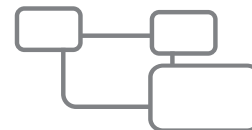


CURSO PASSO-A-PASSO DE

INJEÇÃO ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

PARTE 03



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.

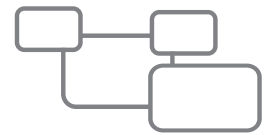
Observação: Para saber maiores detalhes sobre os vários tipos de relés e seu funcionamento, inscreva-se em nosso curso de eletricidade de automóveis.

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).

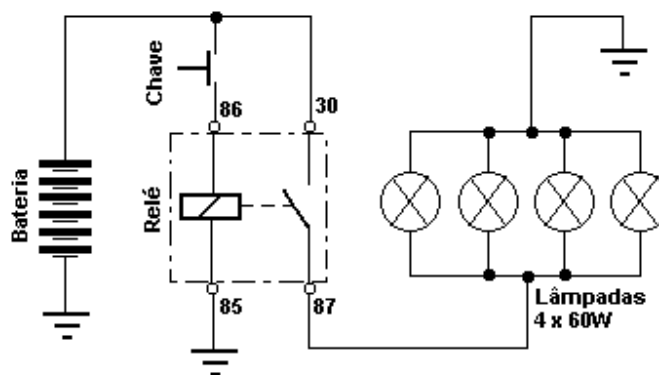
O relé utilizado no sistema de injeção eletrônica normalmente possui um diodo ligado em paralelo com a bobina de modo a evitar um surto de corrente quando o mesmo é desativado (devido a indução eletro-magnética).



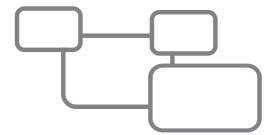
Simbologia	Terminais	Formato

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.

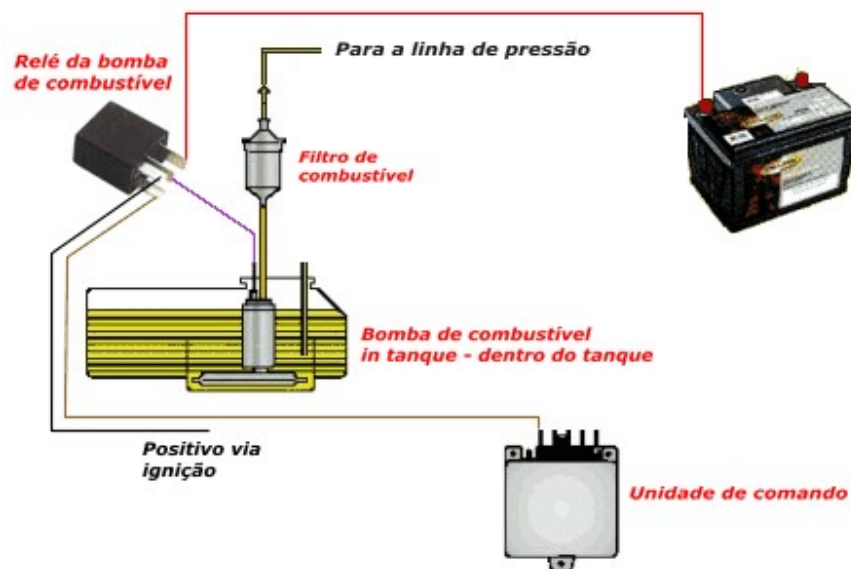


Aula 40 – Relés

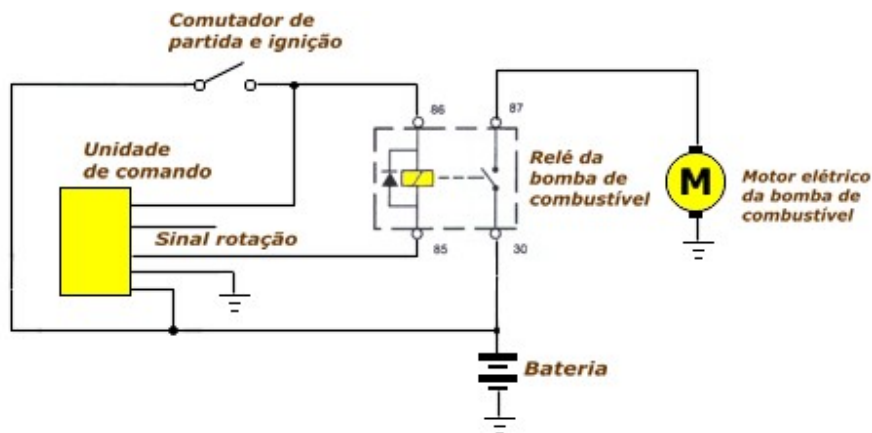
Os relés e o sistema de injeção eletrônica

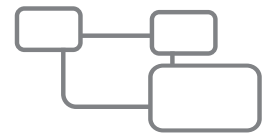
Como já foi mencionado na aula passada, os relés são capazes de controlar intensidades de corrente elevadas através de um sinal de baixa intensidade. É aí que ele entra no sistema de injeção eletrônica.

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).

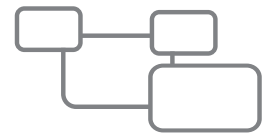
Talvez o aluno esteja imaginando nesse momento: "Se é assim, significa que o relé da bomba irá armar e desarmar vinte vezes por segundo", mas não é. Devido ao curto espaço de tempo entre um pulso e outro, praticamente não há tempo para a chave do relé se desarmar.

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

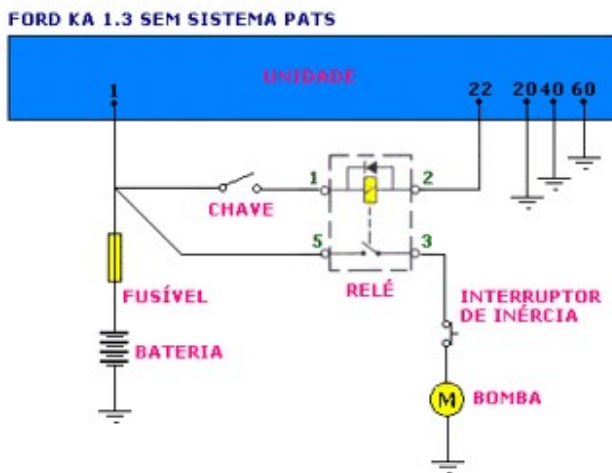


Aula 41 – Relés

:: 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.

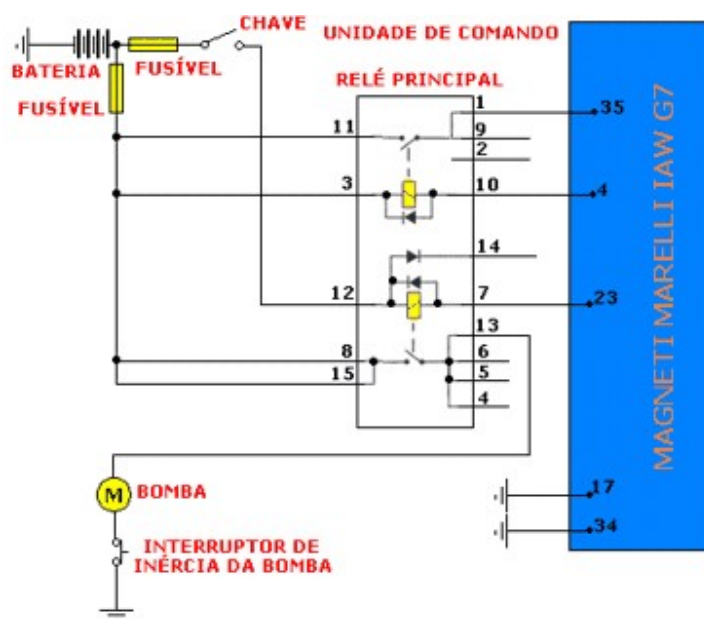
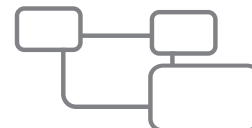
O sistema PATS da Ford é o immobilizador eletrônico. No esquema acima foi apresentado o esquema sem esse sistema. Caso o veículo possua o sistema PATS, o terminal 2 do relé será ligado ao terminal 53 da unidade de comando. Assim, só haverá sinal da unidade no terminal 2 do relé se a chave de ignição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

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.

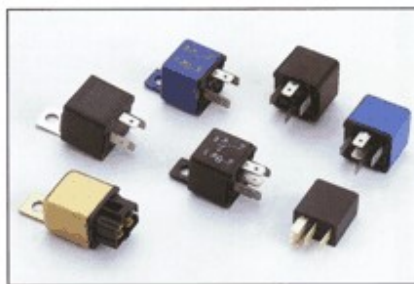
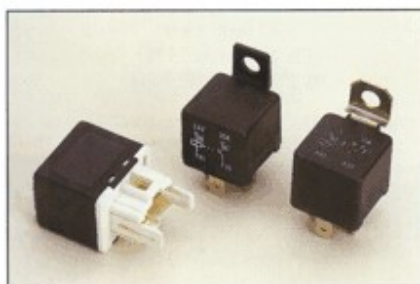
O relé principal é duplo, ou seja, são dois relés montados num único invólucro. O relé da parte superior é o principal e o inferior pertence a bomba elétrica, aos eletro-injetores, a sonda lambda, a bobina de ignição e a eletroválvula do canister.

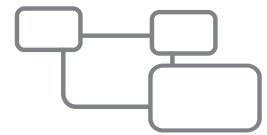
Veja que embora o relé seja do tipo duplo, em nada se modifica comparado aos demais sistemas.

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 immobilizador 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.

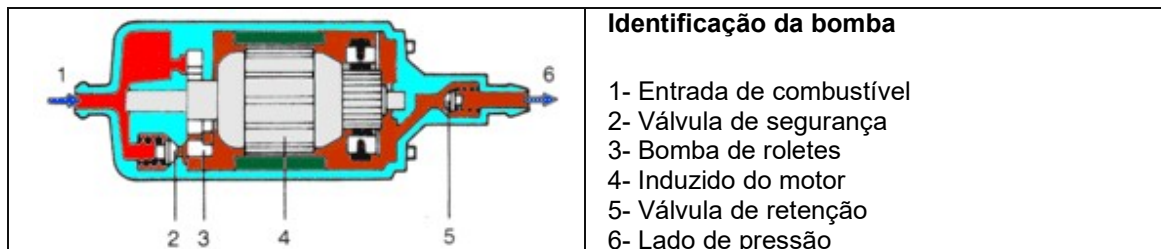
Este copo tem por função, manter a bomba sempre submersa no combustível, mesmo quando o veículo estiver em movimento e baixo nível de combustível.

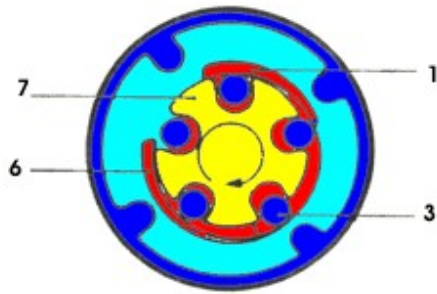
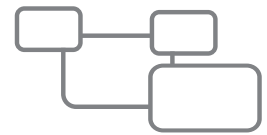
O copo estabilizador se mantém cheio graças a linha de retorno do sistema, que é despejado dentro do copo. Nele também é montado a bóia do indicador de nível.

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.





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.

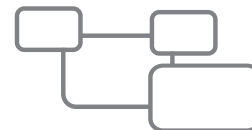
Observação: Durante o funcionamento, o combustível entra em contato direto com o induzido e as escovas. Desta forma se consegue obter a refrigeração da bomba. Não há risco de explosão devido à falta de oxigênio.

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 recondiçionadas.

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



Aula 43 - Regulador de pressão

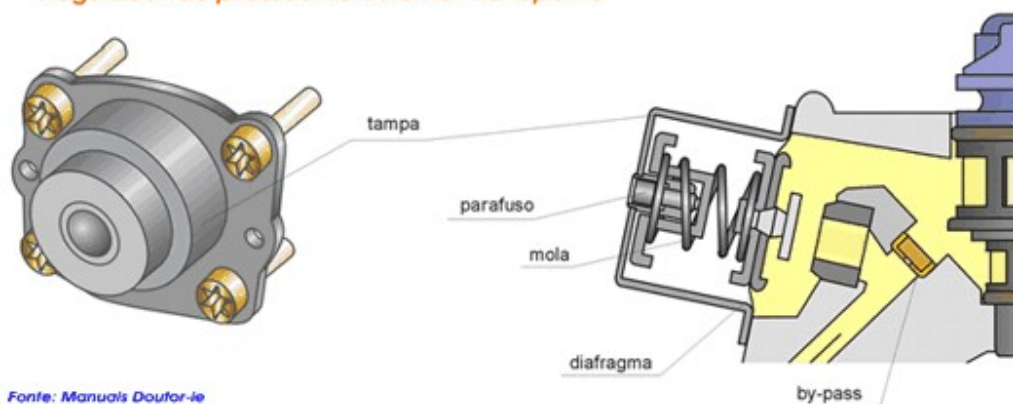
O regulador de pressão, como o seu nome já diz, tem por função regular a pressão do combustível na linha, para que as válvulas injetoras possam pulverizar a massa de combustível em quantidade suficiente para o motor.

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

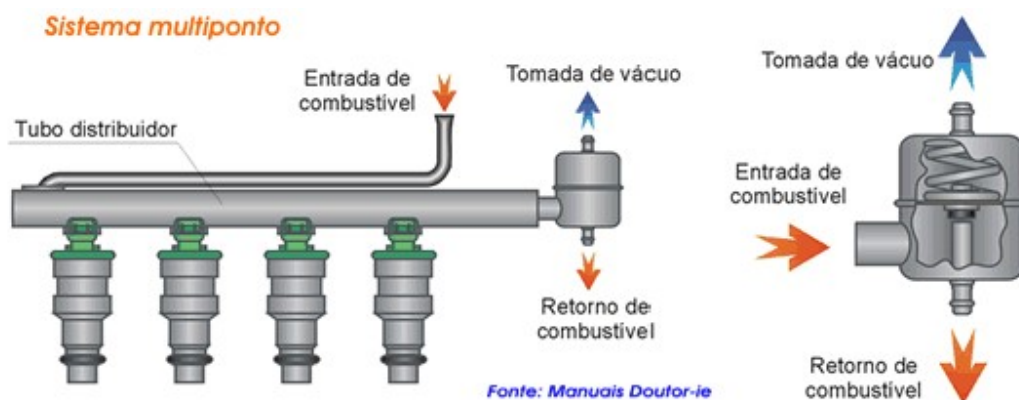


Fonte: Manuals Doufor-je

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.



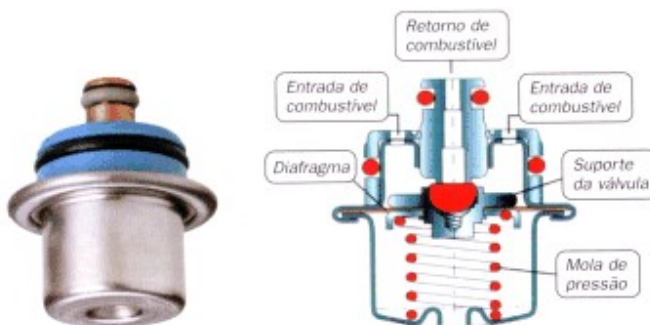
Neste sistema, o regulador de pressão possui uma tomada de vácuo que é ligado ao coletor de admissão, após a borboleta de aceleração. Isso possibilita o aumento de pressão na linha durante a abertura da borboleta de aceleração.

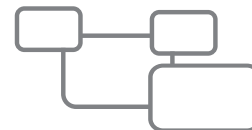
Já o regulador tipo returnless não possui linha de retorno e nem tomada de vácuo.

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 depressurizar 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 Jetrônic 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.



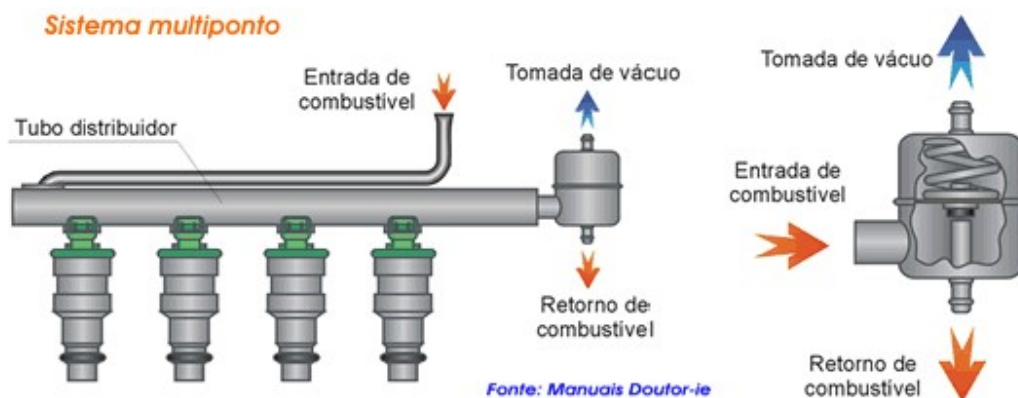
O movimento de "fechar" das válvulas injetoras mais o fornecimento periódico de combustível pela bomba elétrica produzem oscilações de pressão o que podem vir a provocar ruídos no interior da tubulação. O amortecedor de pressão suaviza os "golpes" do combustível pressurizado, reduzindo consideravelmente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

:: Corpo de borboleta para o sistema monoponto

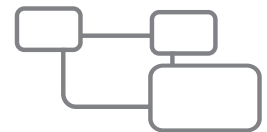
O corpo de borboleta no sistema monoponto substitui o tubo distribuidor, uma vez que serve de suporte para a válvula injetora. É muito similar ao extinto carburador.



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.

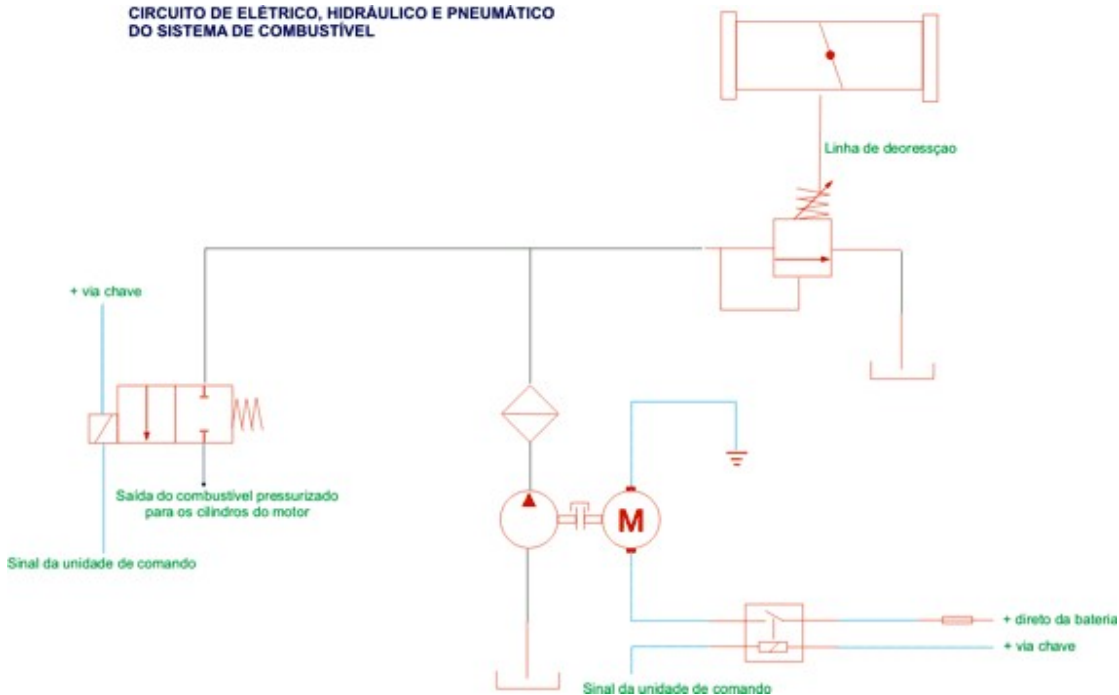


O manômetro poderá ser utilizado para testes de pressão de entrada (após a bomba e antes do regulador) ou de retorno (após o regulador de pressão).

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.

CIRCUITO DE ELÉTRICO, HIDRÁULICO E PNEUMÁTICO DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL



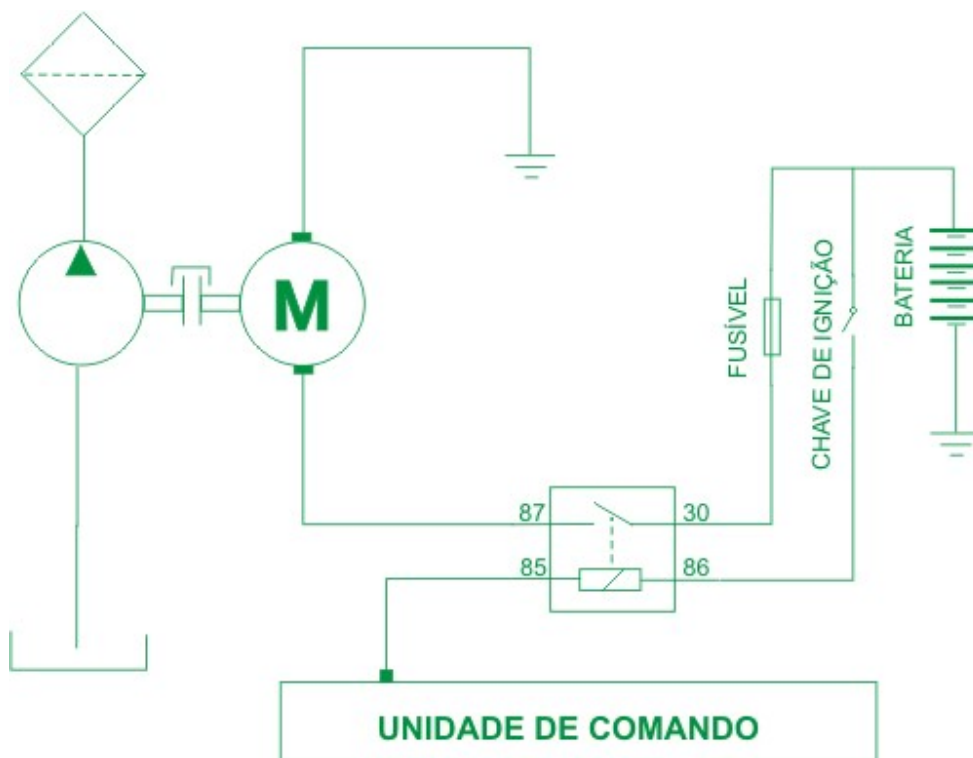
As linhas em "preto" representam à passagem do combustível. As linhas em "azul" pertencem ao chicote do circuito elétrico.

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.





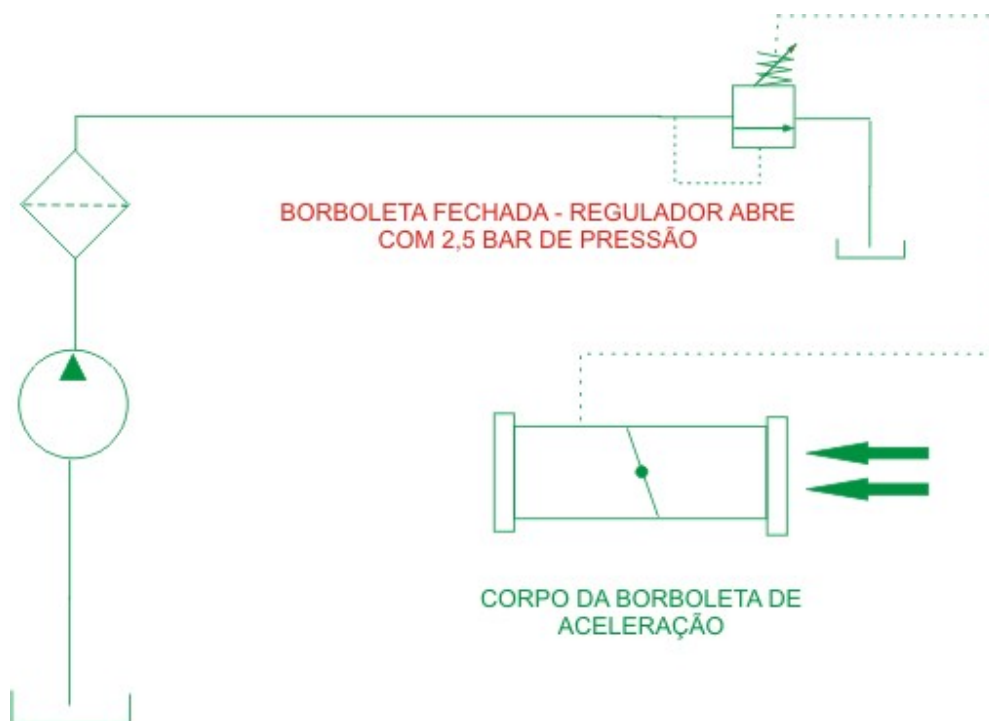
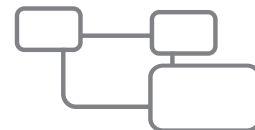
Veja abaixo o funcionamento do sistema.



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.

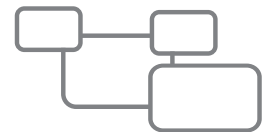
Com a implantação do sistema returg-less, praticamente este método deixou de existir e a compensação passou a ser feito com o aumento do tempo de injeção.



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.

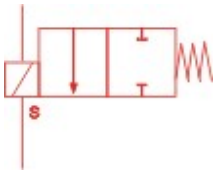
Se esta mangueira se romper, logicamente haverá um aumento de consumo. Será perceptível também um leve aumento de rotação, não em função da maior pressão mas pela entrada de ar falso no coletor.

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

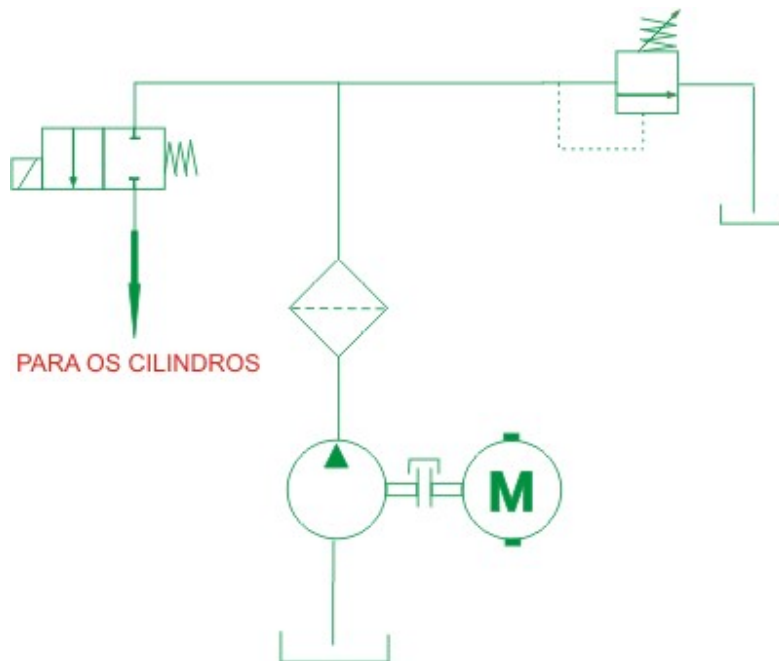
Já o acionamento da válvula injetora é resumida no seguinte esquema:



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.

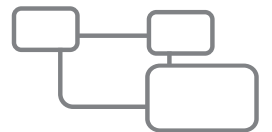
A unidade de comando controla tanto a frequência de acionamento quanto a duração do pulso.

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.

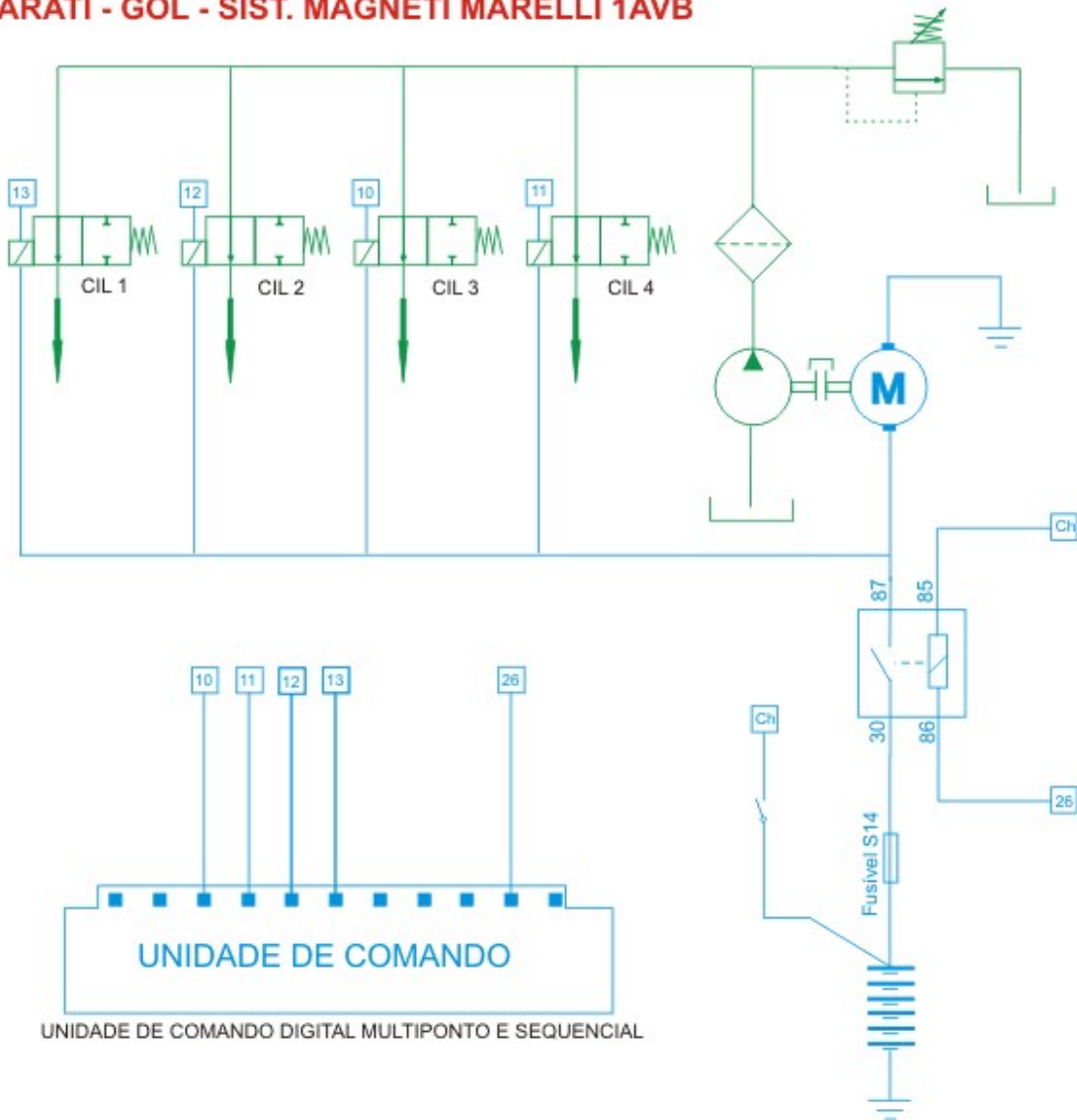


Viram como é simples. Talvez você possa estar pensando, e se o sistema fosse multiponto? Simples, haveria mais três válvulas ligadas em paralelo à mostrada na animação acima.

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

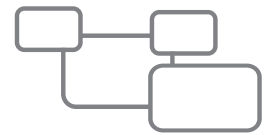


PARATI - GOL - SIST. MAGNETI MARELLI 1AVB



UNIDADE DE COMANDO DIGITAL MULTIPONTO E SEQUENCIAL

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.

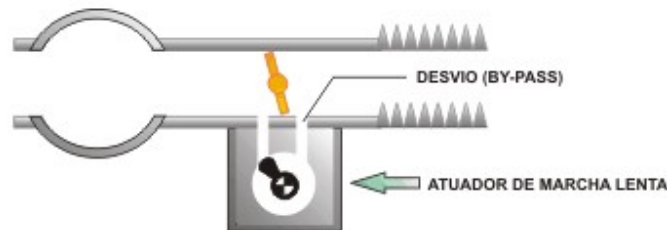
O atuador que se encarrega de controlar a quantidade de ar fornecida na marcha lenta chama-se válvula de controle de ar de marcha lenta, que pode ser:

- 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



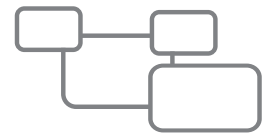
O funcionamento do corretor de ar de marcha lenta é bastante simplificado. Em marcha lenta o atuador trabalha em closed-loop (malha fechada). Entenda marcha lenta como motor em baixa rotação e borboleta de aceleração totalmente fechada.



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 recalcular o tempo de injeção, adequando-o em função do volume de ar admitido.

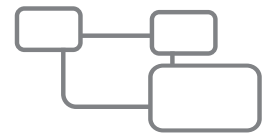
Outro exemplo bem simples está na fase de aquecimento do motor. Quando se dá partida com o motor frio, o mesmo tende a pegar numa rotação mais alta, evitando falhas na marcha lenta nesta situação. A medida em que o motor vem aquecendo, em função do sinal do sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, 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.

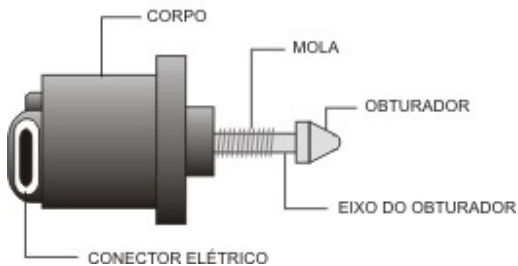


Aula 50- Motor de passo

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



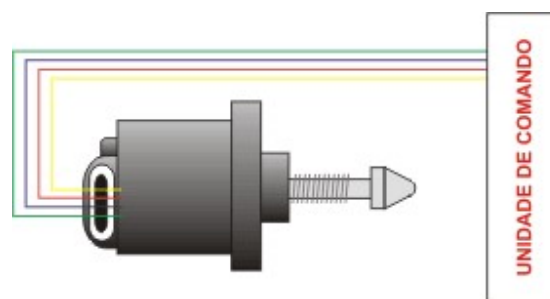
A figura ao lado mostra o aspecto físico do motor de passo e seus componentes. Possui um conector com quatro terminais, sendo duas para cada bobina. Quando o induzido gira de um lado ou de outro, ele empurra ou retrai o obturador que irá abrir ou fechar a passagem de ar no corpo de borboleta.

Vale lembrar que a unidade de comando é que controla o movimento do motor de passo.

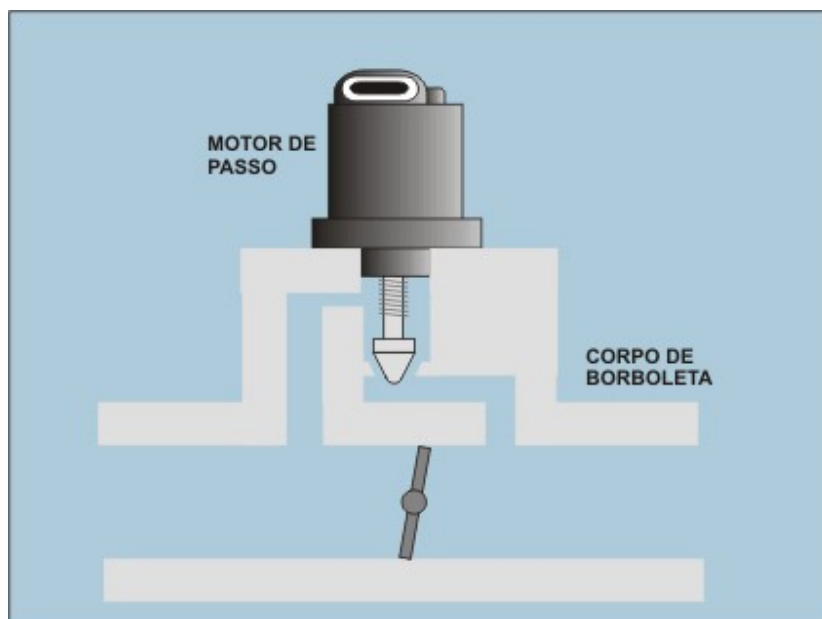
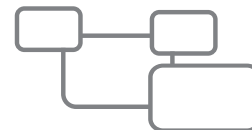
Então, o motor de passo é formado por um estator (duas bobinas) e um rotor (induzido). Internamente ao rotor há um furo roscado onde é encaixado o eixo do obturador (também roscado). Há um guia que evita o movimento de rotação do eixo do obturador. Assim, o mesmo terá que se deslocar axialmente quando 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 à um giro de 90° do rotor, seja no sentido horário ou anti-horário. Assim, para um giro completo (360°) são necessários quatro passos. Lembrando que cada passo corresponde à 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.

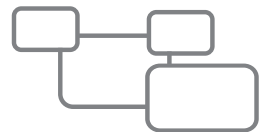


O número total de passos do atuador depende do fabricante e do modelo a ser empregado. Por exemplo, no sistema 1AVB da Magneti Marelli o número máximo de passos é de 214 enquanto que no sistema Multec Delphi IEFI-6 é de 160 passos.

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".

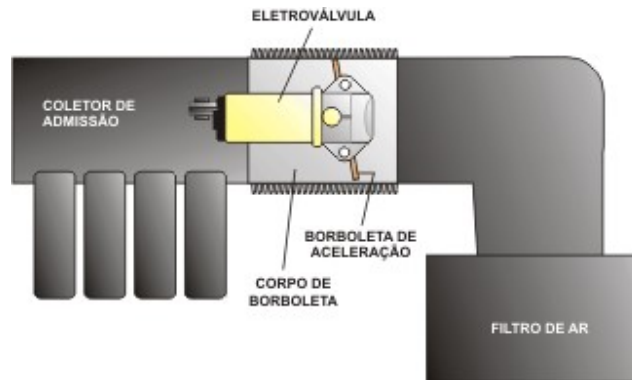
Na linha GM Multec, pode-se também fazer um jumper nos terminais A e B do conector ALDL e ligar a ignição. Após cinco segundos, desligue a ignição e retire o jumper. Pronto, o sistema estará normalizado.



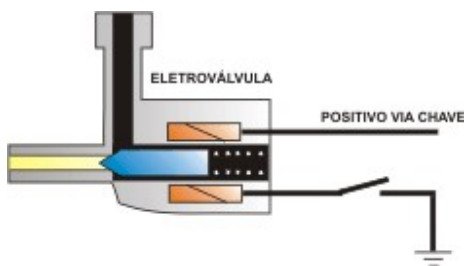
Aula 51- Eletroválvula

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 à passagem do ar de um canal para o outro.

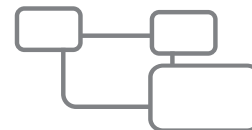
Esses dois canais fazem um caminho à parte, desviando o fluxo de ar da borboleta. Esse canal é denominado by-pass.

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" à 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.

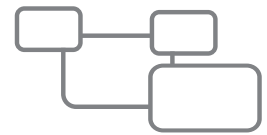
Para medir o tempo de aberta da válvula, utiliza-se um multímetro automotivo com escala em ms (milissegundo).

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.

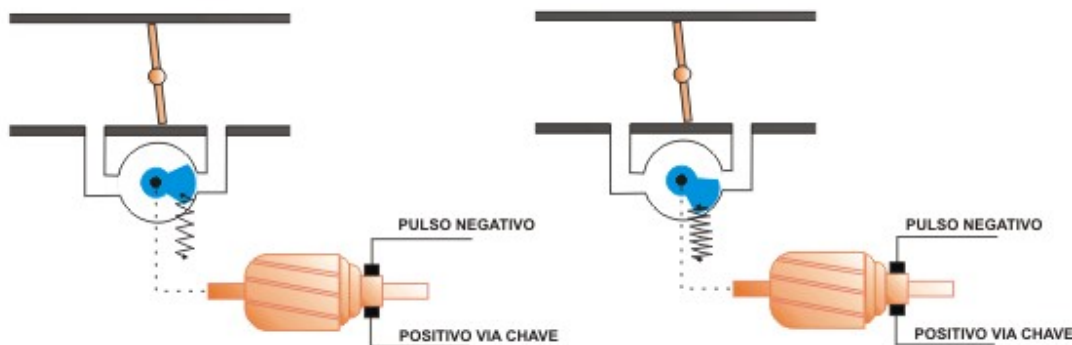


Aula 52- Motor rotativo

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:



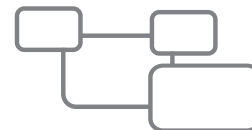
Assim, o controle de fluxo de ar da marcha lenta depende diretamente do tempo em que o rotor irá permitir à passagem de ar pelo canal de desvio (by-pass).



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.

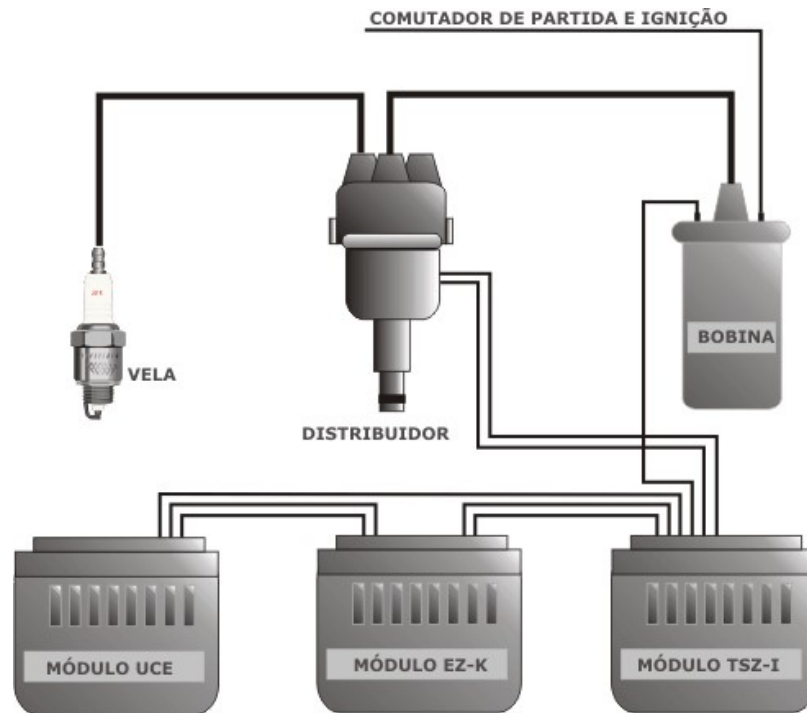
Podemos destacar os seguintes sistemas:

- 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.

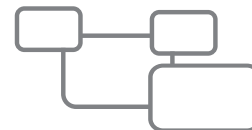
A temperatura do motor é fornecida pelo sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, a carga do motor pelo sensor de pressão absoluta e a rotação pela bobina de ignição (terminal 1). Há também um sensor de pressão barométrica que informa a pressão atmosférica instantânea de acordo com a altitude. 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).

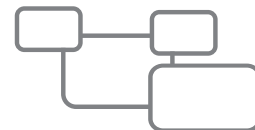
Muitos já me perguntaram, essa é a famosa injeção "burra"? Vamos a uma explicação.

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 e 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.

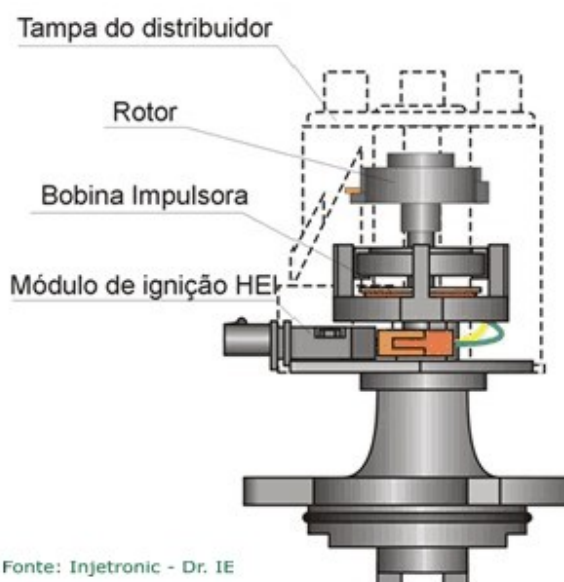
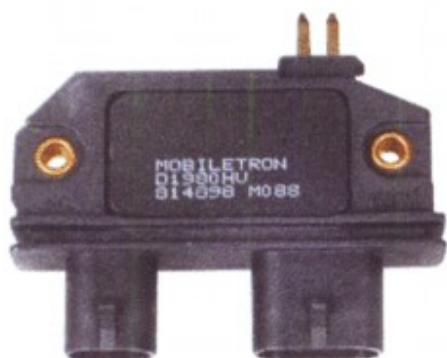


Aula 54- Sistema de ignição

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.

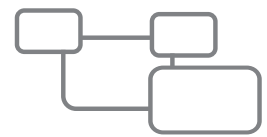


Acima temos o módulo HEI de potência localizado no interior do distribuidor, figura ao lado. É fixado numa base com a aplicação de uma pasta térmica para melhor dissipação do calor desprendido pelo módulo.

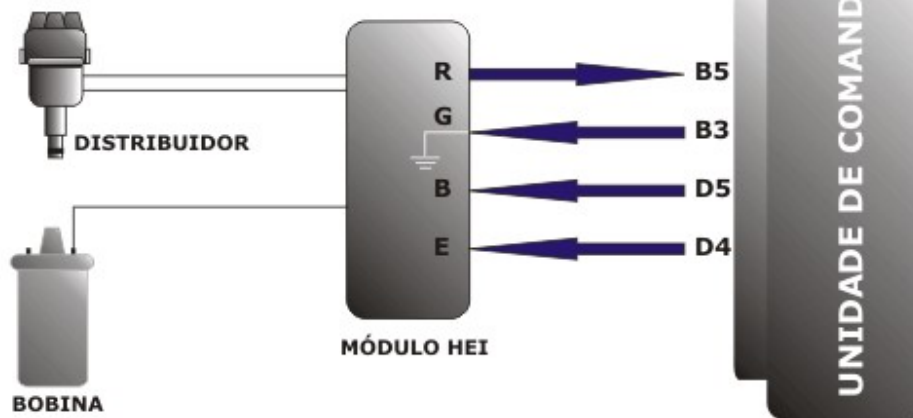
Fonte: Injetronic - Dr. IE

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.



R: Sinal pulsado da bobina impulsora
G: Sinal terra da bobina impulsora
B: Sinal de controle do modo de atuação
E: Sinal EST para controle da ignição



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 disparo 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.

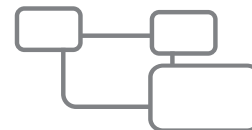
A unidade de comando do sistema de injeção necessita de quatro sinais para controlar o funcionamento da ignição: sinal de rotação, terra do sinal de rotação (o aterramento é feito no módulo HEI), sinal de controle do modo de funcionamento e sinal de energização da bobina (sinal EST).

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.

Parte integrante do Curso Completo de Injeção Eletrônica da MinasMega Cursos OnLine

ATENÇÃO: Os direitos de distribuição desse material são exclusivamente concedidos à Minas Mega Com R S Distribuição Ltda. Caso tenha adquirido de outra fonte, favor enviar a denúncia através do e-mail juridico@minasmega.com

Essa medida visa coibir o plágio e dar início às medidas cabíveis contra a pirataria.

Em caso de pirataria, não se esqueça de informar todos os dados possíveis dos responsáveis para que possamos levar às autoridades competentes.