar a sub-unidade milivolt. Lembrando que 1 milivolt é a milésima parte de 1 volt, ou seja,  $1 / 1000$ . Assim, a expressão 200 milivolts corresponde a 0,2 volts.

Ao lado temos a representação gráfica da tensão elétrica ou força eletromotriz gerada pela sonda lambda de acordo com a concentração de oxigênio presente no escapamento. A linha vertical vai de 0 a 1000 milivolts e a horizontal representa a relação ar/combustível. A mistura ideal é quando lambda for igual a 1. Se for menor a mistura é rica e se for maior a mistura é pobre.



Veja no gráfico que, quando a mistura for rica, a tensão elétrica gerada pela sonda é alta. Por outro lado, se a mistura for pobre, a tensão gerada é baixa. Dizemos que a mistura ideal fica em torno de 500 milivolts, ou seja, a média entre 0 a 1000 milivolts.

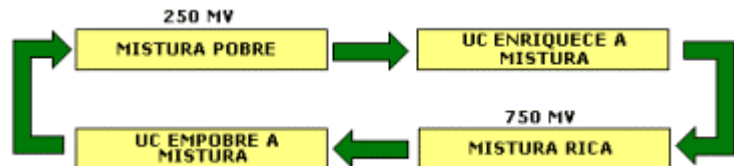
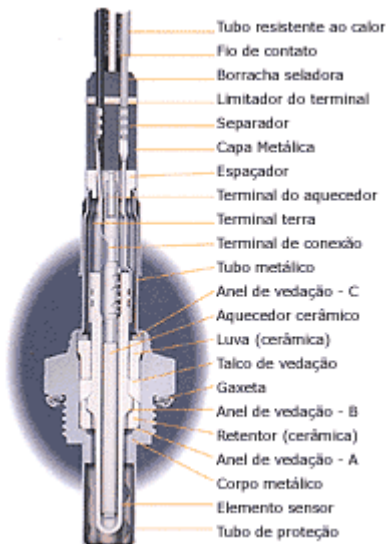
A unidade de comando usa a tensão produzida pela Sonda Lambda para instruir o sistema de mistura de combustível para enriquecer ou empobrecer a mesma. Visto que o sensor apenas produz a tensão quando o elemento está acima de 300°C, o gás de escape leva algum tempo para aquecer o elemento a esta temperatura, após o motor ter sido acionado. Para reduzir o tempo que leva para o sensor começar a funcionar, muitos sensores hoje em dia, possuem um aquecedor interno de cerâmica. Estes sensores têm 3 ou 4 fios condutores.

**Obs:** Sensores que não possuem o aquecedor interno possuem 1 ou 2 fios.

## Aula 34 - Sensor oxigênio ou sonda lambda II

Como vimos na aula anterior, a sonda lambda é um gerador de sinal. Esse sinal (tensão elétrica) varia entre 0 a 1 volt de acordo com a condição da mistura ar/combustível. Quando mais rica, maior a tensão fornecida.

Vimos também que, se a unidade de comando recebe um sinal acima de 500 milivolts, ela tende a empobrecer a mistura e, se essa tensão for inferior a 500 milivolts, ela tende a enriquecer a mistura. Assim, a tensão elétrica ficará variando continuamente, sempre abaixo ou acima de 500 milivolts. Por esse motivo, chamamos o método de close-loop, ou seja, malha fechada.



A figura acima mostra a sonda lambda trabalhando em malha fechada. Ao lado temos os detalhes de uma sonda lambda fabricada pela NGK-NTK.

Como podemos observar, durante o funcionamento do motor, a sonda lambda enviará um sinal que varia entre 0 a 1 volt continuamente para a unidade de comando, que, interpreta esse sinal como uma condição da mistura para que a mesma possa corrigi-la.

A unidade de comando corrige a mistura ar/combustível aumentando ou diminuindo o tempo de injeção. Se houver um sinal de mistura rica, a unidade diminui o tempo de injeção, tornando a mistura pobre. Em seguida, com um sinal de mistura rica, a unidade de comando fará com que o tempo de injeção aumente, provocando uma condição de mistura rica. Daí por diante, o ciclo é contínuo.

E se a temperatura na sonda for inferior a 300°C, o que acontece?

Muito simples, a unidade de comando passa a ignorar o sinal da sonda, pois o mesmo não é verdadeiro, embora ela emita um sinal. Assim, a unidade passa a trabalhar em circuito de malha aberta, ou seja, independente da condição da mistura, não haverá correção no tempo de injeção. A unidade de comando monitora a tensão na sonda em função do sinal do sensor de temperatura do motor, ou seja, enquanto não houver um sinal superior a 80° do sensor de temperatura, a unidade irá ignorar o sinal da sonda, pois, sabe-se que o motor ainda está frio e o sinal da sonda não é confiável.

Há também outras condições que fazem com que a unidade trabalhe em malha aberta, ignorando o sinal da sonda lambda. São elas:

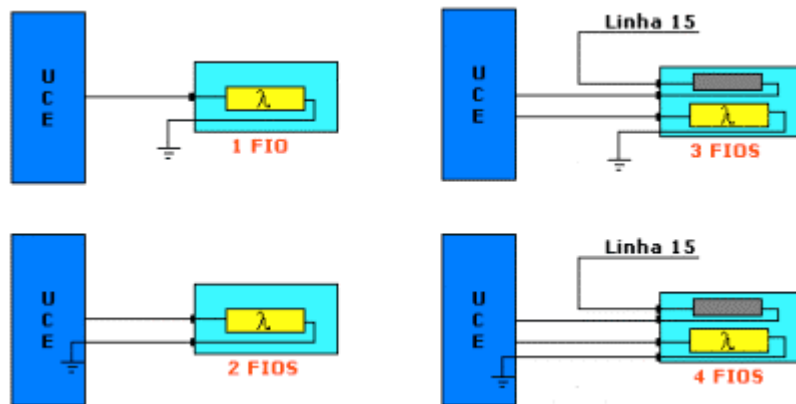
- ? Fase de aquecimento do motor;
- ? Aceleração rápida;
- ? Desaceleração;
- ? Plena carga.

Na fase de aquecimento porque a sonda ainda não atingiu sua temperatura operacional. Na aceleração rápida porque e na plena carga porque há um enriquecimento proposital da mistura ar/combustível e na desaceleração porque entra o "cut-off", ou corte de injeção na desaceleração.

A sonda lambda por se tratar de uma "mini-bateria", possui então dois eletrodos, sendo um positivo e outro terra. O eletrodo positivo é o que enviará o sinal para a unidade de comando. O eletrodo terra pode ser aterrado na carcaça ou na unidade de comando. Assim, podem existir quatro tipos de sonda lambda no mercado. Os com 1, 2, 3 ou 4 fios.

- ? 1 fio - Sem aquecimento e aterrado na carcaça;

- ? 2 fios - Sem aquecimento e aterrado na unidade de comando;
- ? 3 fios - Com aquecimento e aterrado na carcaça;
- ? 4 fios - Com aquecimento e aterrado na unidade de comando.

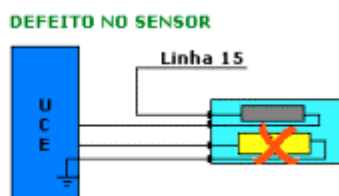
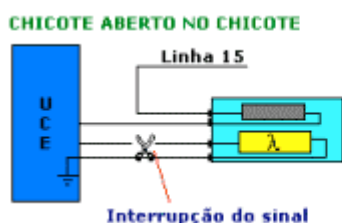


Acima temos os tipos de ligação da sonda lambda de acordo com o número de fios deste sensor. O retângulo em cinza no esquema representa a resistência de aquecimento que é alimentada por uma tensão positiva de 12 volts via chave.

## Aula 35 - Sensor oxigênio ou sonda lambda III

O sensor de oxigênio ou sonda lambda, por se tratar de um elemento terminal, ou seja, que fica no final da linha do sistema de alimentação, pode gerar uma série de erros no seu funcionamento. Isso se deve a um motor muito gasto, queimando óleo de forma excessiva, mistura extremamente rica ou pobre ou até mesmo a utilização de combustível de má qualidade.

A falha normal da sonda seria com a mesma não informar a unidade de comando sobre as condições de funcionamento do motor, ou seja, sem sinal da sonda ou circuito aberto. Neste caso, mesmo que o sistema tivesse que trabalhar em malha fechada, a sonda não enviaria nenhum sinal para a unidade. Neste caso, é gravado um código de falhas referente a esse problema, que poderia ser a própria sonda com defeito, mal contato no seu conector ou chicote aberto.



Esse é um defeito real do circuito da sonda lambda.

**Obs:** Enquanto o sistema estiver operando em malha aberta, mesmo com a falta do sinal da sonda não é gravado nenhum código de falhas.

Agora vem a parte mais problemática, ou seja, as influências que podem levar a sonda lambda acusar algum tipo de falha.

A sonda está preparada para trabalhar numa variação de tensão entre 0 a 1 volt. Neste caso, a unidade de comando (memória de calibração) é preparada para interpretar da seguinte maneira os valores obtidos pela sonda:

- ? Entre 350 a 750 milivolts- mistura próximo do ideal ou relação estequiométrica;
- ? Entre 50 a 350 milivolts- mistura pobre;
- ? Entre 750 a 900 milivolts- mistura rica;
- ? Abaixo de 50 milivolts - mistura extremamente pobre- grava código de defeito;
- ? Acima de 900 milivolts- mistura extremamente rica- grava código de defeito.

Como podemos observar, além da falha gravada pela falta de sinal da sonda, podem existir ainda mais dois códigos de defeitos referentes às condições da mistura ar/combustível.

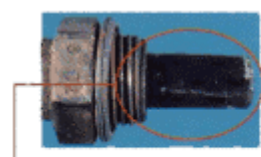
É justamente aí que entra o problema. Muitos tem em mãos o scanner. Aí o que ocorre. A mistura fica extremamente rica por algum motivo (falha no sensor MAP, pressão elevada na linha de combustível, válvulas injetoras com vazão anormal, etc.) e a lâmpada de anomalia começa a acender no painel de instrumentos. O proprietário do veículo ao levar o seu carro para uma oficina, o reparador passa o scanner onde é acusado o seguinte código de falha;

**- código 45, sonda lambda indica mistura rica.**

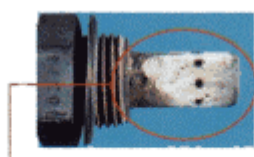
Muitas vezes a primeira providência tomada é a troca da sonda lambda, que é uma atitude totalmente equivocada. A sonda está indicando mistura rica e não que o defeito esteja nela.

Neste caso, o certo seria verificar o que estaria causando essa condição de mistura extremamente rica. Cabe ao profissional qualificado, examinar todos os componentes do sistema que poderiam causar esse tipo de problema.

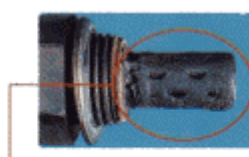
O mesmo é válido quando a sonda indica mistura extremamente pobre.



**Carbonização**



**Temperatura elevada**



**Resíduos**

As figuras acima mostram quando a sonda lambda está trabalhando com irregularidades no funcionamento do motor.

:: **Carbonização**- Se for uma carbonização seca indica que a mesma está trabalhando com uma condição de mistura extremamente rica. Deve ser verificado todos os componentes do motor que poderiam provocar esse tipo de problema. Se a carbonização for oleosa, significa que o motor está queimando óleo em excesso. Verifique o tipo de lubrificante que está utilizando, os vedadores das válvulas do cabeçote ou mesmo o desgaste irregular de cilindros, pistões e anéis.

:: **Temperatura elevada**- É causada por uma condição de mistura extremamente pobre ou combustível de má qualidade.

:: **Resíduos**- Determinados resíduos presentes na gasolina podem vir a atacar a camada de platina da sonda lambda, principalmente o chumbo.

Para testar se o sinal da sonda está em ordem, utilize um multímetro automotivo conforme a ilustração abaixo:



## Aula 36 - Medidor de fluxo de ar ( vazão )

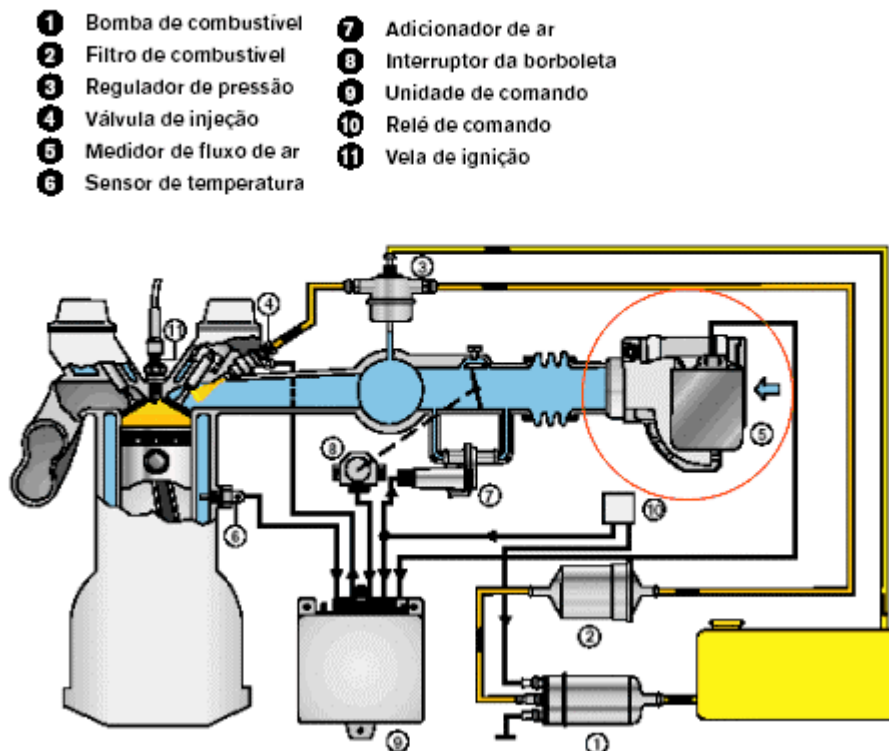
O medidor de fluxo de ar é um sensor que mede a vazão de ar no sistema de injeção. Devido seu alto custo e grande sensibilidade, ele é empregado em poucos sistemas, como o Bosch Le Jetronic e Motronic M1.5.1 e 1.5.2.

Este tipo de sensor também pode ser chamado de medidor volumétrico, pois mede o volume de ar admitido pelo motor. Com essa informação, a unidade de comando multiplica o volume pela densidade do ar ( que varia conforme a temperatura e a pressão do coletor ) e obtém-se a massa de ar admitido, restando somente, a unidade calcular o tempo de injeção.

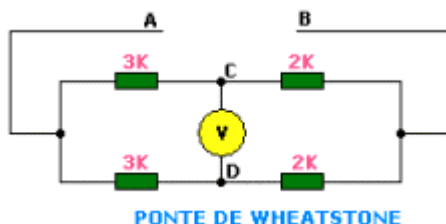
Basicamente, existem dois tipos de sensores volumétricos, os que atuam pelo princípio de Von Karman ( ultrasom ) e pelo princípio de força de arraste ( potenciômetro ). O primeiro processo não é utilizado aqui no Brasil, portanto, iremos estudar o segundo tipo.

### :: Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento baseia-se no deslocamento de ar produzido pela fase de admissão dos motores. O mesmo em funcionamento, provoca a aspiração de ar no corpo de borboleta. Este deslocamento de ar provoca o movimento de uma palheta sensora, com grande sensibilidade que fica localizado entre o filtro de ar e o corpo de borboleta.



Suponhamos agora, que a resistência do fio quente ( R1 ) seja de 3 k $\Omega$  e a resistência do sensor de temperatura ( R2 ) seja de 2 K $\Omega$ . Sendo R3 igual a 3 k $\Omega$  e R4 igual a 2 K $\Omega$ , temos:



$$\begin{aligned} R1 \times R3 &= R2 \times R4 \\ 3 \times 2 &= 2 \times 3 \\ 6 &= 6 \end{aligned}$$

Neste caso, a ponte estará em equilíbrio e a tensão nos pontos C e D será de 0 volt.

Essa tensão lida pelo voltímetro é que será o sinal enviado à unidade de comando para que a mesma possa processar as informações da massa de ar admitido.

Teremos um típico sinal de 0 volt quando a ignição estiver ligada e o motor parado, ou seja, sem o fluxo de ar no coletor.

Ao ligarmos o motor, com a passagem do fluxo de ar, o fio quente será resfriado pelo ar e sofrerá uma variação na sua resistência. O mesmo ocorrerá caso haja uma variação da temperatura do ar admitido. Neste caso, como os valores de R1 e R2 modificados, a tensão de saída será diferente de 0 volt. Quanto maior for a massa de ar admitida, maior será essa tensão de saída.

A unidade de comando eleva a tensão do fio quente para cerca de 100 graus e em alguns sistemas até 200 graus.

## Aula 37 - Medidor mássico ou medidor de massa de ar

O medidor de massa de ar pode ser considerado uma espécie de "sensor térmico" de carga, mas não mede a temperatura do ar, para isso existe um sensor à parte.



Instalado entre o filtro de ar e o corpo da borboleta de aceleração, tem como função, registrar a massa de ar aspirada pelo motor ( kg/h ). Basicamente pode ser classificado em dois tipos:

- ? Medidor de massa de ar a fio aquecido;
- ? Medidor de massa de ar a filme quente.

Nos dois casos, o princípio de funcionamento é o mesmo, ou seja, o fluxo de ar aspirado encontra-se um corpo eletricamente aquecido que é resfriado pelo fluxo de ar.

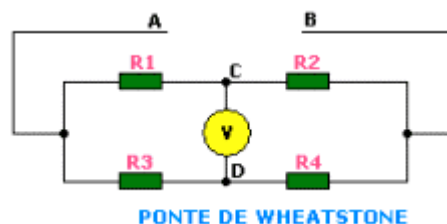
Um circuito de regulação conduz a corrente de aquecimento de modo que esse corpo assuma um excesso de temperatura constante em relação ao ar aspirado.

A corrente de aquecimento será então uma medida para a massa de ar admitida.

No medidor de massa de ar a fio quente, o corpo aquecido é um fio de platina com cerca de 70 mm de espessura. A compensação da temperatura do ar aspirado é registrado por um sensor de temperatura integrado ao medidor de massa de ar a fio quente, sendo que o circuito de regulação consiste basicamente em um circuito de ponte ( Wheatstone ) e um amplificador. O fio térmico e sensor de temperatura do ar aspirado são componentes da ponte e funcionam como resistências em regime de temperatura.

Pela teoria da ponte de Wheatstone, considerando a ligação elétrica da figura ao lado, temos uma diferença de potencial ( tensão elétrica ) nos pontos C e D igual à zero volts, quando  $R1 \times R3 = R2 \times R4$  ). Neste caso, o voltímetro "V" não indicaria nenhum valor de tensão.

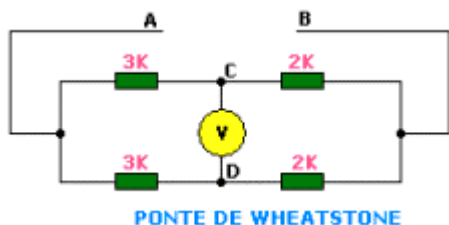
O fio quente e o sensor de temperatura integrado fazem parte desta ponte.



Nos pontos A e B é aplicado uma tensão elétrica de 5 volts, por exemplo.

Como exemplo, suponhamos que os resistores R3 e R4 sejam fixos, ou seja, seus valores de resistência nunca são alterados, independente do fluxo ou da temperatura. Já R1 e R2 terão seus valores modificados, sendo um referente ao fio quente e outro ao sensor de temperatura integrado.

Suponhamos agora, que a resistência do fio quente ( R1 ) seja de 3 k $\Omega$  e a resistência do sensor de temperatura ( R2 ) seja de 2 K $\Omega$ . Sendo R3 igual a 3 k $\Omega$  e R4 igual a 2 K $\Omega$ , temos:



$$\begin{aligned} R1 \times R3 &= R2 \times R4 \\ 3 \times 2 &= 2 \times 3 \\ 6 &= 6 \end{aligned}$$

Neste caso, a ponte estará em equilíbrio e a tensão nos pontos C e D será de 0 volt.

Essa tensão lida pelo voltímetro é que será o sinal enviado à unidade de comando para que a mesma possa processar as informações da massa de ar admitido.

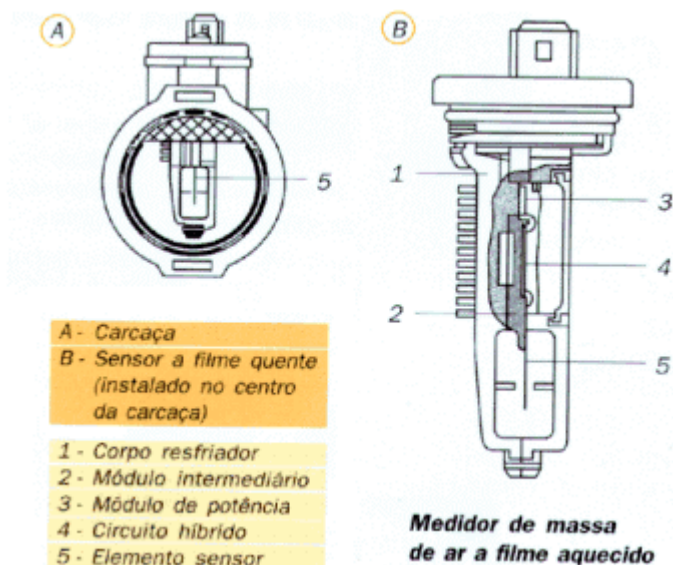
Teremos um típico sinal de 0 volt quando a ignição estiver ligada e o motor parado, ou seja, sem o fluxo de ar no coletor.

Ao ligarmos o motor, com a passagem do fluxo de ar, o fio quente será resfriado pelo ar e sofrerá uma variação na sua resistência. O mesmo ocorrerá caso haja uma variação da temperatura do ar admitido. Neste caso, como os



valores de R1 e R2 modificados, a tensão de saída será diferente de 0 volt. Quanto maior for a massa de ar admitida, maior será essa tensão de saída.

A unidade de comando eleva a tensão do fio quente para cerca de 100 graus e em alguns sistemas até 200 graus.



Para prevenir derivações por depósito de sujeira no fio de platina, depois do desligamento do motor a temperatura do fio térmico é elevada a uma temperatura de limpeza pelo período de um segundo. Isso provoca a evaporação ou rompimento da sujeira depositada, e o fio estará limpo.

No medidor de ar de filme aquecido, o corpo aquecido é uma resistência de filme de platina ( aquecedor ). Este, encontra-se, junto com outros elementos de circuito de ponte sobre uma plaqueta de cerâmica, no qual a temperatura do aquecedor é registrada por uma resistência em regime de temperatura ( sensor de fluxo ).

Ao contrário do medidor por fio aquecido, mesmo não existindo a temperatura de limpeza no filme de platina, a precisão de medição é mantida por um longo prazo, em função da sujeira se depositar principalmente no canto frontal do elemento sensor.

## Aula 38 - Outros tipos de sinais utilizados pela unidade de comando

Além das informações dos sensores visto até o presente momento, a unidade de comando do sistema de injeção eletrônica também poderá utilizar outros tipos de sinais, para que a mesma possa adequar o funcionamento do motor conforme a sua necessidade.

Estas informações são:

- ? Tensão da bateria;
- ? Solicitação do ar condicionado;
- ? Pressão máxima da direção hidráulica;
- ? Diferencial de pressão no sistema EGR;
- ? Fluxo de vapor de combustível;
- ? Pressão no tanque de combustível.

### **:: Tensão da bateria**

Para que a unidade de comando possa determinar corretamente o tempo de injeção sem que haja perdas durante a abertura da válvula, é necessário que a tensão da bateria esteja acima de 9,5 volts. Abaixo desse valor, a unidade poderá não enviar sinais às válvulas injetoras, dependendo do sistema utilizado.

### **::Solicitação do ar condicionado**

Quando o ar condicionado do veículo é acionado, o compressor do sistema entra em funcionamento. Esse compressor é acionado pelo próprio motor do automóvel, o que faz com que haja uma perda de potência e conseqüentemente, uma redução do rendimento. Isso poderia por exemplo, tornar uma simples ultrapassagem um risco à segurança do usuário.

A unidade de comando, assim que o ar condicionado é ligado, recebe a informação que o mesmo foi solicitado. Com essa informação, a unidade de comando poderá cortar o funcionamento do compressor por alguns instantes, garantindo assim o máximo rendimento do motor. Isso ocorrerá quando o ar condicionado estiver ligado e o acelerador for bruscamente acionado ou em situação de plena carga. Essa informação é enviado pelo sensor de posição de borboleta.

O sinal de solicitação do ar condicionado também serve para que a unidade de comando aumente a rotação de marcha lenta, evitando que o motor "morra".

Em veículos cujo sistema de injeção controla o funcionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento, a informação da solicitação do ar condicionado é utilizado para acionar a primeira velocidade ou velocidade baixa do eletro-ventilador.

### **:: Pressão máxima da direção hidráulica**

Da mesma forma que o compressor do ar condicionado "rouba" potência do motor, a bomba da direção hidráulica também o faz, quando a pressão no sistema hidráulico é máxima. Isso ocorre quando o volante atinge o batente, mantendo a válvula direcional da caixa aberta de forma contínua. Nesse momento, durante uma manobra, o motor está girando em baixa rotação, o que poderia provocar oscilações na marcha lenta.

Para que a unidade de comando saiba quando a pressão do sistema atinge o valor máximo, é utilizado na linha de pressão da caixa de direção um interruptor ( tipo on-off ou liga-desliga ). Quando a pressão atingir o valor máximo ( volante no batente ), o interruptor fecha o seu circuito, informando a unidade de comando para que a mesma possa corrigir a marcha-lenta.

Esse interruptor não é utilizado somente em alguns sistemas de injeção.

### **:: Diferencial de pressão no sistema EGR**

Trata-se de um transdutor de pressão do tipo capacitivo de cerâmica que monitora a pressão diferencial entre um orifício de dosagem localizado na tubulação de recirculação dos gases de escape (EGR).

Praticamente é um sensor que recebe um sinal proveniente de duas mangueiras ( uma anterior e outra posterior ao orifício ). A diferença entre a pressão na tubulação de recirculação dos gases de escape será proporcional à vazão de gases de escapamento que são readmitidos, o que irá gerar uma tensão contínua para a unidade de comando ( tensão proporcional à queda de pressão no orifício ).

**Exemplo:** Em marcha-lenta, não haverá recirculação, sendo assim, a tensão gerada por esse sensor será de 0 volt. Com o aumento da rotação, a válvula EGR irá abrir-se, permitindo que uma parcela dos gases de escape recirculem pelo sistema. Quanto maior for a carga de gás recirculado, maior será a tensão gerada pelo sensor.

**Nota:** A recirculação dos gases de escape serve para capturar o gás nitrogênio do escapamento e introduzi-lo na câmara de combustão. A presença do nitrogênio sob pressão diminui a temperatura na câmara.

### **:: Fluxo de vapor de combustível**

É utilizado em alguns sistemas para monitorar o funcionamento da válvula de purga do canister.

### **:: Pressão do reservatório de combustível**

A unidade de comando recebe a informação desse sensor para monitorar a pressão ou queda de pressão do tanque de combustível, para averiguar se não há vazamento dos vapores de combustível.

Chegamos aqui ao final dos elementos que enviam sinais à unidade de comando. A partir da próxima aula, iremos estudar os componentes que são controlados pela unidade de comando, chamados de atuadores.

## Aula 39 – Atuadores

Chamamos de "atuadores" todos os componentes que são controlados de forma direta pela unidade de comando e que transformam sinais elétricos em movimentos ( trabalho mecânico ). Sendo assim, temos:

- ? Válvula injetora;
- ? Válvula de controle de marcha-lenta;
- ? Módulo de potência do sistema de ignição;
- ? Bobina de ignição;
- ? Relés;
- ? Válvula de purga do canister;
- ? Outros dispositivos.

Talvez você esteja pensando nesse momento: "E a bomba elétrica?" "Não é um atuador?"

A resposta é não, pois como dissemos acima, atuadores são dispositivos controlados de forma direta pela unidade de comando e a bomba de combustível é acionada de forma indireta, ou seja, primeiro a unidade ativa um relé que por sua vez, ativa a bomba. Neste caso, o relé da bomba é o atuador.

Como o relé é um dos mais simples tipos de atuadores, iremos começar por ele.

### :: Relés

O relé é um dispositivo cuja função é de comandar através de um sinal de baixa intensidade, sinais de alta intensidade.

**Resumindo:** A bomba de combustível, por exemplo, consome uma corrente muito alta, cerca de 10 a 20 ampères dependendo da sua potência elétrica. A unidade de comando por sua vez, não emite sinais superiores à 1 ampère, pois poderia causar danos aos seus componentes eletrônicos de grande sensibilidade.

O relé possui um chaveamento que é atracado por meio de um campo magnético, produzido por um eletro-ímã ou solenóide.

**Observação:** Para saber maiores detalhes sobre os vários tipos de relés e seu funcionamento, inscreva-se em nosso curso de eletricidade de automóveis.

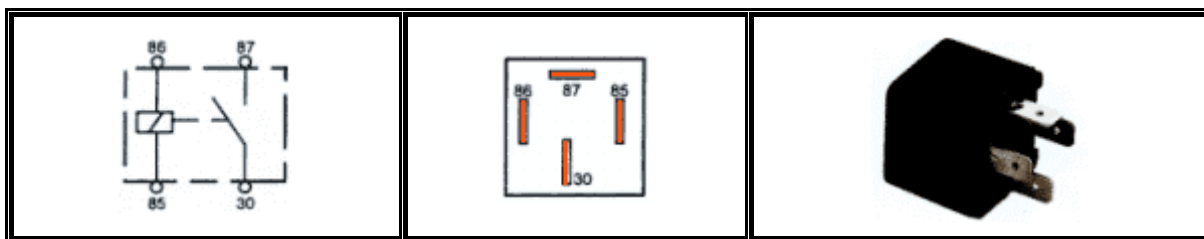
O tipo de relé mais utilizado no acionamento da bomba de combustível e dos demais componentes do sistema é do tipo universal, que possui quatro terminais, identificados pelos números: 30, 87, 85 e 86 ou 1, 2, 3 e 4 ( veículos Ford ).

As linhas 30 e 87 correspondem ao chaveamento do relé, sendo um terminal a entrada da corrente de alimentação e o outro saída para o dispositivo a ser comandado, como a bomba de combustível, o eletro-ventilador, o compressor do ar condicionado, etc. ( Normalmente 30 é a entrada e 87 a saída ).

As linhas 85 e 86 correspondem à bobina do relé ( eletro-ímã ou solenóide ). Um dos terminais é aterrado ( 0 volt ) e o outro é alimentado pela chave de ignição ( comutador de partida e ignição - também conhecido como linha 15 ).

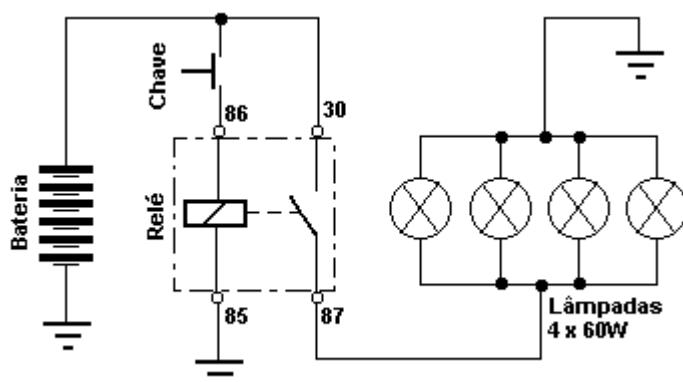
O relé utilizado no sistema de injeção eletrônica normalmente possui um diodo ligado em paralelo com a bobina de modo a evitar um surto de corrente quando o mesmo é desativado ( devido a indução eletro-magnética ).

Simbologia	Terminais	Formato
------------	-----------	---------



Observe que a chave do relé que fica entre os terminais 30 e 87 está aberta o que determina que esse tipo de relé é do tipo NF ( normal aberto ). Quando se faz circular uma corrente pelos terminais 85 e 86 o eletro-ímã é energizado, provocando o fechamento da chave.

Observe no circuito abaixo a utilização de um relé do tipo universal. Colocamos na sua saída quatro lâmpadas que serão controlados por ele.



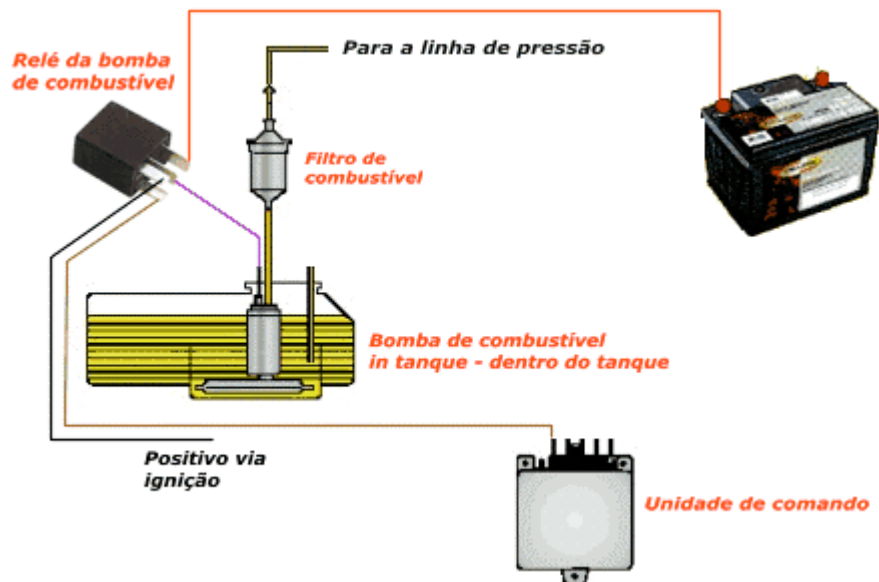
Observe que as quatro lâmpadas juntas consomem 20 ampères pois a potência total do circuito é de 240 watts. Essa corrente irá fluir do terminal 30 para o 87 quando aplicarmos uma tensão nos terminais 85 e 86. O consumo de corrente pelo eletro-ímã é de aproximadamente 500 mili-ampères ( 0,5 ampère ). Note então que, com um pelo valor de corrente conseguimos controlar uma corrente muito maior.

## Aula 40 – Relés

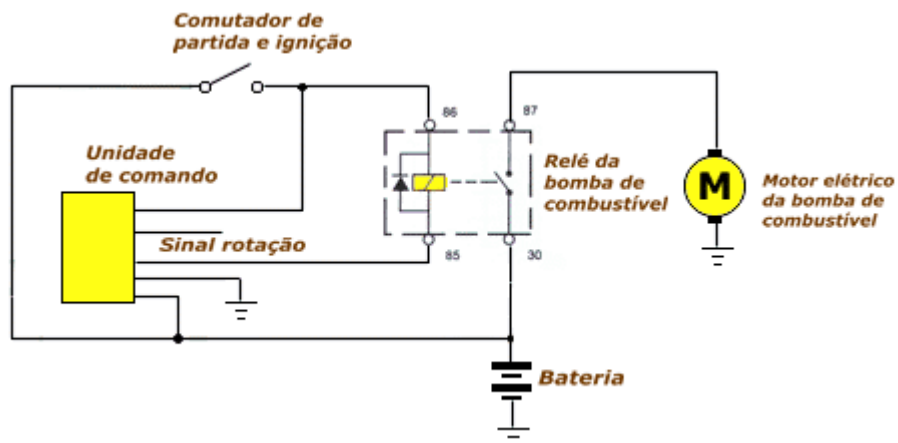
### Os relés e o sistema de injeção eletrônica

Como já foi mencionado na aula passada, os relés são capazes de controlar intensidades de corrente elevadas através de um sinal de baixa intensidade. É aí que ele entra no sistema de injeção eletrônica.

Assim, a unidade de comando irá controlar a bomba de combustível de forma indireta, ou seja, a unidade aciona o relé que por sua vez irá acionar a bomba de combustível.



Segue abaixo um esquema típico da ligação da bomba elétrica de combustível.



## Aula 40 - Relé da bomba de combustível

### :: Princípio de funcionamento

Ao se acionar o comutador de partida e ignição, o relé irá receber por meio do seu terminal 86 o sinal da linha de ignição. A unidade de comando também recebe esse sinal simultaneamente e provoca o aterramento do terminal 85 do relé. Com isso, será criado um campo magnético no relé que irá fechar o circuito entre as linhas 30 e 87. Como a linha 30 está ligado diretamente ao positivo da bateria, o terminal 87 alimentará o motor elétrico da bomba de combustível que já está aterrada.

Caso não haja sinal de rotação, a unidade de comando irá cortar o aterramento do terminal 85 do relé, que irá desativar o motor elétrico da bomba de combustível. Esse procedimento é importante, pois, evita que a bomba fique ativada com a chave ligada e o motor parado.

Se dermos partida no motor, o sensor de rotação irá informar a unidade de comando desta situação que voltará a aterrar o terminal 85 do relé.

Logicamente estamos passando neste circuito uma ligação padrão do relé da bomba de combustível. A ligação do seu terminal 85 à unidade de comando depende do sistema de injeção empregado.

Note também que a unidade de comando não emite um sinal positivo e sim o de aterramento. O relé recebe o sinal positivo via chave de ignição e só irá funcionar mediante o aterramento do terminal 85 que é feito pela unidade de comando. Da mesma forma, esse sinal de aterramento não é de forma contínua e sim pulsada, numa faixa de frequência de aproximadamente 20 hertz ( vinte pulsos por segundo ).

Talvez o aluno esteja imaginando nesse momento: "Se é assim, significa que o relé da bomba irá armar e desarmar vinte vezes por segundo", mas não é. Devido ao curto espaço de tempo entre um pulso e outro, praticamente não há tempo para a chave do relé se desarmar.

Todos os sinais para os atuadores são dessa forma, salvo o motor de passo da marcha lenta que pode receber tanto sinais positivos como negativos da unidade de comando e que será estudado mais adiante em nosso curso.

Tanto na linha 30 ( positivo da bateria ) como na linha 15 ( positivo via chave ) poderá haver um fusível de proteção na linha. Isso é importante ser observado para um bom diagnóstico no sistema elétrico do relé da bomba de combustível.

Na linha Ford, ao invés de se encontrar os números 30, 87, 85 e 86 no relé, será apresentado os números 1, 2, 3 e 5. Veja no quadro abaixo os valores correspondentes.

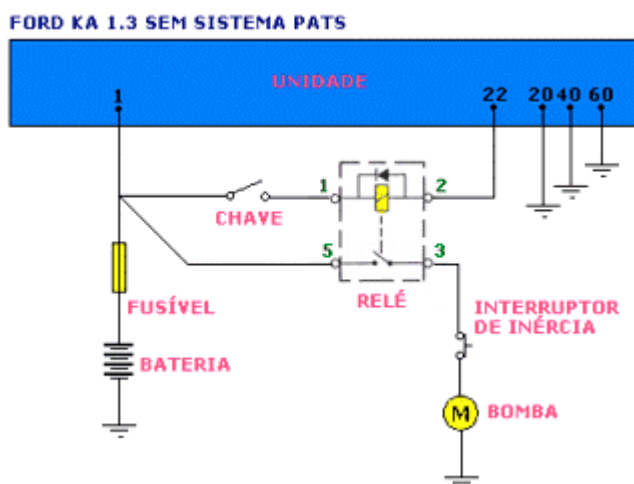
Linha Ford	Demais linhas	Função
1	86	Positivo via chave
2	85	Unidade de comando
3	87	Saída para a bomba
5	30	Positivo da bateria

## Aula 41 – Relés

### :: Sistema de proteção da linha de combustível

Além da unidade de comando desativar a bomba de combustível quando não há sinal de rotação, o sistema ainda poderá ser protegido por um interruptor de inércia que corta o acionamento da bomba caso o veículo veja sofrer algum impacto, como num acidente por exemplo.

O interruptor de inércia pode ser encontrado nos veículos Ford, Fiat, etc. Segue um exemplo do sistema FIC EEC-V da Ford.



Neste sistema, o interruptor de inércia fica na linha de alimentação da bomba, entre o positivo da bomba e o terminal 3 do relé.

Em caso de impacto, o interruptor de inércia irá abrir o circuito da bomba, cortando a sua alimentação. Assim, mesmo que o relé venha a se armar, a bomba não irá entrar em funcionamento.

**Obs:** Ao se passar com o veículo num desnivelamento que cause um impacto muito brusco, o interruptor de inércia poderá se desarmar, desligando a bomba de combustível.

O sistema PATS da Ford é o imobilizador eletrônico. No esquema acima foi apresentado o esquema sem esse sistema. Caso o veículo possua o sistema PATS, o terminal 2 do relé será ligado ao terminal 53 da unidade de comando. Assim, só haverá sinal da unidade no terminal 2 do relé se a chave de ignição possuir o transponder do sistema imobilizador.

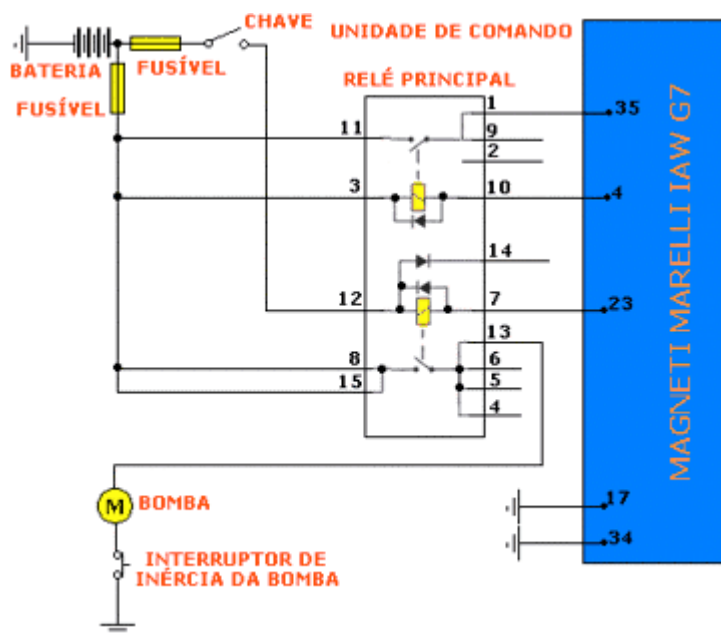
Em alguns sistemas também, o relé da bomba poderá estar conjugado com outro relé num único invólucro. É o caso do sistema Magneti Marelli IAW 1G7 utilizado nos veículos Pálio, Siena, Strada e Fiorino com os motores: 1.0, 1.5 e 1.6 MPI e 1.6 ie.

Nesse caso o relé da bomba faz parte do relé principal que engloba os seguintes componentes para acionamento:

- ? Eletroinjetores;
- ? Bomba de combustível;
- ? Eletroválvula do canister;
- ? Bobina de ignição;
- ? Sonda lambda.

### :: Esquema elétrico da bomba de combustível M. Marelli IAW G7





No esquema ao lado estão ligados somente os terminais referentes à bomba de combustível.

Observe que neste sistema, o interruptor de inércia corta o aterramento da bomba no caso de impactos e não a linha de alimentação como mostrado no esquema anterior da FIC.

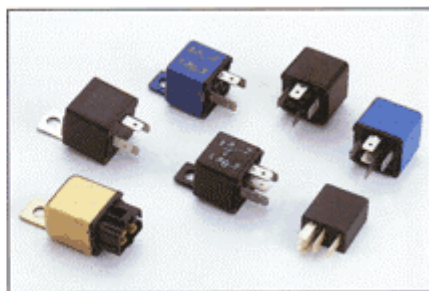
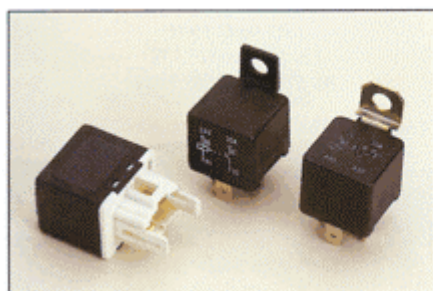
O relé principal é duplo, ou seja, são dois relés montados num único invólucro. O relé da parte superior é o principal e o inferior pertence a bomba elétrica, aos eletro-injetores, a sonda lambda, a bobina de ignição e a eletroválvula do canister.

Veja que embora o relé seja do tipo duplo, em nada se modifica comparado aos demais sistemas.

O relé recebe sinal positivo da chave pelo terminal 12 do relé. O aterramento do relé se faz pelo terminal 7 do relé que está ligado ao terminal 23 da unidade de comando que manterá aterrado o relé nas seguintes condições: Ao se ligar a chave por 5 segundos, quando houver sinal do sensor de rotação e quando a chave de ignição possuir o transponder do imobilizador eletrônico ( CODE ).

Quando o terminal 7 do relé é aterrado, ocorre o chaveamento do mesmo que irá energizar simultaneamente os terminais 13, 6, 5 e 4 do relé, sendo o terminal 13 o de alimentação da bomba elétrica de combustível.

Na maioria das vezes, na própria carcaça do relé vem o esquema elétrico do mesmo com os seus respectivos terminais.



## Aula 42 - Bomba elétrica de combustível

A bomba de combustível nos veículos injetados é de acionamento elétrico e vazão constante, devido a necessidade da pressurização do combustível na linha de modo a permitir a sua pulverização pelas válvulas injetoras.

A bomba de combustível no sistema de injeção pode ser dos tipos: **in tanque** (no tanque) e **in line** (na linha).

A vantagem de se ter a bomba dentro do tanque é a menor depressão que ela deve causar para poder fazer com que o combustível chegue até ela pela pressão atmosférica. Isso faz com que sua vida útil seja maior, devido ao menor efeito da cavitação (bolhas de vácuo que provocando desgastes na bomba).

**Observação:** Muitos pensam que a bomba succiona o combustível do tanque mas não é bem assim. O combustível armazenado no tanque está sob efeito da pressão atmosférica (1 BAR aproximadamente ao nível do mar). Quando a bomba entra em funcionamento, irá provocar na sua linha de entrada uma queda de pressão. Em função dessa queda, a pressão atmosférica empurra o combustível até a bomba que por sua vez o desloca até o corpo de borboleta (sistema monoponto) ou até o tudo distribuidor (sistema multiponto).

Muitos também acham que a bomba é um atuador. Como já dissemos, atuador é o dispositivo controlado diretamente pela unidade de comando, que não é o caso da bomba.



Quando a bomba de combustível (maioria dos automóveis) se encontra no tanque, a mesa fica localizada no interior de uma peça chamada copo estabilizador.

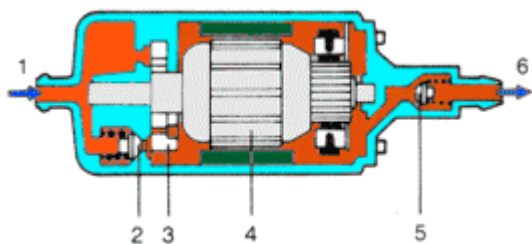
Este copo tem por função, manter a bomba sempre submersa no combustível, mesmo quando o veículo estiver em movimento e baixo nível de combustível.

O copo estabilizador se mantém cheio graças a linha de retorno do sistema, que é despejado dentro do copo. Nele também é montado a bóia do indicador de nível.

Para ter acesso à bomba, muitos veículos exigem a retirada do tanque.

A figura acima mostra a bomba de combustível e o copo estabilizador. A bomba fica alojada dentro do copo.

A bomba de combustível possui internamente um induzido e um campo (ímã permanente). Ao se aplicar uma tensão de 12 volts, o induzido irá girar, acionando a bomba.

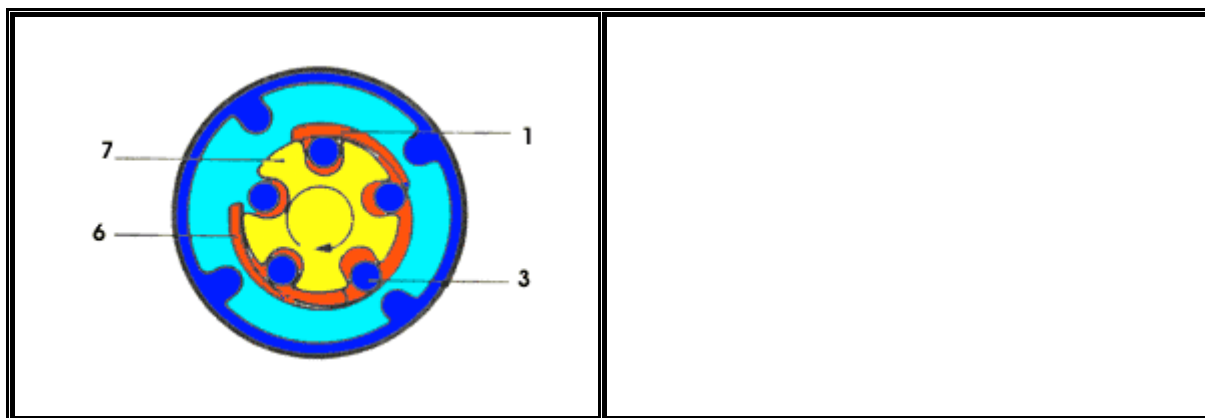


### Identificação da bomba

- 1- Entrada de combustível
- 2- Válvula de segurança
- 3- Bomba de roletes
- 4- Induzido do motor
- 5- Válvula de retenção
- 6- Lado de pressão
- 7- Rotor da bomba de roletes

A figura superior mostra a bomba com sua estrutura elétrica. Abaixo temos a bomba constituída pelo rotor e os roletes.

**Observação:** Durante o funcionamento, o combustível entra em contato direto com o induzido e as escovas. Desta forma se consegue obter a refrigeração da bomba. Não há risco de explosão devido à falta de oxigênio.



A bomba possui também duas válvulas, sendo uma de retenção, que evita o retorno do combustível que está pressurizado na linha para a bomba e a válvula de segurança, que se abre quando a pressão sobe demasiadamente, podendo provocar o rompimento da carcaça da bomba. Essa válvula, quando aberta interliga a área de baixa pressão com a área de alta pressão. Assim o combustível ficará circulando na própria bomba, o que faz a pressão da linha cair. Essa válvula é de extrema importância caso ocorra alguma restrição na linha por obstrução ou por um regulador de pressão defeituoso.

O motor elétrico da bomba possui uma resistência muito baixa, como na maioria dos motores elétricos (entre 1,5 a 4,0 ohms).

Tanto a parte elétrica como a mecânica da bomba não possui reparação. Uma vez com problemas deve ser substituída por uma nova, embora no mercado já existam bombas recondicionadas.

Nunca deixe o tanque ficar totalmente vazio pois há riscos de se danificar a bomba de combustível.

## Aula 43 - Regulador de pressão

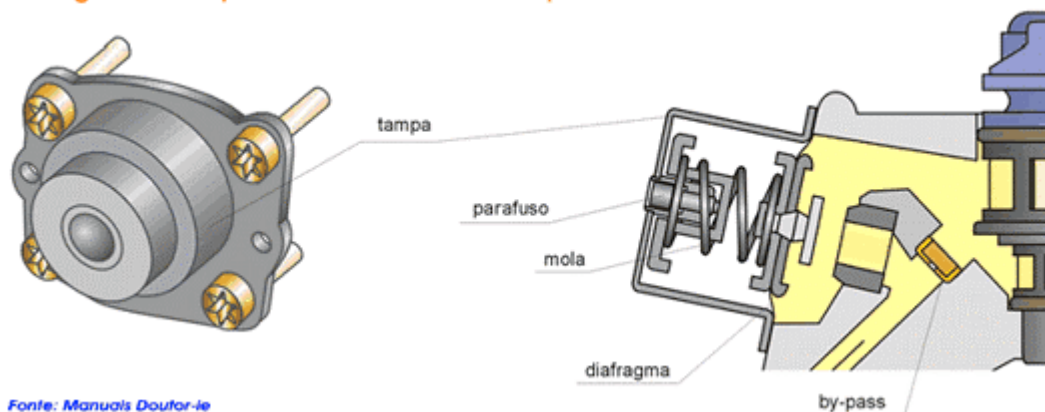
O regulador de pressão, como o seu nome já diz, tem por função regular a pressão do combustível na linha, para que as válvulas injetoras possam pulverizar a massa de combustível em quantidade suficiente para o motor.

O regulador de pressão pode estar montado em três posições, dependendo do sistema de injeção eletrônica utilizado:

- ? No corpo de borboleta (sistema monoponto);
- ? Na extremidade do tubo distribuidor (sistema multiponto);
- ? No copo estabilizador, junto à bomba de combustível (sistema multiponto returnless).

A pressão de trabalho também depende diretamente do tipo de sistema empregado, podendo variar entre 0,8 a 3,5 BAR. Esta pressão influencia diretamente no volume de injeção, ou seja, quanto maior for a pressão maior será o volume injetado.

### Regulador de pressão no sistema monoponto



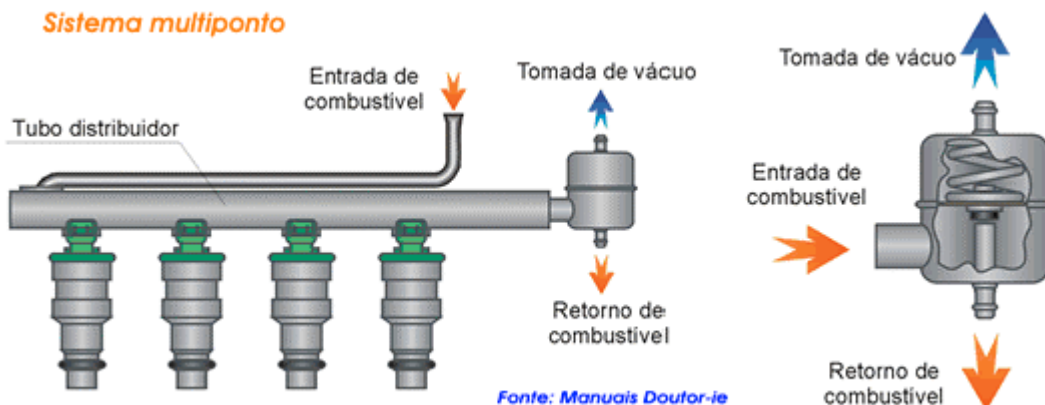
Fonte: Manuais Doutor-ie

O regulador é constituído de uma membrana e por uma mola calibrada. A membrana (diafragma) controla uma válvula que se abre e fecha de acordo com a pressão do combustível. Quando a válvula estiver fechada, o único ponto de fuga do combustível é o eletro-injetor e, por ter orifícios minúsculos não suporta a vazão produzida pela bomba. Com isso a tendência da pressão é subir.

Ao se atingir uma determinada pressão, a mola é comprimida, fazendo com que a membrana e a válvula se movam, abrindo a passagem do combustível para a linha de pressão. Isso fará com que a pressão caia rapidamente, começando um novo ciclo de trabalho.

No sistema monoponto, normalmente há um canal de desvio chamado by-pass. Esse canal possibilita a queda de pressão na linha assim que a bomba de combustível pára de funcionar. Já no sistema multiponto esse canal não existe, portanto, a pressão de linha se mantém, mesmo depois de desligado a bomba de combustível.

### Sistema multiponto



Fonte: Manuais Doutor-ie

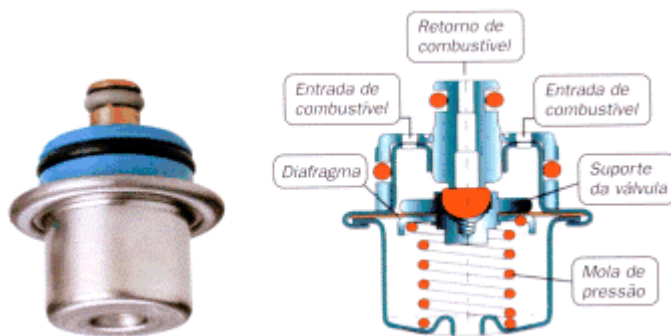
Neste sistema, o regulador de pressão possui uma tomada de vácuo que é ligado ao coletor de admissão, após a borboleta de aceleração. Isso possibilita o aumento de pressão na linha durante a abertura da borboleta de aceleração.

Já o regulador tipo returnless não possui linha de retorne e nem tomada de vácuo.

O nome "Returnless" não se refere apenas ao regulador de pressão e sim no conjunto "bomba de combustível e regulador de pressão" cujo regulador está incorporado à flange de fixação da bomba de combustível. Com isso, o regulador não fica montado no tubo distribuidor (sistema multiponto) ou no corpo de borboleta (monoponto) no qual era feito o retorno de combustível ao tanque.

A função do regulador de pressão para o sistema returnless é a mesma do regulador convencional, montado no tubo distribuidor ou corpo de borboleta. Deve-se ressaltar somente a inexistência do tubo de ligação da câmara da mola (vácuo) com o coletor de admissão.

Em função da não referência da tomada de vácuo, o que resulta numa pressão constante na linha de combustível mesmo na marcha lenta, deve-se compensar o enriquecimento da mistura nas acelerações apenas no tempo de injeção.



## Aula 44 - Componentes da linha de combustível

### :: Filtro de combustível

O filtro de combustível fica localizado logo após a bomba de combustível, normalmente preso ao eixo da suspensão traseira do automóvel.

Sua função é impedir que impurezas contidas no combustível atinjam as válvulas injetoras. Com certeza é o componente mais importante do sistema para que se garanta uma demanda de combustível limpo e isento de partículas sólidas que poderiam danificar não só os componentes do sistema de injeção como o motor em geral.



O filtro de combustível é muito simples de ser substituído, uma vez que atualmente, a maioria dos filtros é preso à tubulação por meio de engates rápidos. Deve-se somente prestar atenção em dois pontos: posição de montagem e pressão de linha.

Quanto à posição de montagem, certifique-se que a seta impressa no corpo do filtro fique voltada para as válvulas injetoras. Já em relação à pressão de linha, jamais tente retirar o filtro de combustível do local sem antes despressurizar a linha. Para tanto, retire o relé da bomba de combustível e funcione o motor até que o mesmo pare de funcionar. Insista na partida por mais umas três vezes até que o motor não dê nem sinal de pegar. Feito isso, retire o filtro e substitua-o.

É importante consultar o fabricante quanto ao período correto de troca. Por não ficar mais localizado no compartimento do motor, muitas vezes ele acaba sendo esquecido pelos donos dos automóveis. Filtros entupidos irão forçar a bomba de combustível, o que acarretará na diminuição da sua vida útil, além é claro, dos problemas já mencionados anteriormente.

Alguns sistemas de injeção como o Le Jetrônico da Bosch, possuem um amortecedor de pressão instalado na linha de combustível, próximo ao filtro. Esse dispositivo tem por função reduzir o ruído do combustível no interior da tubulação.



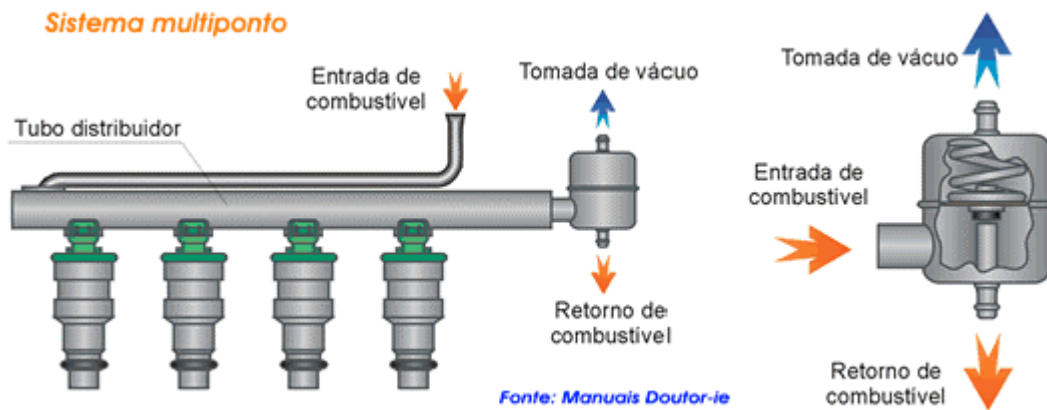
O movimento de "fechar" das válvulas injetoras mais o fornecimento periódico de combustível pela bomba elétrica produzem oscilações de pressão o que podem vir a provocar ruídos no interior da tubulação. O amortecedor de pressão suaviza os "golpes" do combustível pressurizado, reduzindo consideravelmente o nível de ruído.

Da mesma forma que o filtro, a sua substituição deve ser feita sem pressão na linha.

### :: Tubo distribuidor

Como já foi mencionado em aulas passadas, o tubo distribuidor ou "flauta" como é conhecido somente é empregado em veículos multiponto.

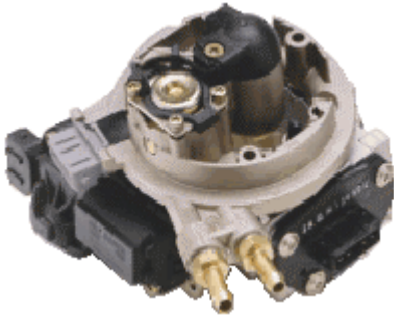
O tubo distribuidor suporta as válvulas injetoras e pode ser do tipo metálico ou plástico. É construído de modo a suportar elevadas pressões produzidas pelo sistema de injeção.



Na extremidade do tubo distribuidor encontra-se a válvula reguladora de pressão (exceto com sistema return less) já mencionado anteriormente.

### :: Corpo de borboleta para o sistema monoponto

O corpo de borboleta no sistema monoponto substitui o tubo distribuidor, uma vez que serve de suporte para a válvula injetora. É muito similar ao extinto carburador.



Ao lado temos um corpo de borboleta do sistema Bosch Monomotronic, utilizado por exemplo, no Golf. O regulador de pressão e a válvula injetora ficam alojadas nesse corpo, bem como outros componentes do sistema como sensores e atuadores.

É importante frisar que no sistema monoponto o combustível não se mantém pressurizado na linha, como ocorre no multiponto. Isso se deve à um by-pass (desvio) na linha de combustível no interior do corpo de borboleta.

Trocando em miúdos, não há necessidade de se despressurizar a linha para a manutenção do sistema.



## Aula 46 - Sistema de combustível - funcionamento e manutenção II

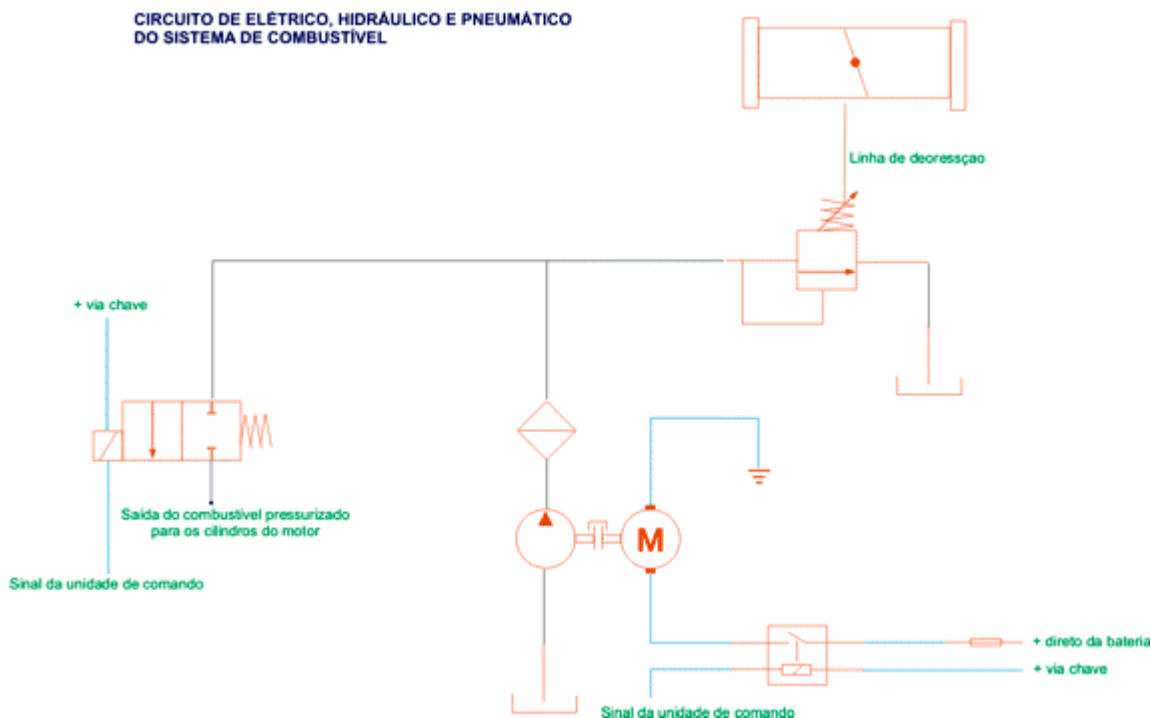
Já o manômetro para medição de pressão na linha de combustível não faz parte do sistema de injeção. Trata-se de um equipamento para testes.



O manômetro poderá ser utilizado para testes de pressão de entrada (após a bomba e antes do regulador) ou de retorno (após o regulador de pressão).

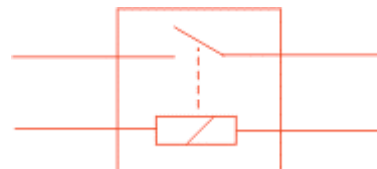
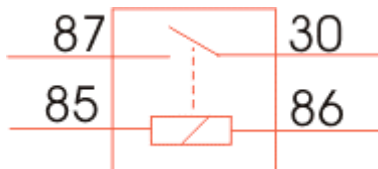
Alguns equipamentos como os fabricados pela PLANAtc podem medir a pressão de linha e a vazão do combustível de forma simultânea.

Veremos agora o sistema completo com todas as simbologias.



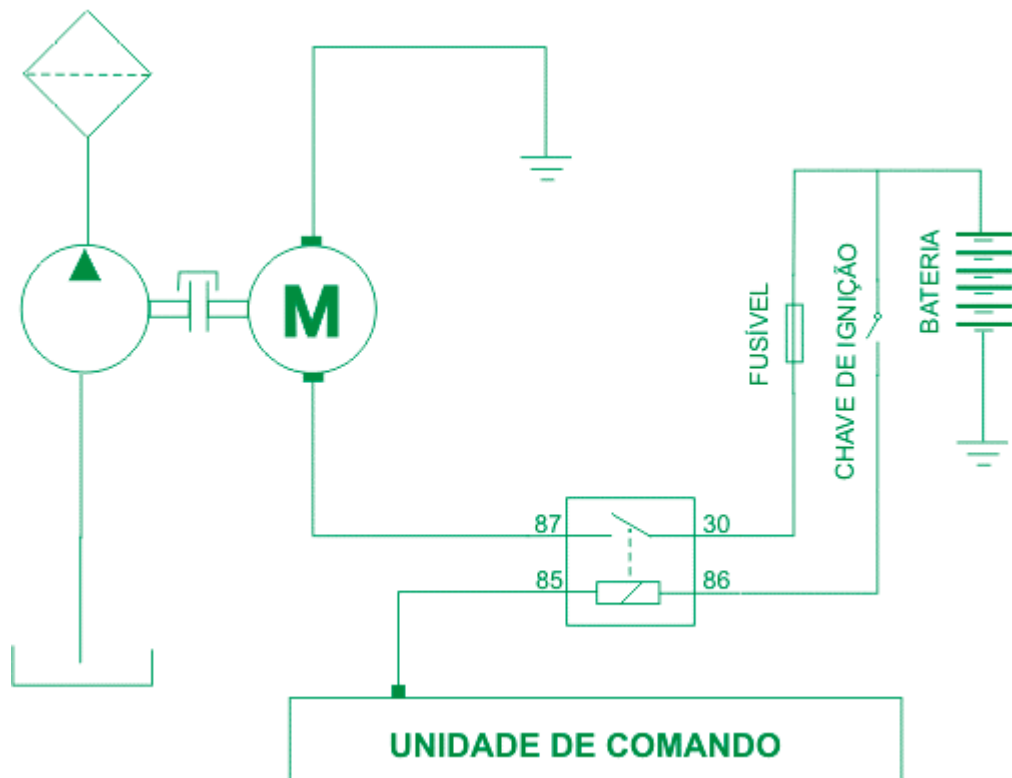
As linhas em "preto" representam à passagem do combustível. As linhas em "azul" pertencem ao chicote do circuito elétrico.

O relé da bomba é acionado mediante um sinal negativo da unidade de comando no seu terminal 85. Como no seu terminal 86 já existe um positivo assim que se liga a chave, o relé irá fechar o seu circuito permitindo à passagem da corrente do terminal 30 (positivo direto da bateria) ao terminal 87.



Veja abaixo o funcionamento do sistema.

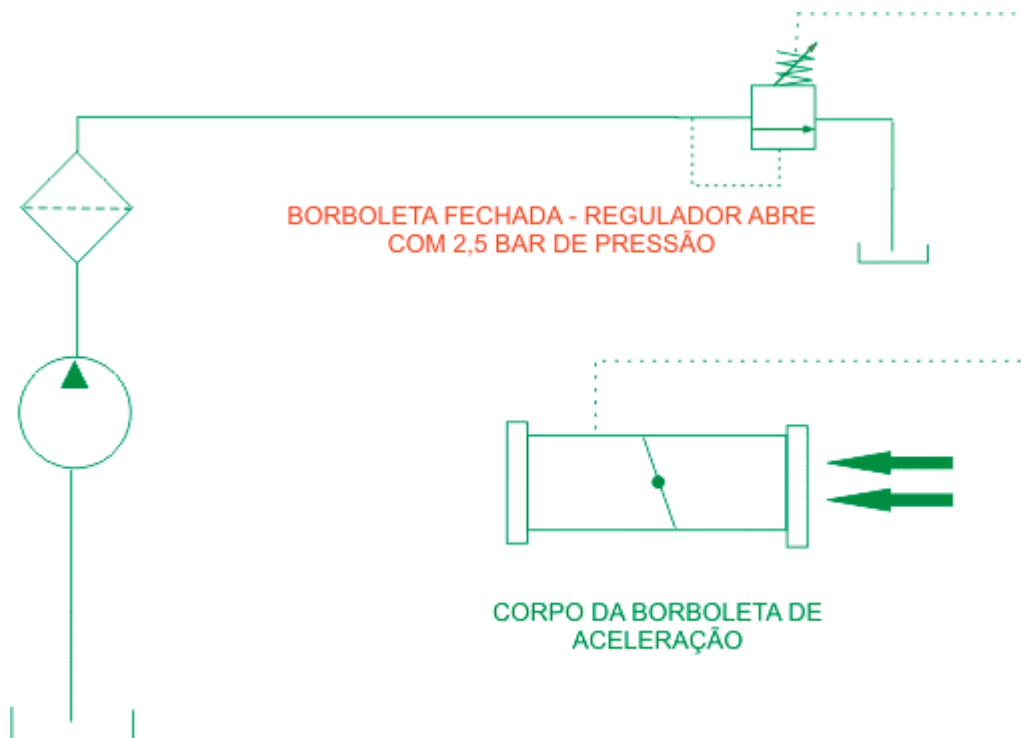




Como vocês podem observar, o funcionamento elétrico da bomba é muito simples.

**Observação:** Assim que se liga a chave de ignição, a unidade de comando irá aterrar a linha 85 do relé entre 3 a 5 segundos, dependendo do sistema. Se não houver o sinal de rotação chegando na unidade de comando, a mesma irá interromper este aterramento e com isso, a bomba irá parar de funcionar.

Com a implantação do sistema returg-less, praticamente este método deixou de existir e a compensação passou a ser feito com o aumento do tempo de injeção.



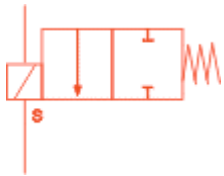
A compensação à vácuo do regulador de pressão é ligado ao coletor de admissão por intermédio de uma mangueira. Se retirarmos essa mangueira, o sistema irá atuar sempre com a pressão máxima, ou seja, com mistura rica.

Se esta mangueira se romper, logicamente haverá um aumento de consumo. Será perceptível também um leve aumento de rotação, não em função da maior pressão mas pela entrada de ar falso no coletor.

No sistema return-less e nos modelos monoponto, onde não existe a compensação à vácuo, a mistura é enriquecida pelo aumento do tempo básico de injeção. Essa abertura a unidade de comando irá perceber em função do sinal do sensor de posição de borboleta.

## Aula 48 - Sistema de combustível - funcionamento e manutenção IV

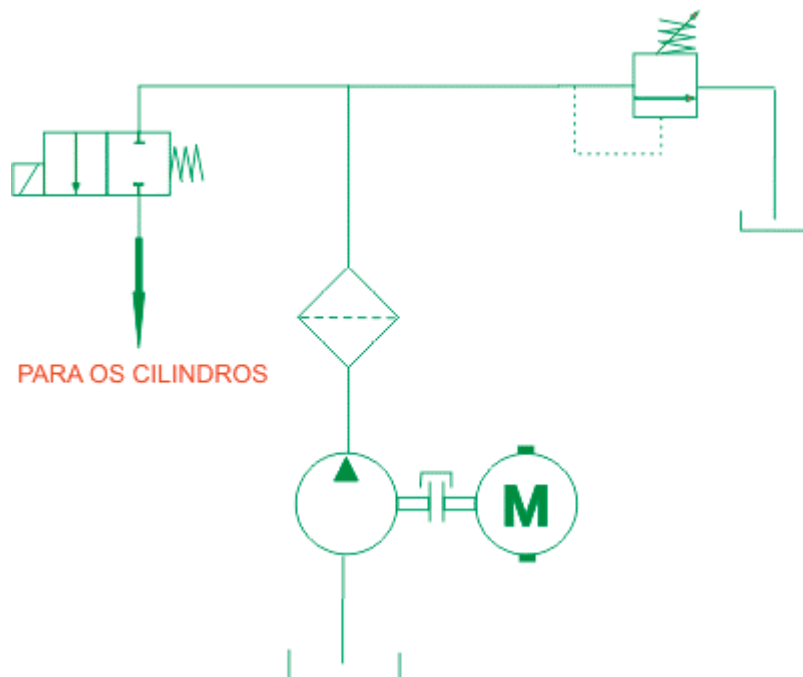
Já o acionamento da válvula injetora é resumida no seguinte esquema:



A válvula injetora nada mais é do que uma válvula eletromagnética do tipo NF (normal fechado) e representado pelo símbolo ao lado. O solenóide "s" recebe o sinal positivo da chave de ignição e o pulso negativo pela unidade de comando.

A unidade de comando controla tanto a frequência de acionamento quanto a duração do pulso.

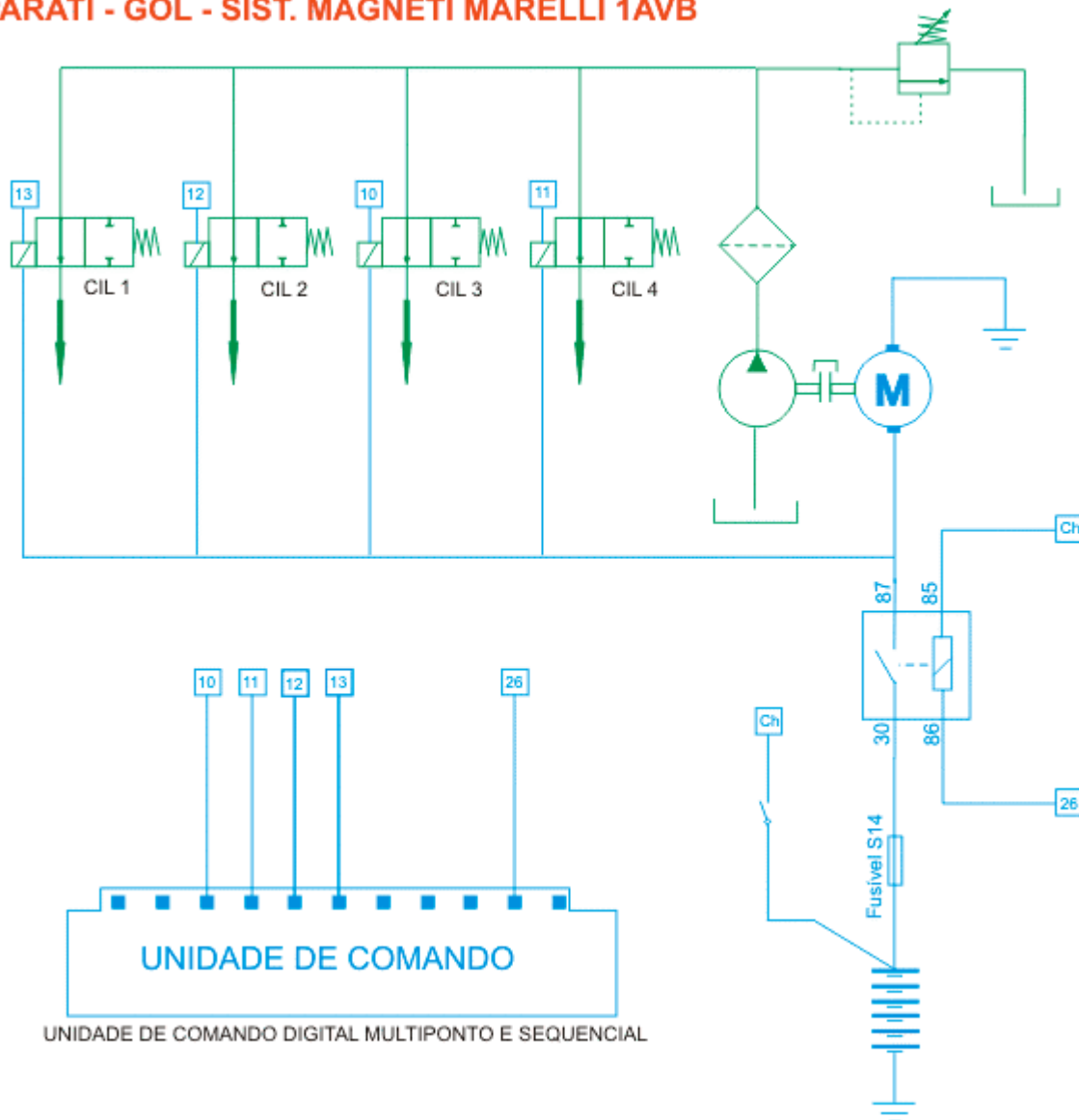
A frequência é a quantidade de vezes que a válvula abre por segundo enquanto que a duração do pulso é o tempo de injeção. Assim, quanto maior for o pulso, maior será o tempo de injeção que é medido em milissegundos (ms) por meio de um multímetro automotivo.



Viram como é simples. Talvez você possa estar pensando, e se o sistema fosse multiponto? Simples, haveria mais três válvulas ligadas em paralelo à mostrada na animação acima.

A seguir, veja o esquema completo do sistema de alimentação.

## PARATI - GOL - SIST. MAGNETI MARELLI 1AVB



A parte em verde representa o circuito hidráulico e a parte em azul o circuito elétrico do sistema.

## Aula 49- Controlador de ar de marcha lenta

A marcha lenta dos motores injetados depende diretamente da quantidade de ar admitido. Assim, quanto maior for o volume de ar, maior deverá ser a rotação do motor, de modo que se mantenha a proporção ideal de mistura.

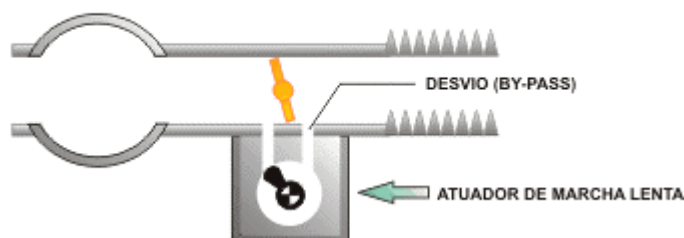
O atuador que se encarrega de controlar a quantidade de ar fornecida na marcha lenta chama-se válvula de controle de ar de marcha lenta, que pode ser:

- ? Motor de passo;
- ? Eletroválvula;
- ? Motor de corrente contínua;
- ? Servo-motor.

Com exceção do servo-motor, todos os demais tipos de atuadores trabalham fazendo uma ponte sobre a borboleta de aceleração, ou seja, desviando o ar por esse componente. Isso significa que podemos alternar a rotação do motor sem a necessidade da abertura da borboleta.

- ? A válvula de controle de ar de marcha lenta ou válvula IAC possui as seguintes funções no sistema:
- ? Controle da rotação no regime da marcha lenta;
- ? Controle da rotação de marcha lenta quando o motor estiver em fase de aquecimento;
- ? Compensar as cargas extras no motor, como o acionamento do climatizador ou quando o volante de direção atingir os batentes (direção hidráulica);
- ? Amortecimento da rotação nas desacelerações, chamado efeito dash-pot, com o intuito de minimizar a produção de HC (hidrocarbonetos).

CORPO DE BORBOLETA E COLETOR - MULTIPONTO



O funcionamento do corretor de ar de marcha lenta é bastante simplificado. Em marcha lenta o atuador trabalha em closed-loop (malha fechada). Entenda marcha lenta como motor em baixa rotação e borboleta de aceleração totalmente fechada.

TRABALHO EM MALHA FECHADA DO ATUADOR



Pelo que você pode observar na figura ao lado, o atuador em situação de marcha lenta trabalha abrindo e fechando o desvio de ar de marcha lenta (by-pass).

Qualquer alteração no motor, o atuador entra em ação.

**Exemplo:** O atuador está parcialmente aberto, ajustando a rotação ideal. Quando se liga o climatizador, devido a maior carga no motor, o atuador irá permitir maior passagem de ar, o que irá aumentar a rotação.

Talvez você esteja pensando: "Mas se aumentar a passagem de ar a mistura não figura mais pobre?" A tendência seria que sim, mas, quando isso ocorre, devido a maior quantidade de ar, a pressão do coletor irá aumentar, o que será captado pelo sensor de pressão absoluta que informará a unidade de comando dessa situação. Assim, a unidade irá recalculer o tempo de injeção, adequando-o em função do volume de ar admitido.

Outro exemplo bem simples está na fase de aquecimento do motor. Quando se dá partida com o motor frio, o mesmo tende a pegar numa rotação mais alta, evitando falhas na marcha lenta nesta situação. A medida em que o motor vem aquecendo, em função do sinal do sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, a unidade de comando fará com que o atuador venha diminuindo o fluxo de ar admitido, fazendo com que a rotação venha caindo de forma gradativa.

Como a situação de solicitação do atuador parte dos sensores, podemos agregar mais essas duas condições no circuito de malha fechada.

#### TRABALHO EM MALHA FECHADA DO ATUADOR



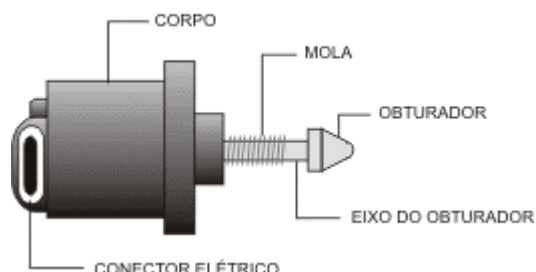
TODAS AS INFORMAÇÕES GERADAS PELOS SENSORES SÃO PROCESSADAS NA UNIDADE DE COMANDO QUE, DE ACORDO COM A SOLICITAÇÃO DO MOTOR, CONTROLA O ATUADOR DE MARCHA LENTA.

## Aula 50- Motor de passo

Um dos atuadores de marcha-lenta mais conhecido nos sistemas de injeção é o motor de passo.

Esse atuador é um motor elétrico que possui duas bobinas internamente, o que permite o giro do rotor (induzido) nos dois sentidos e com movimento controlado. É utilizado tanto em sistemas monoponto quanto no multiponto.

ATUADOR DE MARCHA LENTA TIPO MOTOR DE PASSO



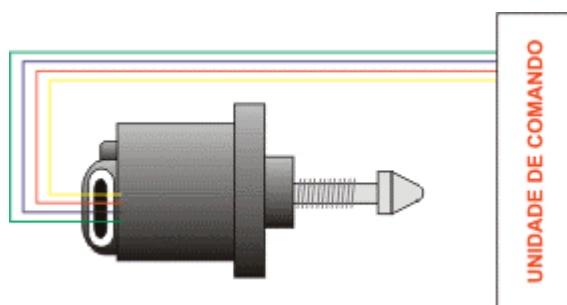
A figura ao lado mostra o aspecto físico do motor de passo e seus componentes. Possui um conector com quatro terminais, sendo duas para cada bobina. Quando o induzido gira de um lado ou de outro, ele empurra ou retrai o obturador que irá abrir ou fechar a passagem de ar no corpo de borboleta.

Vale lembrar que a unidade de comando é que controla o movimento do motor de passo.

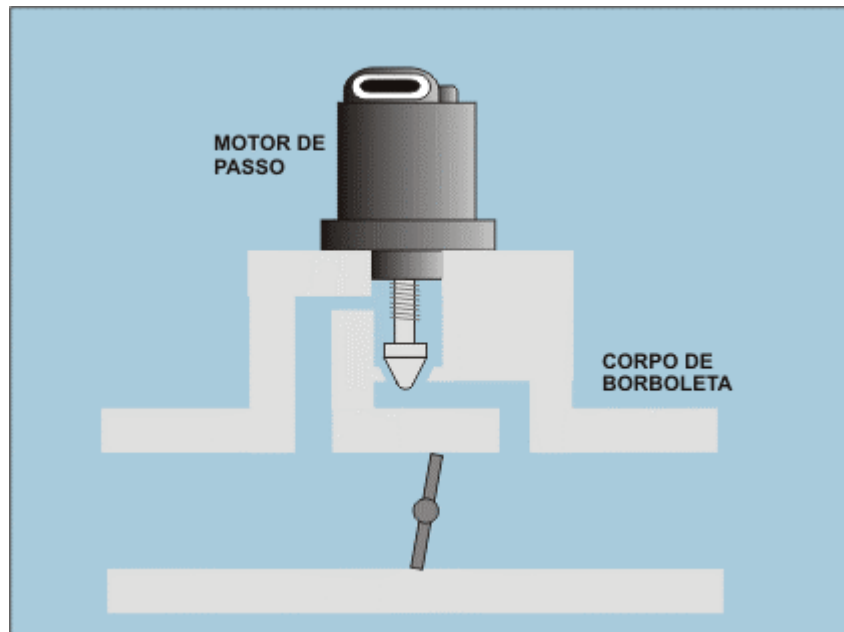
Então, o motor de passo é formado por um estator (duas bobinas) e um rotor (induzido). Internamente ao rotor há um furo roscado onde é encaixado o eixo do obturador (também roscado). Há um guia que evita o movimento de rotação do eixo do obturador. Assim, o mesmo terá que se deslocar axialmente quando o rotor estiver em movimento de rotação.

Esse dispositivo recebe o nome de motor de passo por possuir um movimento escalonado, conforme a comutação do campo magnético no rotor. O tipo mais empregado é o de dois pólos (duas bobinas). Existe também motores com doze pólos.

Num motor de dois pólos e quatro terminais cada passo corresponde a um giro de  $90^\circ$  do rotor, seja no sentido horário ou anti-horário. Assim, para um giro completo ( $360^\circ$ ) são necessários quatro passos. Lembrando que cada passo corresponde a uma comutação do campo magnético.



Veja na figura abaixo como o motor de passo controla a passagem de ar pela canal de desvio (by-pass) da borboleta de aceleração.



O número total de passos do atuador depende do fabricante e do modelo a ser empregado. Por exemplo, no sistema 1AVB da Magneti Marelli o número máximo de passos é de 214 enquanto que no sistema Multec Delphi IEFI-6 é de 160 passos.

**Importante:** Se por algum motivo o conector do motor de passo for desligado com a ignição ligada ou com o motor em funcionamento, a unidade de comando irá perder o posicionamento do motor de passo, tornando a marcha lenta instável (muito alta ou muito baixa) ou com grande número de oscilações.

Para resolver esse problema, utilize um scanner automotivo para reposicionar o motor de passo utilizando o recurso "Teste de atuadores".

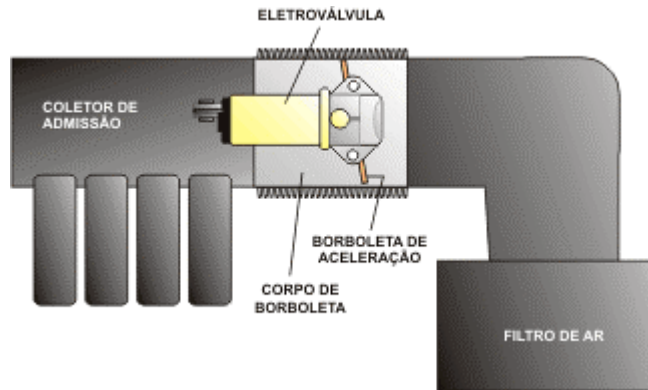
Na linha GM Multec, pode-se também fazer um jumper nos terminais A e B do conector ALDL e ligar a ignição. Após cinco segundos, desligue a ignição e retire o jumper. Pronto, o sistema estará normalizado.



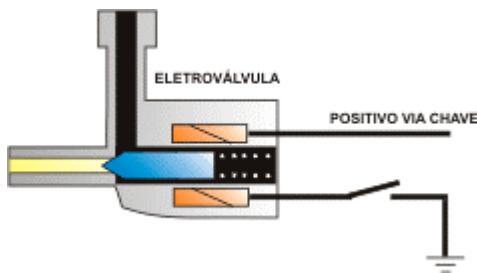
## Aula 51- Eletroválvula

A eletroválvula é um atuador de marcha lenta que, ao invés de controlar o fluxo de ar no coletor de admissão por uma abertura variável, faz-se por meio de tempo de abertura, ou seja, a abertura é fixa (não tem de ficar mais ou menos aberta) e sim por meio de ciclos de abertura, ou seja, ora aberta, ora fechada.

Este atuador encontra-se no lugar que deveria estar o motor de passo, ou seja, ligando um canal antes e depois da borboleta de aceleração.



A eletroválvula trabalha por meio de indução eletromagnética, que faz com que a válvula de controle de fluxo fique abrindo e fechando numa determinada frequência que é controlada pela unidade de comando do sistema de injeção.



A eletroválvula é acionada mediante uma tensão de 12 volts. Seu conector possui dois terminais, sendo um positivo via chave, ou seja, assim que se liga a ignição, em um dos terminais já tem o positivo aplicado. O outro terminal é o terra, como mostra a figura ao lado.

Veja que, quando ocorre o aterramento, a eletroválvula é energizada, fazendo com que o êmbolo recue e permite a passagem do ar de um canal para o outro.

Esses dois canais fazem um caminho à parte, desviando o fluxo de ar da borboleta. Esse canal é denominado by-pass.

O controle do fluxo é feito mediante ao tempo em que a válvula fica aberta, permitindo o fluxo de ar. Com uma rotação muito baixa, a válvula permanece mais tempo fechada do que aberta. Se algum equipamento do veículo for ligado, como o climatizador, será necessário uma rotação mais alta do motor. Nesse momento, a unidade de comando irá manter a válvula com um tempo de abertura maior.

Esse tipo de atuador garante uma precisão muito maior do que o motor de passo, pois, a sua resposta à unidade de comando é mais rápida. Seu grande problema está no assentamento da agulha do êmbolo. Qualquer sujeira prejudica o fechamento da válvula, o que poderá acarretar oscilações na marcha lenta ou até mesmo a sua perda.

Essa válvula é empregada nos sistemas FIC EEC-IV (Ford Ka e Fiesta) ou EEC-IV (também da linha Ford).

É de suma importância que se mantenha a válvula PCV sempre limpa, para evitar que sujeiras provenientes do motor venham a obstruir a válvula ou mesmo provocar o seu mau fechamento. Também é necessário que se siga rigorosamente o intervalo de trocas de óleo lubrificante e filtro. Combustível de má qualidade também provoca danos à essa válvula, pois, determinados solventes criam gomas no óleo lubrificante, que, por meio da ventilação positiva do cárter através da válvula PCV, possam "engripar" a válvula.

Para limpar essa válvula, pode-se tentar recorrer ao equipamento de ultra-som.

O teste da eletroválvula faz-se por meio do scanner. Jamais aplique uma tensão direta da bateria nos terminais desta válvula, pois, corre-se o risco de danificá-la. Primeiro por que o tempo em que será aplicado a tensão será bem superior o tempo normal que ela fica energizada, provocando o superaquecimento da sua bobina e, segundo, que essa válvula possui logo na entrada um diodo, de modo que não se pode inverter a sua polaridade.

Para verificar se há sinal na válvula, teste o seu conector (dois pinos). Com a ignição ligada, um deles tem que ter 12 volts em relação ao terra. O outro terminal testa-se com uma caneta de polaridade. Coloca-se a ponta de prova no terminal e na partida, o led verde deverá ficar piscando.

Para medir o tempo de aberta da válvula, utiliza-se um multímetro automotivo com escala em ms (milissegundo).

A carga cíclica da válvula também pode ser medida com o multímetro automotivo, na função "Duty Ciclo". O valor aparecerá em porcentagem.



A figura ao lado trás um multímetro automotivo ou analisador digital para motores (ADM 9300), fabricado pela PLANATC.

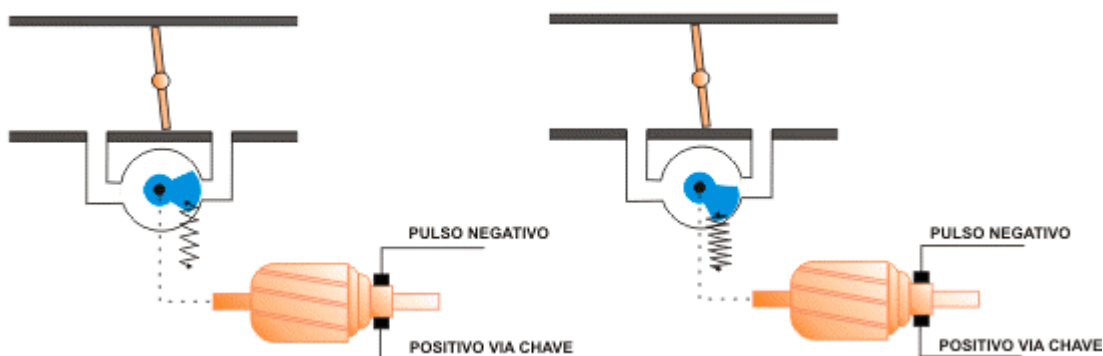
Entre as várias funções, pode-se medir carga cíclica, tempo de abertura (ms) e todas as funções de um multímetro como tensão, corrente, resistência, etc.

## Aula 52- Motor rotativo

O motor rotativo é mais um tipo de atuador de marcha lenta empregado nos veículos injetados. Esse atuador é muito empregado nos sistemas Motronic da Bosch.

Podemos dizer que o motor rotativo é o resultado do casamento do motor de passo com a eletroválvula, pois, possui um rotor como o motor de passo e atua por carga cíclica como a eletroválvula.

No motor rotativo, o rotor gira apenas num determinado ângulo, não dando sequer meia rotação e só gira num sentido. Quando aplicamos uma diferença de potencial nos seus terminais (dois), o rotor tende a girar, esse limitado por uma mola. Quando ocorre o corte da tensão, a mola puxa o rotor na sua posição normal. Veja as figuras abaixo:



Assim, o controle de fluxo de ar da marcha lenta depende diretamente do tempo em que o rotor irá permitir à passagem de ar pelo canal de desvio (by-pass).



Na figura ao lado temos um motor rotativo utilizado no Vectra (os primeiros modelos). A sua ligação com o coletor de admissão é feito por meio de duas mangueiras.

Existem modelos em que a sua estrutura é afixada diretamente no corpo de borboleta, como a eletroválvula. Isso diminui a possibilidade de entrada de ar por eventuais furos nas mangueiras.

Para testar esse atuador, utiliza-se o scanner na função teste de atuadores. Pode-se também energizar o motor diretamente com uma tensão de 12 volts para ver se o rotor se movimenta. É importante que se dê apenas um pulso rápido e prestar atenção na sua polaridade.

## Aula 53- Sistema de ignição

Com certeza, o sistema de ignição é que sofreu as maiores modificações ao longo dos anos, em se tratando do controle do funcionamento do motor.

Basicamente a sua finalidade continua inalterada, ou seja, fornecer ao motor uma centelha elétrica capaz de inflamar a mistura ar-combustível. Com isso, vários componentes ainda são preservados até hoje, como os cabos de vela, bobina e velas. Outros, porém se extinguíram, como é o caso do distribuidor.

Como estamos tratando o sistema de injeção eletrônica de forma genérica e não especificamente de um único sistema, vamos descrever nessas aulas os sistemas de ignição utilizados nos motores injetados.

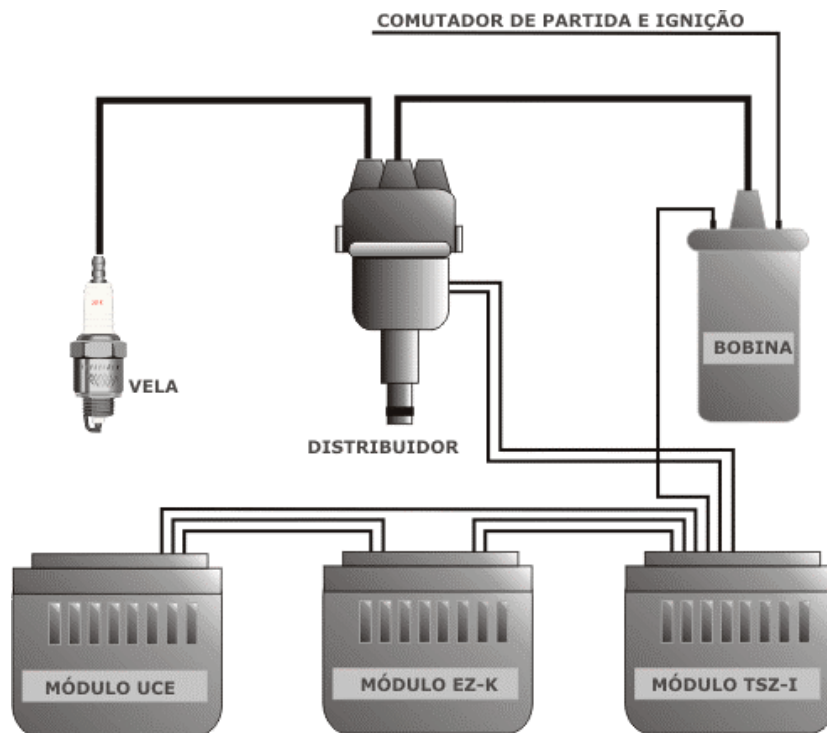
Podemos destacar os seguintes sistemas:

- ? Ignição eletrônica transistorizada (Bosch TSZ-I);
- ? Ignição eletrônica por efeito Hall (Bosch TZH);
- ? Ignição eletrônica com módulo HEI (Rochester);
- ? Ignição eletrônica estática.

Em todos os sistemas citados acima, o controle do avanço da centelha é feito pela unidade de comando através de uma mapa de controle gravado na sua memória fixa. A esse sistema damos o nome de ignição mapeada, ou seja, mesmo com distribuidor, o sistema não possui mais os avanços automáticos à vácuo e centrífugo.

### - Ignição eletrônica transistorizada

É utilizada no sistema de injeção Bosch Le-Jetrônic com unidade de ignição EZ-K. Na realidade, este sistema pode chegar a possuir até três unidades de comando, uma para a injeção (UCE), outro para o disparo da centelha e controle do ângulo de permanência (TSZ-I) e outra para o mapeamento da ignição ou avanço das centelhas (EZ-K).



ESQUEMA DE LIGAÇÃO MERAMENTE ILUSTRATIVA

No sistema Le-Jetrônic, o principal componente é o módulo EZ-K que determina o avanço da ignição em função da temperatura do motor, pressão do coletor de admissão (carga) e rotação.

A temperatura do motor é fornecida pelo sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, a carga do motor pelo sensor de pressão absoluta e a rotação pela bobina de ignição (terminal 1). Há também um sensor de pressão barométrica que informa a pressão atmosférica instantânea de acordo com a altitude. Todas essas informações são processadas no módulo EZ-K para que seja determinada o avanço ideal da ignição.

Em caso de problemas nos sensores do sistema de ignição, acenderá no painel de instrumentos uma lâmpada de advertência. Essa lâmpada não indica problemas no sistema de injeção, pois a unidade é analógica, somente no sistema de ignição, pois o EZ-K é uma unidade de comando digital.

A Volkswagen com o Gol GTi, Santana GLSi, por exemplo, utilizam os três módulos separados como visto na página anterior. Já a linha Fiat e GM utilizam apenas dois módulos, a UCE (injeção) e o EZ-K (já integrado o módulo TSZ-I no seu interior).

Muitos já me perguntaram, essa é a famosa injeção "burra"? Vamos a uma explicação.

Esse termo acabou sendo utilizado pelos reparadores assim que surgiu a injeção com módulo digital (que hoje todos são digitais). Esses módulos permitem a monitoração dos sensores e atuadores a acusam códigos de defeitos que ficam gravados na sua memória RAM caso haja algum tipo de anomalia. Com isso também é possível fazer o diagnóstico via Scanner. O módulo analógico não grava esses códigos muito menos possui conexão com o scanner. Também não faz a compensação caso haja perda de sinais de algum sensor e com isso o motor poderá deixar de funcionar. Lembre-se que no sistema digital, se houver perda do sinal da posição da borboleta, a unidade de comando tem capacidade de ignorar o seu sinal e começar a utilizar o sinal do sensor de pressão absoluta, pois, quanto mais fechado estiver a borboleta, menor a pressão no coletor. Por esses motivos, esse sistema acabou sendo batizada com esse nome.

Apesar de ser um sistema analógico, ele não fica a desejar se comparado com vários outros sistemas. Para começar, o sistema é multiponto (uma válvula para cada cilindro). Possui sensor de pressão barométrica que mede a pressão atmosférica de forma instantânea. Assim, você poderá estar na praia e começar a subir a serra. De acordo com a mudança de altitude, a unidade de comando EZ-K vai controlando o avanço da ignição de forma também instantânea. Nos demais sistemas, a pressão atmosférica é lida em função do sensor de pressão absoluta no momento que a ignição é ligada. Assim, se você estiver ao nível do mar e funcionar o motor, por mais que você suba uma serra, o ajuste será feito em função daquela altitude. Se chegarmos a 2000 metros de altitude sem desligar o motor, o ajuste será o que foi lido no nível do mar. Neste caso, para corrigir esse inconveniente, temos que desligar o motor e ligar novamente para que a unidade reconheça a nova altitude.

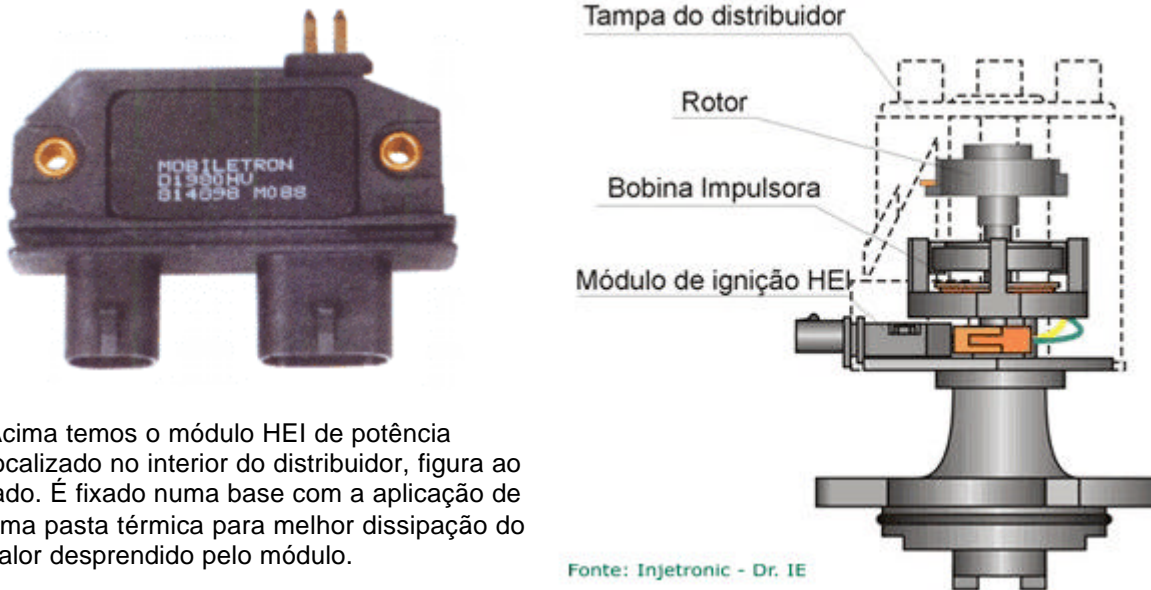
Outro fator importante está em relação ao sensor MAP ou pressão absoluta. Ele não fica exposto no compartimento do motor e sim no interior da unidade EZK. Tanto que existe no seu chicote uma mangueira ligada ao coletor de admissão.

## Aula 54- Sistema de ignição

Outro sistema empregado na ignição foi a utilizada nos veículos dotados com a injeção Multec Rochester TBI-700 (hoje Delphi).

Este sistema utiliza um módulo de potência no interior do distribuidor, denominado módulo HEI de potência.

Na realidade, quem controla o disparo da centelha e o seu avanço é a unidade de comando do sistema de injeção. O módulo HEI só controla o disparo da centelha no momento da partida, ou quando houver uma rotação muito baixa como é o caso da partida.

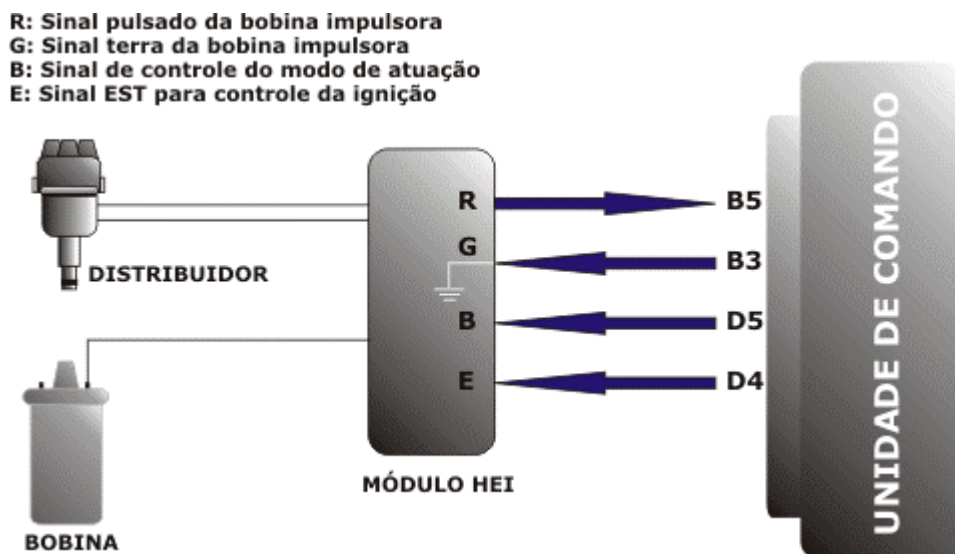


Acima temos o módulo HEI de potência localizado no interior do distribuidor, figura ao lado. É fixado numa base com a aplicação de uma pasta térmica para melhor dissipação do calor desprendido pelo módulo.

Fonte: Injetronic - Dr. IE

Além desses componentes, o sistema possui ainda componentes comuns na ignição, como velas, cabos e bobina de ignição.

O módulo HEI possui oito terminais, sendo dois ligados na bobina impulsora do distribuidor (terminais P e N), duas na bobina de ignição (secundário da bobina) e quatro na unidade de comando do sistema de injeção (terminais E, R, B e G). Estes quatro terminais interligam-se na unidade de comando nos pinos D4, B5, D5 e B3 respectivamente.



Neste sistema de ignição existem dois modos de funcionamento que são denominados: modo **Módulo HEI (By-pass)** e modo **Unidade de Comando**.

No modo Módulo HEI ou By-pass quem controla o dispara e o avanço da centelha é o módulo HEI de potência em função dos pulsos gerados na bobina impulsora do distribuidor. O avanço inicial da ignição é fixo e a unidade de comando do sistema de injeção não tem nenhum controle sobre o sistema.

Esse modo é utilizado durante a partida (rotação inferior a 450 rpm) ou quando a unidade de comando detectar alguma falha na interação com o módulo de potência.

Já no modo Unidade de Comando, o avanço e o ângulo de permanência são controlados pela unidade de comando através do sinal EST (terminal D4 da unidade de comando). Este sinal é utilizado pelo módulo HEI para energizar a bobina de ignição. Esse é o modo de atuação normal do sistema de ignição.

A unidade de comando do sistema de injeção necessita de quatro sinais para controlar o funcionamento da ignição: sinal de rotação, terra do sinal de rotação (o aterramento é feito no módulo HEI), sinal de controle do modo de funcionamento e sinal de energização da bobina (sinal EST).

A unidade de comando recebe o sinal de rotação do motor através dos terminais B5 e B3. O terminal B3 fornece o sinal de aterramento (feito somente pelo módulo HEI). O sinal pulsado é gerado pela bobina impulsora do distribuidor.

Estes pulsos são contados pela unidade de comando durante um determinado tempo a fim de se obter o valor de rotação e a posição da árvore de manivelas. A unidade de comando utiliza esses pulsos para sincronizar a injeção de combustível. Não recebendo esses pulsos a unidade de comando não irá controlar o funcionamento da válvula injetora.

A unidade de comando determina o modo de funcionamento em função do sinal no terminal D5, ou seja, quando a unidade gerar 5 volts em D5 significa que a mesma está tendo controle sobre o sistema de ignição. Quando o sinal em D5 for de 0 volt, é o módulo HEI quem controla a ignição.

Este sistema de ignição é totalmente digital, podendo armazenar códigos de falhas na memória RAM da unidade de comando e posteriormente consultado por meio de um scanner ou código de piscadas. Neste caso, o código de falha é o 42 (falha no sistema de ignição).

O sistema Rochester Multec TBI-700 foi empregado no Monza, Kadett e Ipanema EFI (monoponto). Os primeiros veículos da linha Corsa também chegaram a utilizar esse sistema.

O avanço inicial da ignição é de 10 graus APMS. Para ajustá-lo, você terá que inibir a unidade de comando para que a mesma pare de controlar o avanço. Para tanto, faça um jumper nos terminais A e B do conector de diagnóstico, denominado conector ALDL, e ajuste o distribuidor com auxílio de uma lâmpada de ponto.