

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

ELETROMECAÂNICA AUTOMOTIVA

Sistema de alimentação em
veículos injetados

Ignição
convencional
e eletrônica





Eletromecânica automotiva - Eletricidade
Sistemas de alimentação em veículos injetados
Ignição convencional e eletrônica



Eletromecânica automotiva - Eletricidade
Sistemas de alimentação em veículos injetados
Ignição convencional e eletrônica

Rio de Janeiro

2001

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
Eduardo Eugênio Gouvêa Vieira
Presidente

Diretoria Corporativa Operacional
Augusto César Franco de Alencar
Diretor

SENAI - Rio de Janeiro
Paulo Roberto Gaspar Domingues
Diretor Regional do SENAI - RJ

Diretoria de Educação
Regina Maria de Fátima Torres
Diretora

Gerência de Educação Profissional
Luis Roberto Arruda
Gerente



Eletromecânica automotiva - Eletricidade
Sistemas de alimentação em veículos injetados
Ignição convencional e eletrônica

© 2001

SENAI - Rio de Janeiro

Diretoria de Educação

Gerência de Educação Profissional

Ficha Técnica

Gerência de Educação Profissional

Luis Roberto Arruda

Gerência de Produto Automotivo

Darci Pereira Garios

Coordenação

Vera Regina Costa Abreu

Elaboração

Almir Pires dos Santos

Jaime José Gomes Moreira

Fábio Barreto de Abreu

Revisão gramatical e editorial

Izabel Maria de Freitas Sodré

Projeto gráfico

Emerson Gonçalves Moreira

Hugo Norte

Colaboração (Gerência de Produto Automotivo)

Denver Brasil Pessoa Ramos

Silvio Romero Soares de Souza

SENAI - Rio de Janeiro

GEP - Gerência de Educação Profissional

Rua Mariz e Barros, 678 - Tijuca

20270-002 - Rio de Janeiro - RJ

Tel: (21) 2587-1121

Fax: (21) 2254-2884

<http://www.rj.senai.br>

Sumário

Eletricidade
VOL 3

Apresentação
Uma palavra inicial

01

Sistema de alimentação em veículos
injetados
Ignição convencional e eletrônica

Introdução 17

Injeção eletrônica 21

Conceituação

Classificação

Constituição

Funcionamento

Sistemas de ignição
convencional e eletrônica 40

Função

Ignição convencional (com platinado)

Ignição transistorizada

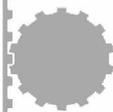
Ignição eletrônica

Ignição eletrônica mapeada

Ignição estática

Bibliografia 43

Apresentação

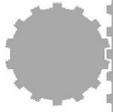


A dinâmica social dos tempos de globalização exige dos profissionais atualização constante. Mesmo as áreas tecnológicas de ponta ficam obsoletas em ciclos cada vez mais curtos, trazendo desafios que são renovados a cada dia e tendo como consequência para a educação a necessidade de encontrar novas e rápidas respostas.

Nesse cenário impõe-se a educação continuada, exigindo que os profissionais busquem atualização constante, durante toda a sua vida – e os docentes e alunos do SENAI/RJ incluem-se nessas novas demandas sociais.

É preciso, pois, promover, tanto para docentes como para alunos da Educação Profissional, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de ensinar e de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia, de forma competente.

Assim, não cabe mais a utilização de materiais didáticos únicos e que não apresentam flexibilidade. Este material constitui-se numa base de dados a ser consultada pelos docentes e alunos, uma dentre várias fontes que podem ser usadas.



Portanto, aos dados aqui apresentados é preciso somar outros, resultantes de pesquisas realizadas por docentes e alunos, bem como é importante propiciar situações de aprendizagem estimulantes e desafiadoras.

Reforça essa indicação a constatação de que também na área de Eletromecânica Automotiva ocorrem rápidas mudanças, com evolução constante dos modelos de automóveis, que é necessário acompanhar, buscando atualização em fontes diversificadas, principalmente nos Manuais de Uso e de Reparações que acompanham os modelos.

Uma palavra inicial



Meio ambiente...

Saúde e segurança no trabalho...

O que é que nós temos a ver com isso?

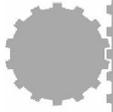
Antes de iniciarmos o estudo deste material, há dois pontos que merecem destaque: a relação entre o processo produtivo e o meio ambiente; e a questão da saúde e segurança no trabalho.

As indústrias e os negócios são a base da economia moderna. Produzem os bens e serviços necessários, e dão acesso a emprego e renda; mas, para atender a essas necessidades, precisam usar recursos e matérias-primas. Os impactos no meio ambiente muito freqüentemente decorrem do tipo de indústria existente no local, do que ela produz e, principalmente, de *como* produz.

É preciso entender que todas as atividades humanas transformam o ambiente. Estamos sempre retirando materiais da natureza, transformando-os e depois jogando o que “sobra” de volta ao ambiente natural. Ao retirar do meio ambiente os materiais necessários para produzir bens, altera-se o equilíbrio dos ecossistemas e arrisca-se ao esgotamento de diversos recursos naturais que não são renováveis ou, quando o são, têm sua renovação prejudicada pela velocidade da extração, superior à capacidade da natureza para se recompor. É necessário fazer planos de curto e longo prazo, para diminuir os impactos que o processo produtivo causa na natureza. Além disso, as indústrias precisam se preocupar com a recomposição da paisagem e ter em mente a saúde dos seus trabalhadores e da população que vive ao redor dessas indústrias.

Com o crescimento da industrialização e a sua concentração em determinadas áreas, o problema da poluição aumentou e se intensificou. A questão da poluição do ar e da água é bastante complexa, pois as emissões poluentes se espalham de um ponto fixo para uma grande região, dependendo dos ventos, do curso da água e das demais condições ambientais, tornando difícil localizar, com precisão, a origem do problema. No entanto, é importante repetir que, quando as indústrias depositam no solo os resíduos, quando lançam efluentes sem tratamento em rios, lagoas e demais corpos hídricos, causam danos ao meio ambiente.

O uso indiscriminado dos recursos naturais e a contínua acumulação de lixo mostram a falha básica de nosso sistema produtivo: ele opera em linha reta. Extraem-se as matérias-primas através de processos de produção desperdiçadores e que produzem subprodutos tóxicos. Fabricam-se produtos de utilidade limitada que, finalmente, viram lixo, o qual se acumula nos aterros. Produzir, consumir e dispensar bens desta forma, obviamente, não é sustentável.



Enquanto os resíduos naturais (que não podem, propriamente, ser chamados de “lixo”) são absorvidos e reaproveitados pela natureza, a maioria dos resíduos deixados pelas indústrias não tem aproveitamento para qualquer espécie de organismo vivo e, para alguns, pode até ser fatal. O meio ambiente pode absorver resíduos, redistribuí-los e transformá-los. Mas, da mesma forma que a Terra possui uma capacidade limitada de produzir recursos renováveis, sua capacidade de receber resíduos também é restrita, e a de receber resíduos tóxicos praticamente não existe.

Ganha força, atualmente, a idéia de que as empresas devem ter procedimentos éticos que considerem a preservação do ambiente como uma parte de sua missão. Isto quer dizer que se devem adotar práticas que incluam tal preocupação, introduzindo processos que reduzam o uso de matérias-primas e energia, diminuam os resíduos e impeçam a poluição.

Cada indústria tem suas próprias características. Mas já sabemos que a conservação de recursos é importante. Deve haver crescente preocupação com a qualidade, durabilidade, possibilidade de conserto e vida útil dos produtos.

As empresas precisam não só continuar reduzindo a poluição, como também buscar novas formas de economizar energia, melhorar os efluentes, reduzir a poluição, o lixo, o uso de matérias-primas. Reciclar e conservar energia são atitudes essenciais no mundo contemporâneo.

É difícil ter uma visão única que seja útil para todas as empresas. Cada uma enfrenta desafios diferentes e pode se beneficiar de sua própria visão de futuro. Ao olhar para o futuro, nós (o público, as empresas, as cidades e as nações) podemos decidir quais alternativas são mais desejáveis e trabalhar com elas.

Infelizmente, tanto os indivíduos quanto as instituições só mudarão as suas práticas quando acreditarem que seu novo comportamento lhes trará benefícios — sejam estes financeiros, para sua reputação ou para sua segurança.

A mudança nos hábitos não é uma coisa que possa ser imposta. Deve ser uma escolha de pessoas bem-informadas a favor de bens e serviços sustentáveis. A tarefa é criar condições que melhorem a capacidade de as pessoas escolherem, usarem e disporem de bens e serviços de forma sustentável.

Além dos impactos causados na natureza, diversos são os malefícios à saúde humana provocados pela poluição do ar, dos rios e mares, assim como são inerentes aos processos produtivos alguns riscos à saúde e segurança do trabalhador. Atualmente, acidente do trabalho é uma



questão que preocupa os empregadores, empregados e governantes, e as conseqüências acabam afetando a todos.

De um lado, é necessário que os trabalhadores adotem um comportamento seguro no trabalho, usando os equipamentos de proteção individual e coletiva, de outro, cabe aos empregadores prover a empresa com esses equipamentos, orientar quanto ao seu uso, fiscalizar as condições da cadeia produtiva e a adequação dos equipamentos de proteção.

A redução do número de acidentes só será possível à medida que cada um – trabalhador, patrão e governo – assuma, em todas as situações, atitudes preventivas, capazes de resguardar a segurança de todos.

Deve-se considerar, também, que cada indústria possui um sistema produtivo próprio, e, portanto, é necessário analisá-lo em sua especificidade, para determinar seu impacto sobre o meio ambiente, sobre a saúde e os riscos que o sistema oferece à segurança dos trabalhadores, propondo alternativas que possam levar à melhoria de condições de vida para todos.

Da conscientização, partimos para a ação: cresce, cada vez mais, o número de países, empresas e indivíduos que, já estando conscientizados acerca dessas questões, vêm desenvolvendo ações que contribuem para proteger o meio ambiente e cuidar da nossa saúde. Mas, isso ainda não é suficiente... faz-se preciso ampliar tais ações, e a educação é um valioso recurso que pode e deve ser usado em tal direção. Assim, iniciamos este material conversando com você sobre o meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, lembrando que, no seu exercício profissional diário, você deve agir de forma harmoniosa com o ambiente, zelando também pela segurança e saúde de todos no trabalho.

Tente responder à pergunta que inicia este texto: meio ambiente, a saúde e a segurança no trabalho – o que é que **eu** tenho a ver com isso? Depois, é partir para a ação. Cada um de nós é responsável. Vamos fazer a nossa parte?

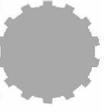
Sistema de alimentação em veículos injetados

Ignição convencional e eletrônica

01



Introdução



Os sistemas de injeção eletrônica de combustível e ignição digital substituíram, num curto espaço de tempo, o sistema de alimentação por carburador e o sistema de ignição convencional.

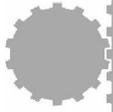
É preciso entender, então, *o que* mudou com a injeção eletrônica e a ignição digital, e *por que* isso ocorreu.

Os motores do ciclo otto continuam sendo motores de 4 tempos, com ignição por centelha.

Isto significa que a termodinâmica do motor e seus órgãos móveis permanecem inalterados, ou seja, o motor continua realizando a admissão, a compressão, a expansão e a descarga; os órgãos móveis e demais peças e/ou conjuntos continuam com a mesma finalidade e princípio de funcionamento; os sistemas de lubrificação e arrefecimento do motor também não foram modificados.

Então o que foi modificado?

Foram modificados os sistemas de gerenciamento da dosagem de combustível e o gerenciamento da distribuição da centelha. Tanto num caso como no outro, os elementos mecânicos como gíglês, tubo emulsionador, válvula agulha, diafragmas, borboleta afogadora, avanço a vácuo e centrífugo foram substituídos por elementos eletrônicos chamados sensores e atuadores,



comandados por uma Unidade de Comando Eletrônica (U.C.E.).

Mas por que o carburador e o distribuidor convencional foram substituídos?

Substituíram-se esses componentes pela necessidade de controlar não somente o funcionamento do motor, mas também por ser preciso minimizar a emissão de poluentes. Com o sistema convencional não é possível compatibilizar o bom funcionamento do motor com os baixos níveis de emissão de poluentes exigidos por lei. Daí a solução ser substituí-los por um sistema de injeção eletrônica de combustível e ignição digital.

Com esses novos sistemas, as informações do estado de funcionamento do motor são detectadas por sensores (componentes eletrônicos que transformam sinais mecânicos ou físicos em sinais elétricos) e enviadas à U.C.E., que, através de estratégia específica, comanda os atuadores (componentes eletrônicos que transformam sinais elétricos em deslocamento mecânico).

Desta forma, a U.C.E., conhecendo as necessidades do motor através de seus sensores, deve determinar quanto tempo um eletroinjeter (atuador) ficará aberto, para que se tenha uma dosagem ideal ar/combustível, de modo a compatibilizar o bom funcionamento com o mínimo de poluentes.

Do mesmo modo, aquela unidade deve comandar a bobina (atuador) para se obter o avanço de ignição ideal. Além disso, todos



os ajustes mecânicos, como rotação de marcha lenta, ajuste de CO, afogador, etc. deverão ser substituídos por elementos (sensores e atuadores) eletrônicos, de modo a garantir o perfeito funcionamento do motor sem a ação corretiva do profissional eletromecânico automotivo.

Como se pode perceber, um conhecimento mínimo de eletricidade e de eletromagnetismo serão imprescindíveis para este novo profissional, que terá dois modos de diagnosticar um inconveniente em um sistema de injeção/ignição eletrônica:

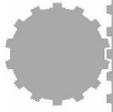
- usando um equipamento de diagnose (scanner) e um cartucho específico para cada modelo, de modo que a própria U.C.E. possa informá-lo das condições do motor;

- analisando os sinais elétricos de cada sensor e de cada atuador através do uso de um multímetro.

No primeiro caso, temos conforto, segurança, produtividade e marketing junto ao cliente.

No segundo, necessitamos do esquema elétrico (desenho) do sistema de injeção/ignição e teremos de realizar o teste ponto a ponto até um perfeito diagnóstico. Esta análise será muito mais ampla, abrangendo inclusive os casos que o método anterior não foi capaz de detectar, tornando este segundo método complementar, mas independente do primeiro.

Neste material você terá noções não só do que é injeção eletrônica, porque esta



tecnologia vem gradativamente substituindo os sistemas carburados, mas também de como realizar uma manutenção nestes sistemas, utilizando-se apenas de instrumentos de uso genérico como, por exemplo, multímetros, manômetros e bomba de vácuo.

De um modo simplificado, mostra as condições de realizar testes e averiguar possíveis causas dos inconvenientes e anomalias que, com frequência, se encontram em sistemas com injeção eletrônica.

Salienta-se porém, que se está tratando do que há de novo no modo de gerenciamento dos sistemas de alimentação e de ignição do motor. Fique atento para o fato de que os problemas de cunho mecânico permanecem existindo tanto quanto antes.

Você deve estar alerta, portanto, para o fato de que somente o conhecimento do sistema elétrico não é suficiente para torná-lo profissional capaz de resolver inconvenientes de injeção eletrônica/ignição digital.

Na realidade, o bom profissional será o resultado da soma de seus conhecimentos sobre fundamentos da eletricidade/eletrônica e eletromagnetismo, mecânica, regulação de motores e dos novos conceitos aqui tratados. O assunto é vasto e interessante, pesquise, também, outras fontes.

Injeção eletrônica

Conceituação

A injeção eletrônica é um sistema não acionado pelo motor, comandado eletronicamente e que dosa o combustível, controlando a mistura ar/combustível em função das necessidades imediatas do motor. De modo semelhante, a ignição digital permite que o motor trabalhe com o seu ponto de ignição sincronizado com as diversas condições de seu próprio funcionamento.

A finalidade desses sistemas é dar equilíbrio de funcionamento para o motor, através de um controle rígido da mistura ar/combustível e do avanço de ignição em qualquer regime de trabalho, proporcionando maior desempenho, menor consumo, facilidade de partida a frio e a quente e, principalmente, menor emissão de gases poluentes.

Classificação

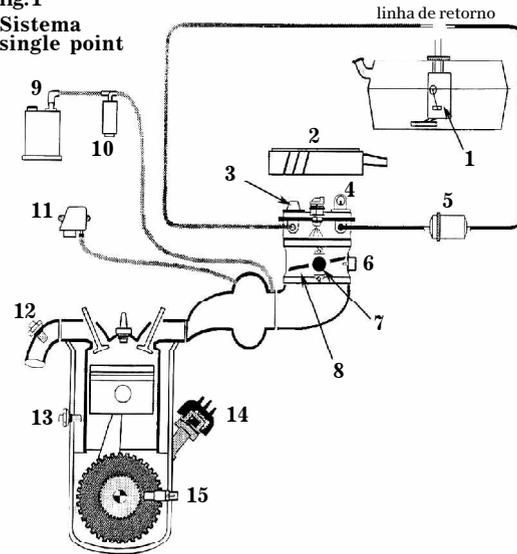
Os sistemas de injeção, atualmente em uso nos veículos produzidos no Brasil, são do tipo eletrônico e podem ser classificados em dois grandes grupos:

monoponto ou monoinjetor – também conhecido como **single point** –: possuem uma única válvula de injeção alojada no corpo de borboleta, logo acima da válvula de aceleração (borboleta). (fig. 1)

multiponto ou multipoint: possuem uma válvula de injeção para cada cilindro, alojada no coletor de admissão, logo acima da válvula de admissão do respectivo cilindro. (fig. 2)

fig.1

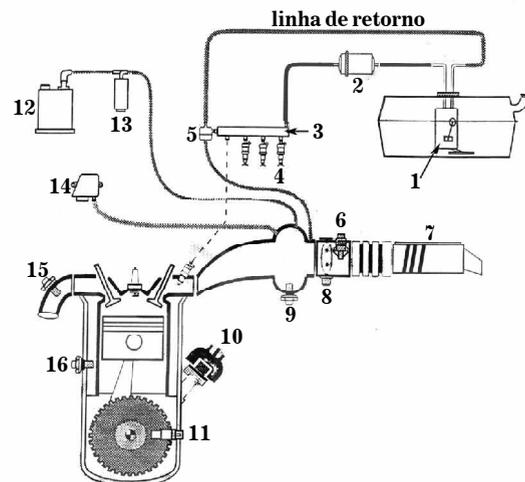
Sistema single point



- 1 - bomba de combustível
- 2 - filtro de ar
- 3 - regulador de pressão
- 4 - ACT - Sensor de temperatura do ar
- 5 - filtro de combustível
- 6 - IAC - motor de controle da marcha lenta
- 7 - TPS - sensor de posição da borboleta
- 8 - válvula borboleta de aceleração
- 9 - canister
- 10 - CANP - válvula de purga do canister
- 11 - MAP - sensor de pressão absoluta
- 12 - HEGO - sensor de oxigênio
- 13 - ECT - sensor de temperatura do motor
- 14 - HALL - sensor de rotação
- 15 - VSS - sensor de velocidade do veículo

fig.2

Sistema multipoint



- 1 - bomba de combustível
- 2 - filtro de combustível
- 3 - tubo distribuidor de combustível
- 4 - eletroinjetores
- 5 - regulador de pressão
- 6 - IAC - motor de controle da marcha lenta
- 7 - filtro de ar
- 8 - TPS - sensor de posição da borboleta
- 9 - ACT - sensor de temperatura do ar
- 10 - HALL - sensor de rotação
- 11 - VSS - sensor de velocidade do veículo
- 12 - canister
- 13 - CANP - válvula de purga do canister
- 14 - MAP - sensor de pressão absoluta
- 15 - HEGO - sensor de oxigênio
- 16 - ECT - sensor de temperatura do motor

Constituição

De modo geral, um sistema de injeção de combustível é constituído, basicamente, pelos componentes, observáveis na fig. 2.

Funcionamento

Para organizar o estudo e facilitar a análise, os sistemas de injeção podem ser divididos em três (03) subsistemas, a saber:

- subsistema de ar;
- subsistema de combustível;
- subsistema elétrico e de controle.

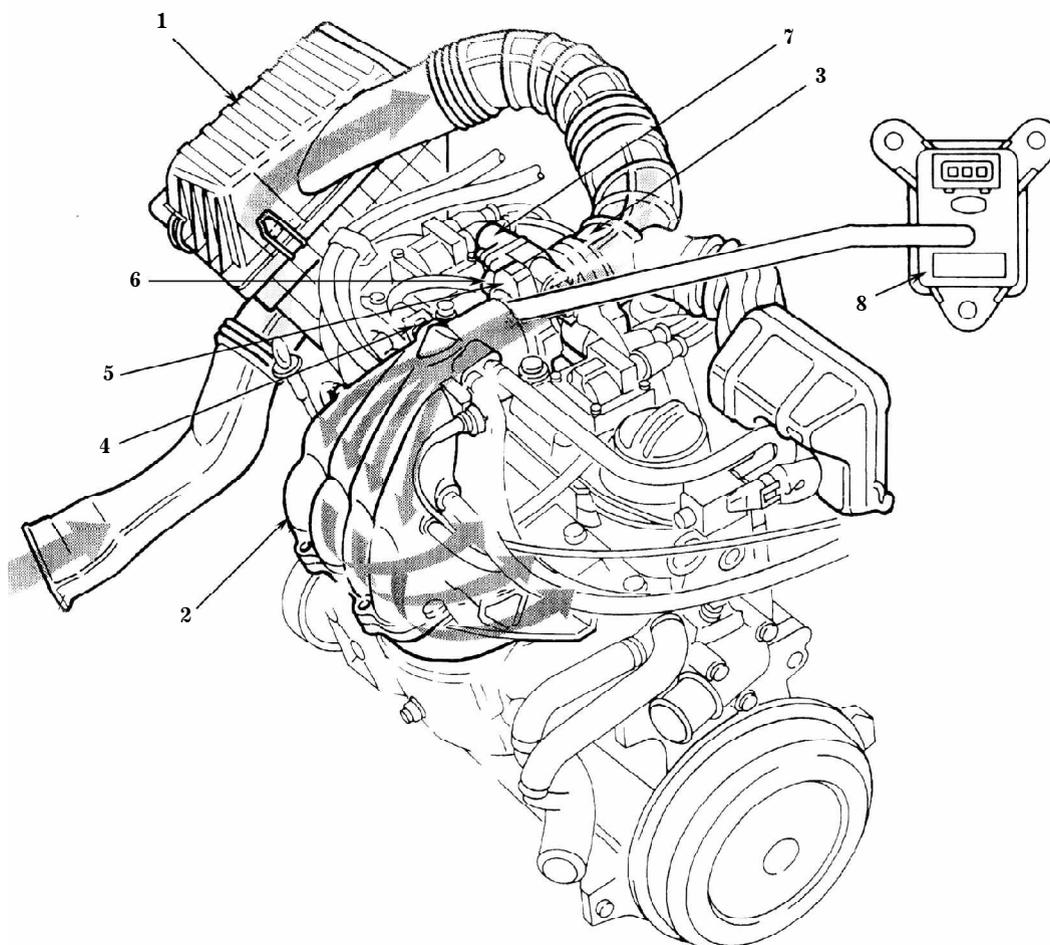
Subsistema de ar

Componentes e funções

O circuito de admissão do ar é constituído por vários componentes (fig. 3) que efetuam o transporte correto da quantidade de ar necessária para o motor, nas diferentes condições de funcionamento.

- 1 - Filtro de ar
- 2 - Coletor de admissão
- 3 - Corpo de borboleta
- 4 - Sensor de temperatura do ar aspirado
- 5 - Borboleta de aceleração
- 6 - Sensor de posição de borboleta
- 7 - Atuador de ajuste da marcha lenta do motor
- 8 - Sensor de pressão absoluta

fig.3



Filtro de ar

Retém as impurezas do ar que é admitido pelo motor.

Coletor de admissão

Serve apenas como condutor do ar, porque o combustível é injetado diretamente no cilindro.

Corpo de borboleta

É montado sobre o coletor de admissão (no lugar que ocuparia o carburador); estão montados nesse corpo, como se observa na fig. 4:

- 1 - aquecedor do corpo de borboleta
- 2 - sensor de temperatura do ar aspirado
- 3 - borboleta de aceleração
- 4 - sensor de posição da borboleta
- 5 - atuador de ajuste da marcha lenta do motor
- 6 - eletroinjetor.

O corpo de borboleta tem a função de dosar a quantidade de ar fornecida ao motor em função da exigência do motorista, através do acelerador.

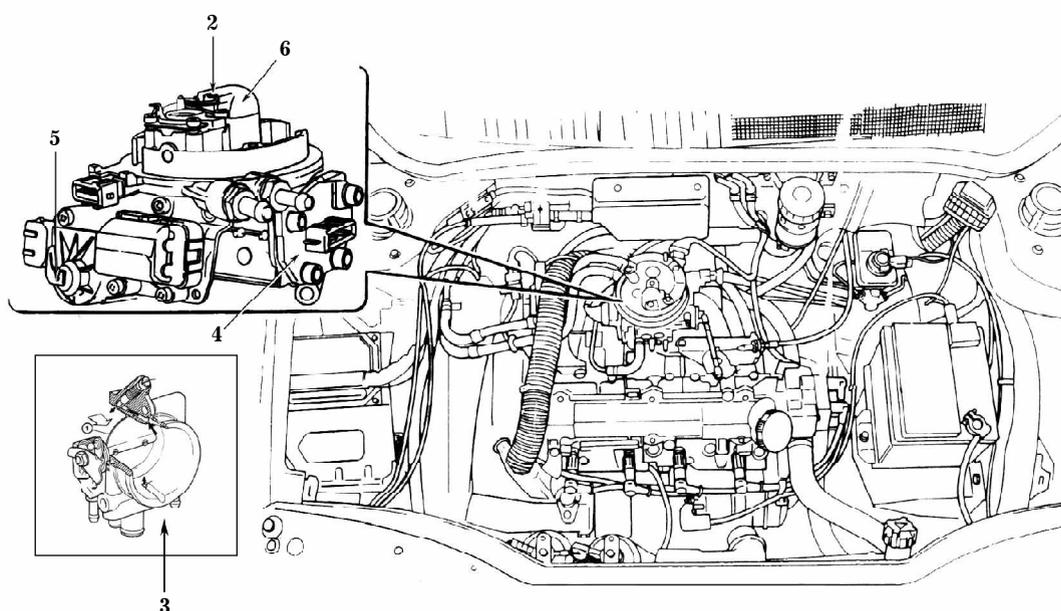
Com o pedal completamente relaxado (motor parado ou marcha lenta), o ar suplementar necessário é fornecido pelo atuador de marcha lenta do motor. Nestas condições, a alavanca de abertura da borboleta entra em contato com um parafuso batente que impede o bloqueio da borboleta em posição fechada.

Para evitar eventuais fenômenos de condensação e formação de gelo que poderiam aparecer em determinadas condições externas de baixa temperatura e/ou alta taxa de umidade, o corpo de borboleta está equipado com um aquecedor elétrico específico.

Aquecedor do corpo de borboleta

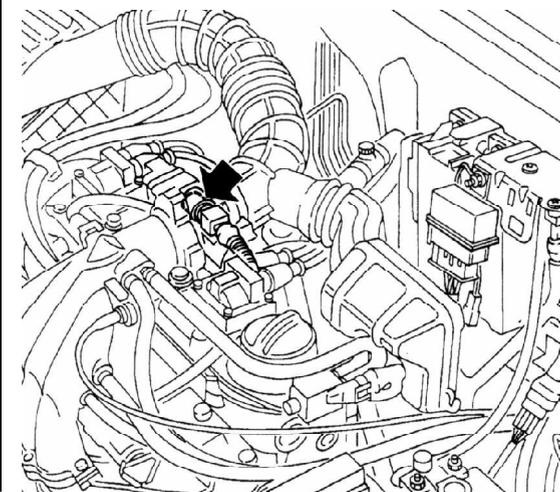
O aquecedor está situado na parte superior do corpo de borboleta e constitui-se de um resistor alimentado pela

fig.4



tensão da bateria quando a chave de ignição estiver em posição de marcha (+15). O aquecedor está protegido por um fusível de 10A situado ao lado dos fusíveis do sistema de injeção/ignição. (fig. 5)

fig. 5



Sensor de temperatura do ar aspirado

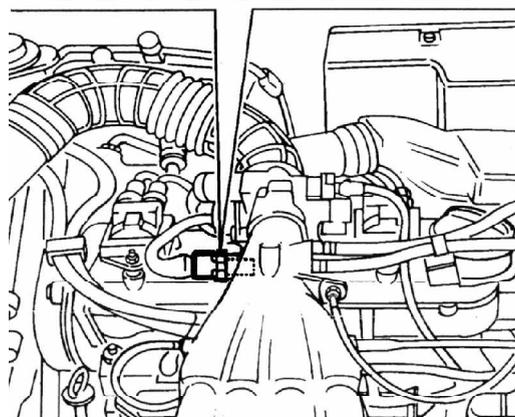
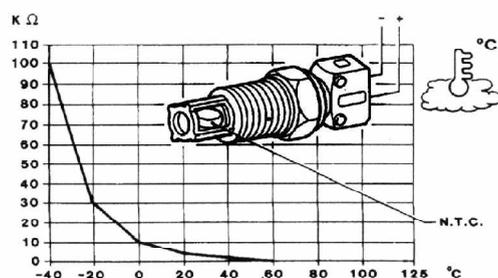
É formado por um corpo de latão do qual sai um conector de plástico que protege o verdadeiro elemento resistivo constituído por um “termistor” de tipo NTC (coeficiente de temperatura negativo), o que significa, em resumo, que a resistência elétrica do sensor diminui com o aumento da temperatura.

A informação fornecida pelo sensor é utilizada pela U.C.E. (unidade de comando eletrônica) para calcular a massa de ar que está sendo admitida pelo motor e, assim, determinar a quantidade de combustível a ser injetada. A informação é também utilizada para determinar o avanço da ignição. (fig. 06)

Borboleta de aceleração

É o componente do corpo de borboleta que tem, especificamente, a função de dosar a quantidade de ar fornecida ao motor, em função da exigência do motorista através do acelerador.

fig. 6



Sensor de posição da borboleta

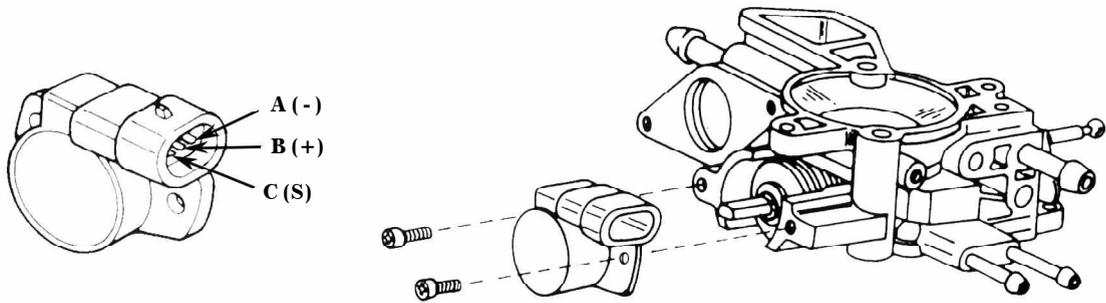
O sensor é constituído por um potenciômetro cuja parte móvel é comandada pelo eixo da borboleta.

O potenciômetro está colocado numa peça de plástico, munida de duas abas, nas quais há dois furos com a função de garantir a fixação e a posição do sensor em relação à borboleta.

Não é necessário efetuar nenhum tipo de regulagem na sua posição angular, já que é a própria U.C.E. (unidade de comando eletrônica) que, através de adequados algoritmos (processo formal de cálculo) auto-adaptadores, reconhece as condições de borboleta completamente fechada ou aberta. Um conector com três terminais (A; B; C) na própria peça efetua a ligação elétrica com a U.C.E. de injeção/ignição eletrônica. (fig. 07)

A U.C.E. alimenta, o potenciômetro, durante o funcionamento, com uma tensão de 5 volts. O parâmetro medido é a posição da borboleta do mínimo à abertura total, para o controle da injeção.

fig. 7



Com base na tensão de saída, a U.C.E. reconhece a condição de abertura da borboleta e corrige a mistura, convenientemente.

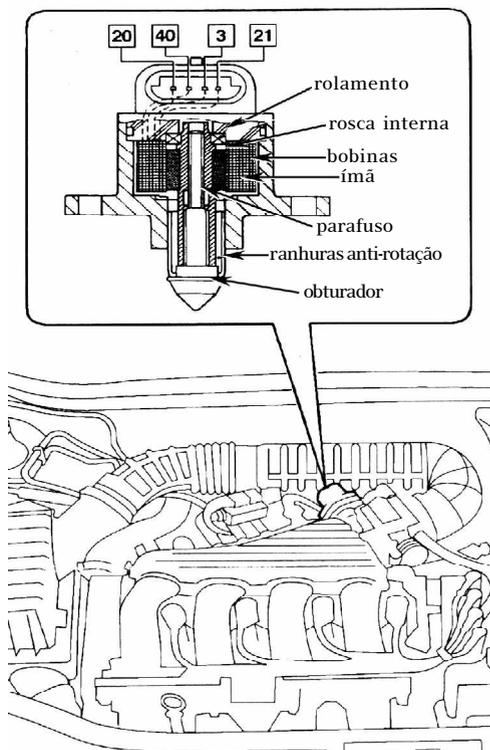
Com a borboleta fechada, um sinal elétrico de tensão é enviado à U.C.E., a qual realizará o reconhecimento da condição de marcha lenta e do corte de combustível nas desacelerações (distinguindo-os com base no número de rotações do motor).

O atuador está instalado no corpo de borboleta e é composto de:

- 1 - um motor elétrico de passo a passo munido de dois enrolamentos no estator e de um rotor que compreende um certo número de pares de pólos magnéticos permanentes;
- 2 - um redutor interno do tipo parafuso-rosca, que transforma o movimento rotatório em movimento retilíneo.

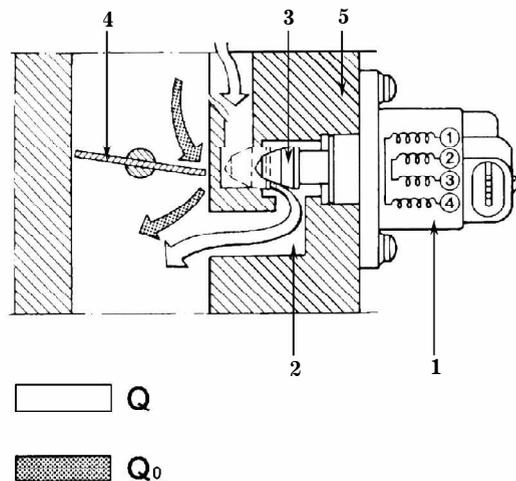
Atuador de ajuste da marcha lenta do motor
Constituição (fig. 08)

fig. 8



Um motor, para funcionar em marcha lenta, isto é, com a borboleta (fig. 9,4) completamente fechada, necessita de uma certa quantidade de ar (Q_0) e de combustível para vencer os atritos internos e manter o próprio regime de rotação.

fig.9



Durante as fases de aquecimento do motor ou ao ligar os acessórios elétricos ou de cargas externas existentes (condicionador de ar, câmbio automático, etc.), a fim de que o motor possa manter uma rotação próxima à do valor nominal, é preciso acrescentar uma maior quantidade de ar (Q) àquela (Q_0) que chega do filtro e que, em marcha lenta, passa através da borboleta (4, na fig. 9) em posição fechada.

Para isso, o sistema utiliza um motor de passo a passo (1) fixado ao corpo de borboleta (5) subordinado à U.C.E. que, durante o funcionamento, desloca uma haste munida de obturador (3) que faz variar a seção de passagem do conduto de *by-pass* (2) e, conseqüentemente, a quantidade de ar (Q_0+Q) aspirada pelo motor. (fig. 9)

A unidade eletrônica de comando utiliza, para regular este tipo de ação, os parâmetros de velocidade angular do motor e de temperatura do líquido de arrefecimento provenientes dos respectivos sensores.

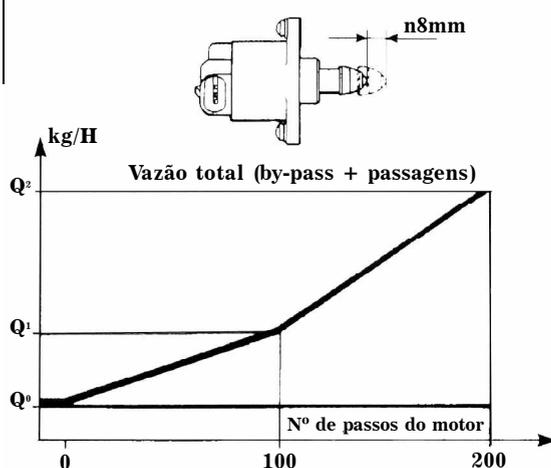
O motor elétrico de passo a passo é caracterizado por uma elevada precisão e resolução (cerca de 20 rotações).

Os impulsos mandados pela U.C.E. ao motor são transformados de movimento rotatório a movimento linear de deslocamento (cerca de 0,04 mm/passos), através de um mecanismo interno, de tipo parafuso/rosca, acionando o obturador, cujos deslocamentos fazem variar a seção do conduto de *by-pass*.

A vazão de ar mínima (Q_0) de valor constante é devida à passagem sob a borboleta, a qual é regulada na fábrica e garantida por uma tampa de inviolabilidade. A vazão máxima (Q_2) é garantida pela posição de máxima retração do obturador (cerca de 200

passos, correspondentes a 8mm). Entre estes dois valores, a vazão do ar segue a lei indicada no gráfico da fig. 10.

fig. 10
Diagrama da vazão do ar - n° passos



Estratégia do atuador de ajuste da marcha lenta do motor

O número de passos de trabalho varia em função das condições do motor. Assim:

Fase de partida

Ao girar a chave de ignição para a posição de marcha, o atuador da marcha lenta do motor, comandado pela U.C.E., posiciona-se em função da temperatura do líquido de arrefecimento do motor e em função da tensão da bateria.

Fase de regulação térmica

O número de rotações é corrigido principalmente em função da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.

Motor em regime térmico de funcionamento

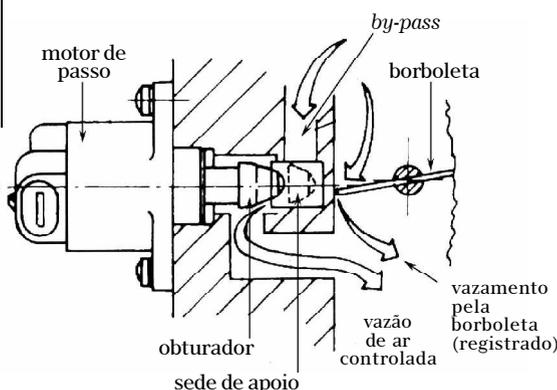
O controle da marcha lenta depende do sinal proveniente do sensor de número de rotações do motor. Ao ligar

cargas externas, a U.C.E. controla a marcha lenta, levando-a ao número de rotações pré-estabelecido.

Em desaceleração

A U.C.E. reconhece a fase de desaceleração pela posição do potenciômetro da borboleta. Esta unidade comanda a posição do motor de passo a passo através da lei da vazão em marcha lenta, ou seja, diminui a velocidade de retorno do obturador para a sua sede de apoio, conseguindo que uma quantidade de ar, desviada através do furo, chegue ao motor e reduza os compostos poluentes nos gases de escapamento. (fig. 11)

fig. 11



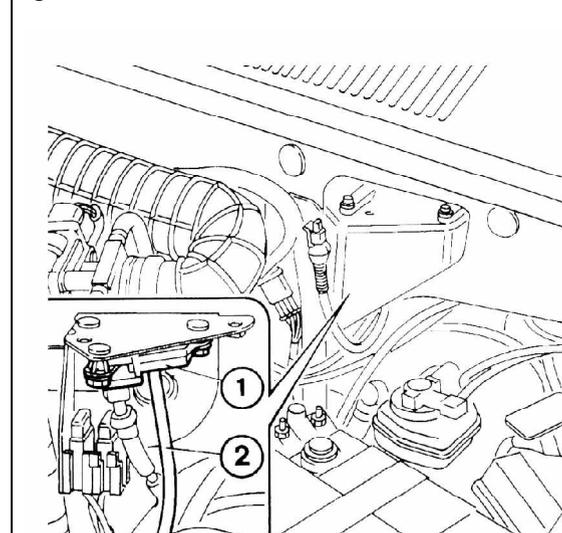
Sensor de pressão absoluta

O sensor (1) está alojado dentro do vão do motor e está ligado, através de uma tubulação (2), ao coletor de admissão.

O elemento sensível contido na peça de plástico (1) é composto de uma fonte de resistências serigrafadas numa plaquinha de cerâmica muito fina (membrana diafragma) de forma circular, montada na parte inferior de um suporte de forma anular.

O diafragma separa duas câmaras: na câmara inferior, lacrada, foi criado o vácuo; a câmara superior, no entanto, está em direta comunicação com o coletor de admissão através da tubulação de borracha (2). (fig. 12)

fig. 12



O sinal (de natureza piezoresistiva) que deriva da deformação sofrida pela membrana (diafragma), antes de ser enviado à U.C.E. de injeção, é amplificado por um circuito eletrônico (5), contido no mesmo suporte que aloja a membrana de cerâmica.

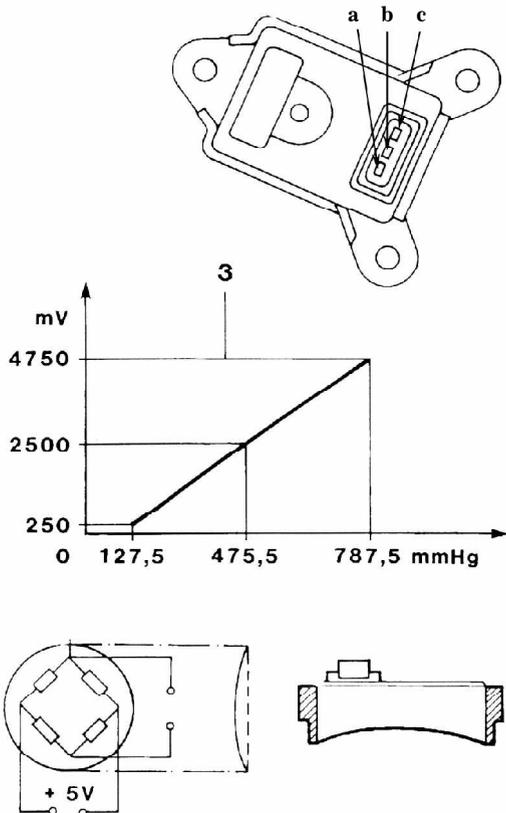
O diafragma, com o motor desligado, deforma-se em função do valor da pressão atmosférica; desta maneira, com a chave ligada, obtém-se a exata informação de referência de altitude.

O motor em funcionamento gera uma depressão que causa uma ação mecânica do diafragma do sensor, o qual se deforma, fazendo variar o valor das resistências (4).

Dado que a alimentação é mantida rigorosamente constante (5V) pela U.C.E., variando o valor das resistências, o valor da tensão na saída varia proporcionalmente à depressão existente

no coletor de admissão, de acordo com o diagrama (3) indicado na fig. 13.

fig. 13



Subsistema de combustível

Função

Cabe a esse sistema fornecer ao motor a quantidade adequada de combustível sob pressão, em todas as condições de trabalho.

A alimentação do combustível no sistema é realizada mediante uma eletrobomba introduzida no reservatório. Ela aspira o combustível e o envia ao filtro e, daí para os eletroinjetores.

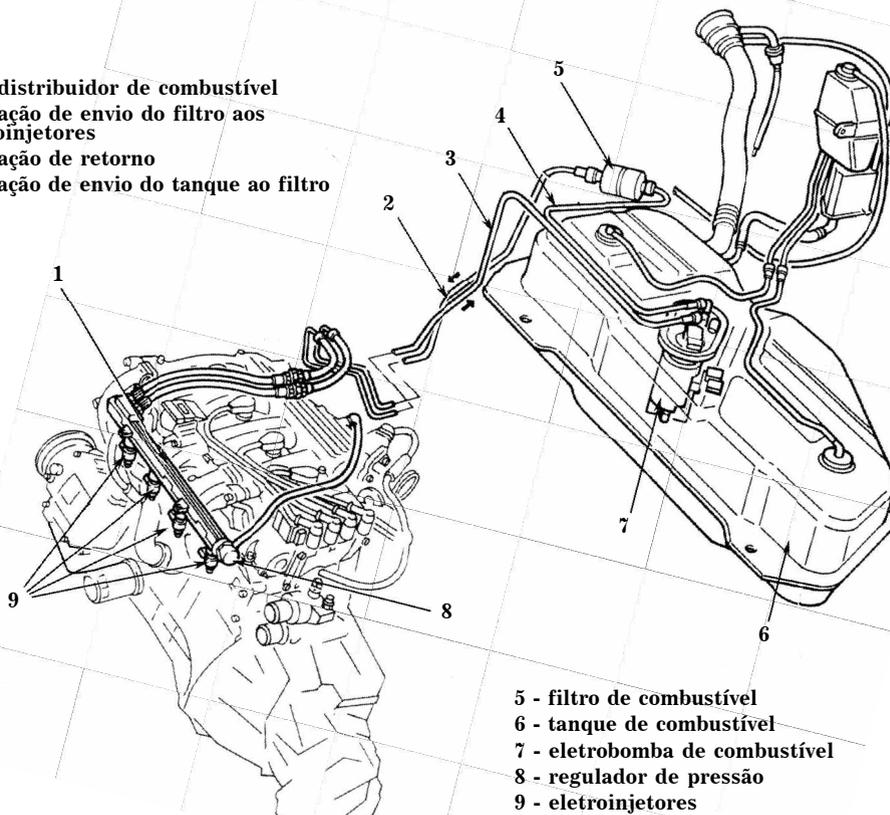
O regulador de pressão mantém uma pressão constante nos bicos injetores. Essa pressão é proporcional ao valor de pressão existente no coletor de admissão. Do regulador de pressão, o excesso de combustível retorna, pelo tubo de retorno para o tanque de combustível.

Componentes

Os componentes principais que constituem o subsistema de combustível estão indicados na fig. 14.

fig. 14

- 1 - tubo distribuidor de combustível
- 2 - tubulação de envio do filtro aos eletroinjetores
- 3 - tubulação de retorno
- 4 - tubulação de envio do tanque ao filtro



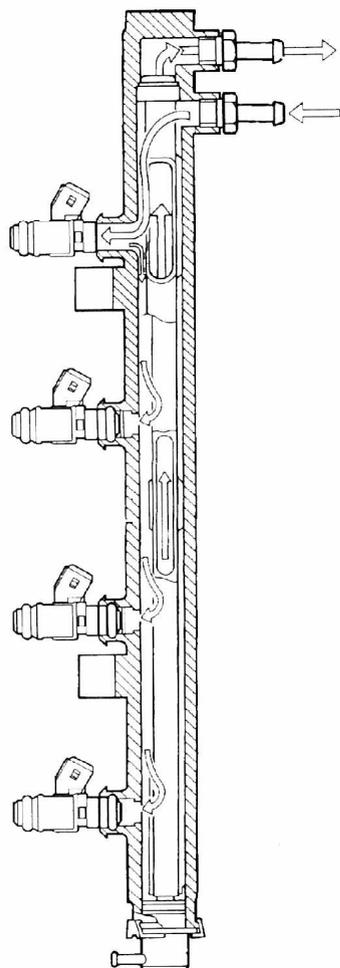
- 5 - filtro de combustível
- 6 - tanque de combustível
- 7 - eletrobomba de combustível
- 8 - regulador de pressão
- 9 - eletroinjetores

Tubo distribuidor de combustível

O tubo distribuidor de combustível está fixado à parte interna do coletor de admissão e a sua função é distribuir o combustível aos eletroinjetores.

Esse tubo é feito de alumínio, por fundição sob pressão, e contém as sedes para os eletroinjetores e regulador de pressão. Em determinados modelos, a recirculação de combustível é feita mediante um tubo contido dentro do tubo distribuidor e ligado, por uma extremidade, ao regulador; pela extremidade oposta, à tubulação externa de retorno ao tanque de combustível. (fig. 15)

fig. 15



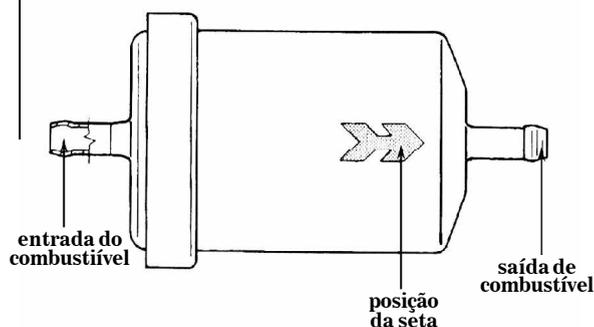
Filtro de combustível

Esse filtro está, normalmente, situado debaixo da carroceria, perto do tanque, ao longo da tubulação de envio de combustível ao corpo de borboleta.

Formado por um invólucro exterior e por um suporte interno que contém um elemento de papel com elevada capacidade filtrante, é indispensável para garantir o correto funcionamento do eletroinjetor, dada a grande sensibilidade do mesmo a corpos estranhos contidos no circuito de alimentação. Por isso, é aconselhável substituí-lo dentro dos prazos previstos.

No invólucro exterior está marcada uma seta que indica o sentido do fluxo do combustível e da montagem correta. (fig. 16)

fig. 16



Eletrobomba de combustível

A eletrobomba está alojada no tanque de combustível, dentro de um container próprio, onde está fixado também o dispositivo indicador de nível. Ela possui um filtro reticular no lado de admissão. É do tipo volumétrico e é adequada para funcionar com combustível sem chumbo.

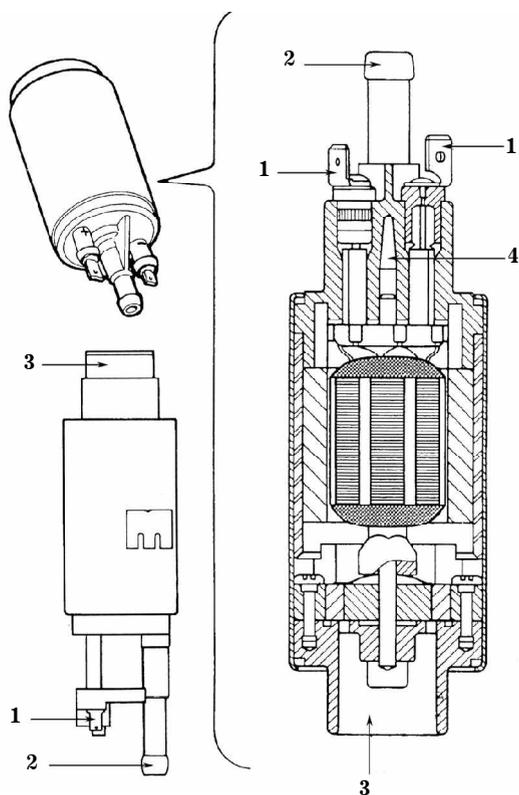
O rotor é movido por um motor elétrico em corrente contínua, que é alimentado diretamente pelo relé duplo, com a tensão da bateria, sob o comando da U.C.E.

O motor elétrico está imerso no combustível, obtendo, desta maneira, uma ação detergente e refrigerante das escovas e do coletor.

A bomba possui uma válvula de sobrepressão, que liga a saída com a entrada, se a pressão do circuito de envio superar 5 bar, evitando o superaquecimento do motor elétrico da eletrobomba. Além disso, uma válvula de anti-retorno, introduzida na saída, impede o esvaziamento do circuito de envio de combustível do veículo, quando a eletrobomba não estiver funcionando.

A vazão nominal da eletrobomba varia em função da velocidade angular do rotor e, conseqüentemente, da tensão de alimentação. Assim, com tensão de 12 volts, a vazão nominal é cerca de 120L/h. (fig. 17)

fig. 17



1 - conectores elétricos
2 - abertura de envio

3 - abertura de entrada
4 - válvula de anti-retorno

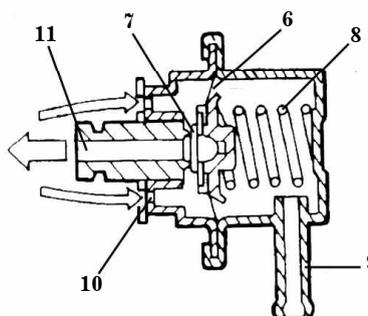
Regulador de pressão do combustível

Trata-se de um dispositivo diferencial de membrana, regulado na fábrica com a pressão pré-determinada, de acordo com o modelo do sistema de injeção. O combustível em pressão, proveniente da eletrobomba, exerce uma força sobre a válvula de defluxo (7) ao qual se opõe pela pressão da mola regulada (8). Ao superar a pressão de regulagem, a válvula de defluxo abre-se, e o combustível excedente retorna ao tanque, estabilizando, assim, a pressão no circuito. Além disso, através da tomada (9), o vácuo existente no coletor de admissão age sobre a membrana do regulador, reduzindo a carga exercida pela mola de regulagem.

Deste modo, em qualquer condição de funcionamento do motor, é mantido constante o diferencial de pressão existente entre o combustível e o ambiente (coletor de admissão) no qual se encontra o eletroinjeter. Conseqüentemente, a vazão do eletroinjeter (para uma certa tensão de alimentação) depende somente do tempo de injeção estabelecido pela U.C.E.

A pressão é tomada pela U.C.E. como parâmetro fixo: assim, o regulador nunca deve ser alterado, para não mudar a relação da mistura prevista para o motor. (fig. 18)

fig. 18



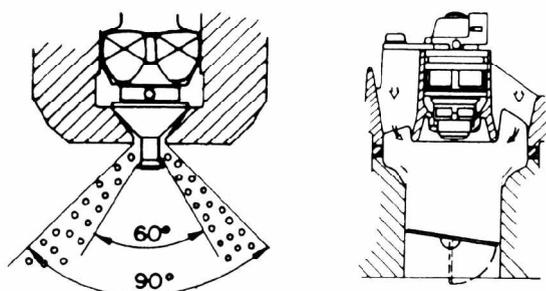
Eletroinjeter

O eletroinjeter é uma válvula eletromagnética tipo “solenóide on-off” que controla o volume de combustível enviado para o motor. Este volume é proporcional ao tempo de abertura da válvula, conhecido como TJ.

A U.C.E., após ter recebido informações dos diversos sensores sobre o funcionamento do motor (pressão, temperatura, rotação), define o tempo de injeção TJ, mandando um sinal ao bico, que possui em seu interior uma parte móvel (pintle ou agulha) que, se deslocando, libera a passagem de combustível.

O pintle (ou agulha) tem ainda a função de definir o perfil do spray injetado. (fig. 19)

fig.19



A alimentação do combustível acontece pela parte superior (3) do eletroinjeter, cujo corpo contém a bobina (4) ligada aos terminais (5) do conector elétrico (6). (fig. 20)

No repouso, a válvula permanece fechada pela ação da força exercida pela mola. Quando o solenóide é energizado, a haste vence a força da mola e abre o orifício, por onde sai o jato de combustível.

Obs.: Nas operações de remoção/recolocação, não aplicar forças acima de 120N sobre o conector (6) do eletroinjeter para não prejudicar o seu funcionamento. (fig. 21)

fig.20

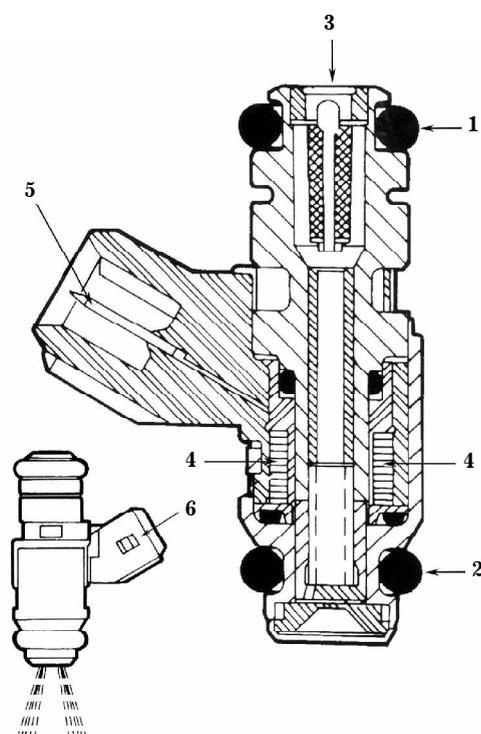
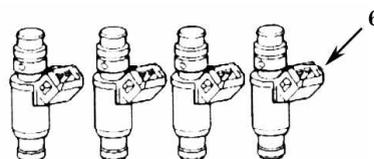


fig.21

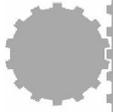


Subsistema elétrico e de controle

Função

Tem a função de ligar e alimentar eletricamente todos os componentes do sistema de injeção/ignição.

Para organizar o estudo e facilitar a análise, o subsistema elétrico e de controle pode ser dividido em sensores, e atuadores.



Fazem parte do primeiro grupo:

- sensor de posição da borboleta
- sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor
- sensor de pressão absoluta
- sensor de temperatura do ar aspirado
- sensor de rotação e P.M.S.
- sonda lambda (sensor de oxigênio)
- sensor de fase
- sensor de detonação
- sensor de velocidade do veículo

São atuadores:

- relé duplo de alimentação do sistema
- eletrobomba de combustível
- eletroinjetores
- atuador de marcha lenta
- bobina de ignição
- eletroválvulas interceptadoras dos vapores do combustível
- velas de ignição

Constituição

Fazem parte deste subsistema os componentes indicados na fig. 22.

U.C.E.

Observando-se a figura 22, nota-se que os sinais enviados pelos sensores são gerenciados por uma unidade de comando eletrônica (U.C.E.), que comanda os atuadores do sistema de injeção.

A U.C.E. geralmente está localizada no interior do veículo, sob o painel, ou no compartimento do motor. Um chicote elétrico interliga os sensores à U.C.E. e esta aos atuadores.

A U.C.E. tem não só a função de receber os sinais provenientes dos

sensores como também, através da ampliação dos algoritmos (processo formal de cálculo) e de SOFTWARE (programa), a de comandar o funcionamento dos atuadores (em especial: a eletrobomba, o injetor, a bobina e o atuador de marcha lenta), a fim de obter o melhor funcionamento possível do motor.

É uma unidade do tipo digital com microprocessador, caracterizada pela elevada velocidade de cálculo, precisão, confiabilidade, versatilidade, baixo consumo de energia e por não necessitar de manutenção.

A estrutura da U.C.E. é caracterizada essencialmente por:

Setor de aquisição e codificação dos dados.

É constituído de uma série de componentes eletrônicos encarregados de receber os dados sob forma de sinais elétricos analógicos, e convertê-los em sinais digitais, através de conversores analógico-digitais (A/D), elaborados e memorizados.

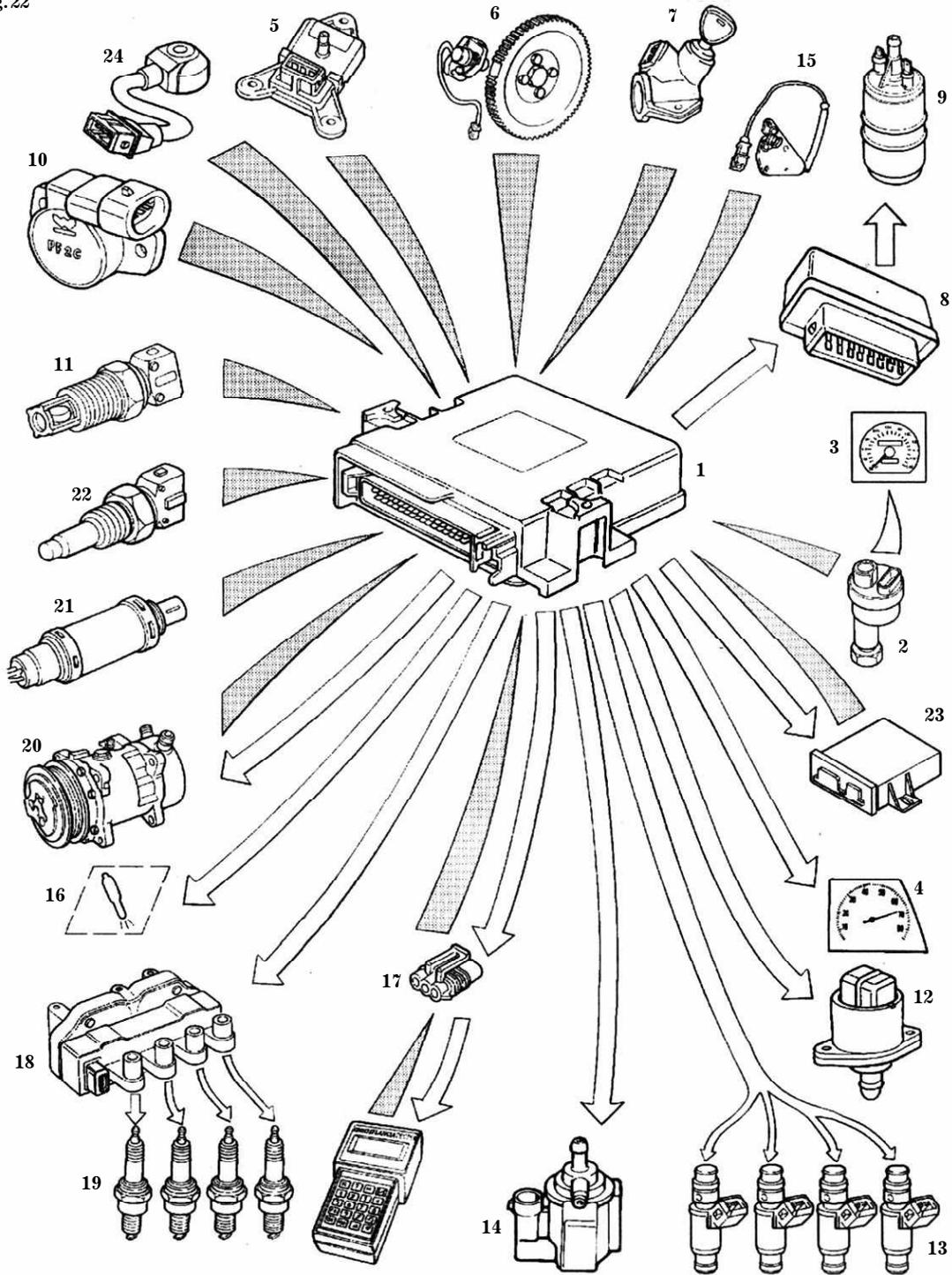
Microprocessador

Componente eletrônico que tem como função o cálculo e o controle dos dados adquiridos, funcionando como um verdadeiro computador, com as funções de interrogar a memória, comparar os dados em elaboração com os exemplos, e gerar circuitos de comando dos atuadores.

Memória ROM (Read Only Memory - Memória de leitura)

Na memória ROM estão contidos todos os programas necessários ao funcionamento do microprocessador. Tendo sido programada de modo permanente antes de ser colocada na

fig.22



- 1 - central eletrônica de injeção/ignição
- 2 - sensor taquimétrico
- 3 - velocímetro/hodômetro
- 4 - conta-giros
- 5 - sensor de pressão absoluta
- 6 - sensor de rotações e P.M.S.
- 7 - comutador da ignição
- 8 - relé duplo
- 9 - eletrobomba de combustível
- 10 - sensor de posição da borboleta
- 11 - sensor de temperatura do ar
- 12 - atuador da marcha lenta do motor
- 13 - eletroinjetores

- 14 - eletroválvula interceptadora dos vapores de combustível
- 15 - sensor de fase
- 16 - lâmpada piloto de defeito no sistema de injeção
- 17 - tomada de diagnose
- 18 - bobinas
- 19 - velas de ignição
- 20 - compressor do condicionador de ar
- 21 - sonda lambda
- 22 - sensor temperatura do líquido de arrefecimento do motor
- 23 - central eletrônica FIAT CODE
- 24 - sensor de detonação



U.C.E., os seus dados podem ser lidos, mas não podem ser modificados.

A memória ROM é um elemento de armazenagem. Sendo assim, mesmo que a bateria seja desligada, as informações nela contidas permanecem memorizadas.

Memória RAM (Random Access Memory - Memória de acesso aleatório)

A memória RAM é uma memória de transição na qual os dados, além de serem lidos, podem também ser memorizados.

É utilizada tanto para a memorização temporária dos dados que recebe, de maneira que eles ficam disponíveis para serem depois elaborados, como também para a memorização de eventuais sinais para a codificação das anomalias de funcionamento que podem acontecer nos sensores, nos atuadores ou em algumas funções da U.C.E..

Se a bateria, o relé ou o conector da U.C.E. for desconectado, os parâmetros são apagados. O uso normal do veículo recupera o processo de adaptação e a memorização dos novos parâmetros.

Memória EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) ou EEPROM (Programa de leitura de memória eletricamente apagável)

É um tipo particular de memória que pode ser cancelada eletricamente e reprogramada mais vezes.

Entre as suas funções, está a de receber da memória RAM as informações das anomalias acontecidas durante o funcionamento do motor e a

de transmiti-las, através da tomada de diagnose, ao equipamento de teste.

Para cancelar as anomalias confirmadas e as correções autoadaptativas, é necessária a utilização de equipamento apropriado.

A existência de uma memória não volátil permite guardar não só os dados referentes às anomalias do sistema, mesmo que a bateria seja desligada, como também manter as sinalizações de defeitos, mesmo depois de desaparecerem.

Drivers

DRIVERS (Direcionamento – estágios finais de potência para o comando dos atuadores)

São circuitos comandados diretamente pelo microprocessador e pelo circuito integrado (CI) específico, que serve para alimentar os atuadores.

Características, função e funcionamento dos sensores

Sensor de posição da borboleta (fig. 23)

O sensor da posição da borboleta é um potenciômetro variável, fixado no corpo de borboleta, de forma a ficar acoplado ao eixo de aceleração. A U.C.E. alimenta o potenciômetro, durante o funcionamento do motor, com uma tensão de 5V. De acordo com o movimento de rotação do eixo, ocorre a variação da resistência elétrica do sensor.

Desta forma, através da variação da tensão de saída, a U.C.E. reconhece a condição de abertura da borboleta e corrige a mistura convenientemente. (fig. 24)

fig. 23

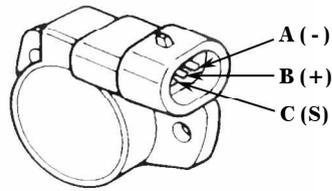
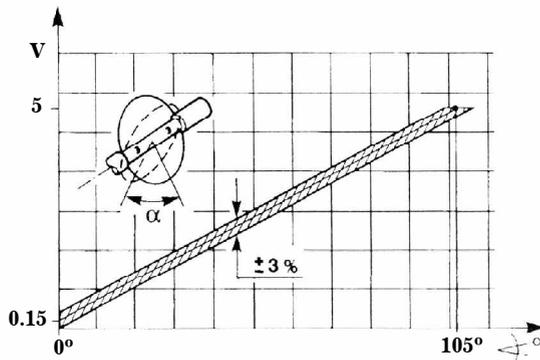


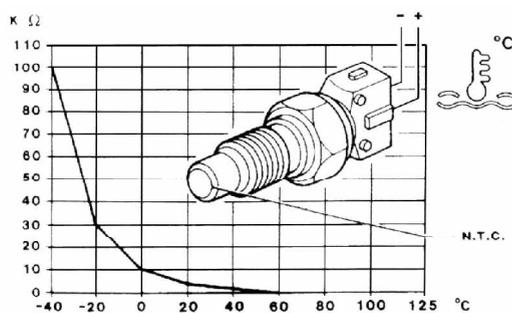
fig. 24



Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento do motor (fig. 25)

O sensor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor é constituído de um “termistor” N.T.C., onde a resistência do sensor é inversamente proporcional à temperatura. Este sensor mede a temperatura do líquido de arrefecimento do motor. O sinal elétrico obtido chega à U.C.E. e é utilizado para a correção da mistura.

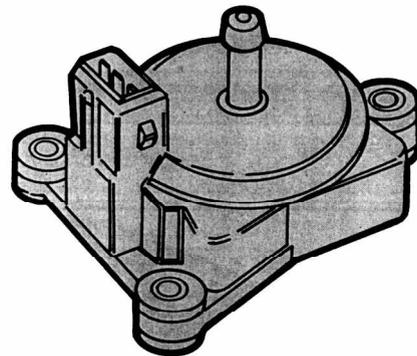
fig. 25



Sensor de pressão absoluta (fig. 26)

O sensor de pressão absoluta está alojado dentro do vão do motor e é ligado ao coletor de admissão por intermédio de uma tubulação. Este sensor tem como função informar à U.C.E. a pressão absoluta em que se encontra o coletor de admissão de acordo com o funcionamento do motor.

fig. 26

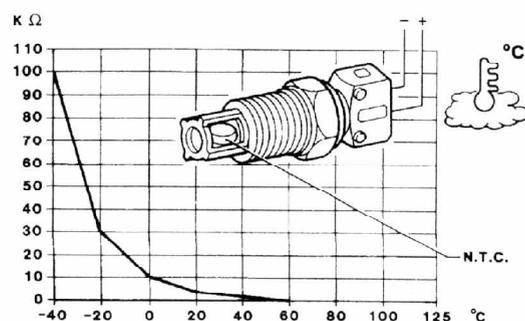


Sensor de temperatura do ar aspirado (fig. 27)

O sensor de temperatura do ar aspirado está instalado no tubo de admissão, e a sua função é informar à U.C.E. a temperatura em que se encontra o ar aspirado pelo motor.

Assim como o sensor de temperatura do líquido de arrefecimento, este sensor também é do tipo N.T.C.

fig. 27



Sensor de rotação e P.M.S. (fig. 28)

O sensor de rotação e P.M.S. geralmente se encontra fixado na parte dianteira do bloco do motor, próximo à roda dentada, ou no interior do motor. (fig. 29)

fig.28

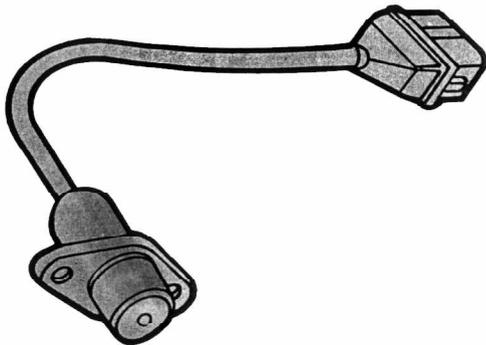
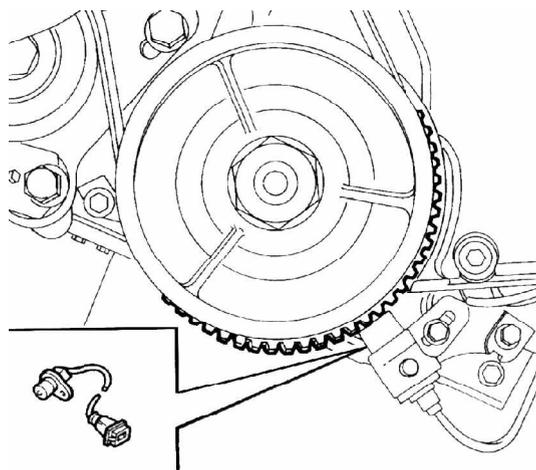


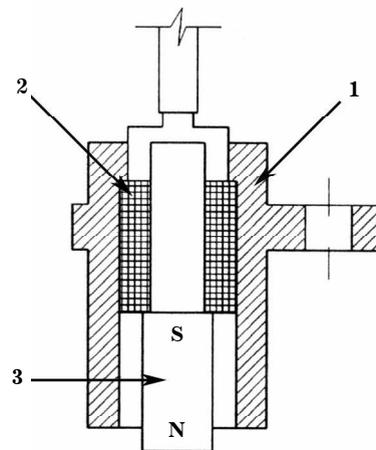
fig.29



Este sensor tem a função de fornecer à U.C.E. um sinal elétrico que possibilita a sincronização do sistema de injeção/ignição e a do ponto morto superior do êmbolo do 1º cilindro. Este sensor consiste num ímã que tem enrolada em sua volta uma bobina. (fig. 30)

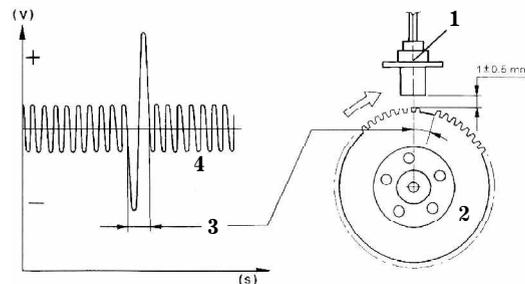
- 1 - Estojo tubular
- 2 - Bobina
- 3 - Ímã permanente

fig.30



A passagem dos dentes da roda fônica à frente do ímã do sensor cria oscilações devido à variação de entreferro. (fig. 31)

fig.31



- 1 - Sensor
- 2 - Polia da árvore de manivelas com roda dentada
- 3 - Sinal correspondente a dois dentes que faltam
- 4 - Sinal de saída

Estas oscilações induzem uma força eletromotriz no enrolamento, em cuja extremidade se manifesta uma tensão alternada positiva, quando o dente está de frente para o sensor, e negativa, quando há a falta do dente. O valor do pico de tensão na saída do

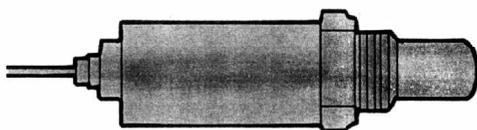
sensor depende, dentre outros fatores, da distância entre o sensor e o dente (entreferro).

Na roda fônica, existem sessenta dentes, dois dos quais são removidos para criar uma referência. O intervalo entre os dentes corresponde a um ângulo de 6° (360° dividido por 60 dentes).

O ponto de sincronismo é reconhecido no final do primeiro dente, logo depois do espaço dos dois dentes que faltam. Quando este transita pelo sensor, o motor encontra-se com o pistão do 1º cilindro a 120° antes do P.M.S..

Sonda lambda (sensor de oxigênio) (fig. 32)

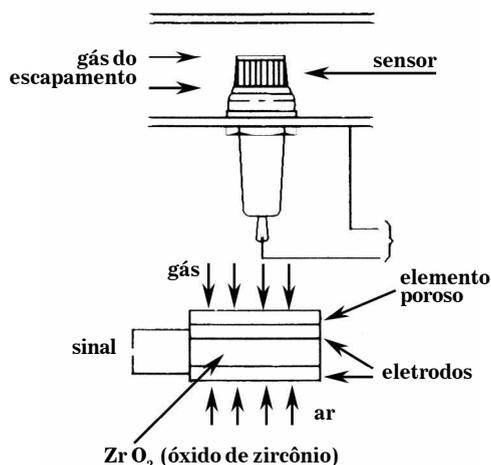
fig. 32



A sonda lambda está fixada no cano de descarga antes do catalisador, e tem como função informar à U.C.E. a relação ar/combustível da mistura que está sendo queimada pelo motor, através da concentração de oxigênio nos gases de escapamento do motor. A sonda só funciona com uma temperatura superior a 300°C , e este funcionamento baseia-se nas propriedades do óxido de zircônio ou ainda do óxido de titânio. Estes materiais possuem propriedades elétricas que dependem da presença de íons de oxigênio na face sensível do elemento sensor formado por um deles. O óxido de zircônio atrai os íons de oxigênio que se acumulam na superfície

do material que forma o eletrodo do sensor. Uma placa de platina forma a referência do sensor, de modo que entre os eletrodos aparece uma tensão que depende do teor de oxigênio na mistura que passa pelo sensor poroso. (fig. 33)

fig. 33
O sensor de oxigênio no escapamento



O sinal de saída do sensor é enviado à U.C.E. para a regulação da mistura ar/combustível, a fim de manter a relação estequiométrica da mistura o mais próximo possível ao valor teórico.

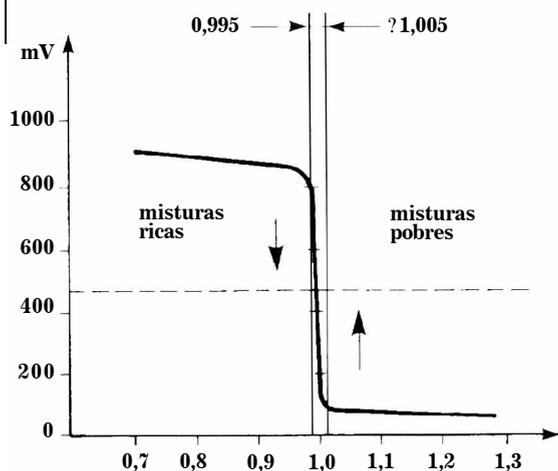
Assim, para obter uma mistura ideal, é necessário que a quantidade de combustível injetado esteja o mais próximo possível da quantidade teórica necessária para ser completamente queimado em relação à quantidade de ar aspirado pelo motor.

Nesse caso, é conseguido o fator LAMBDA (?) igual a 1. (fig. 34)

Enquanto o fator lambda expressa o excesso ou a falta do ar fornecido ao motor em relação à quantidade teórica exigida, a mistura de ar/combustível é uma relação entre estas duas substâncias que, combinadas entre si, reagem quimicamente. Para o bom funcionamento dos motores a gasolina,

a mistura ideal necessita de 14,7 a 14,8 partes de ar para uma de combustível.

fig. 34
Coeficiente ar?



??= 1 mistura ideal
O CO está contido dentro dos limites da lei

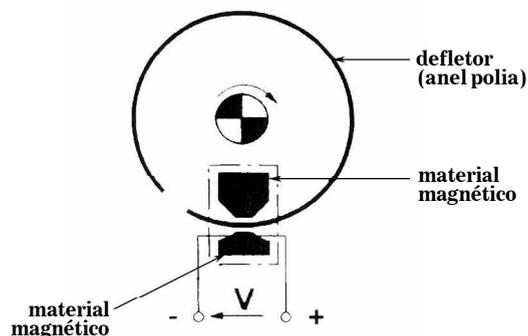
?? 1 mistura pobre
Excesso de ar; o CO tende a valores baixos

?? 1 mistura rica
Falta de ar; o CO tende a valores altos

Na fase de admissão, é necessário enviar à U.C.E., além dos sinais de rotação e P.M.S., um sinal de fase para determinar o momento da injeção de combustível no coletor de admissão.

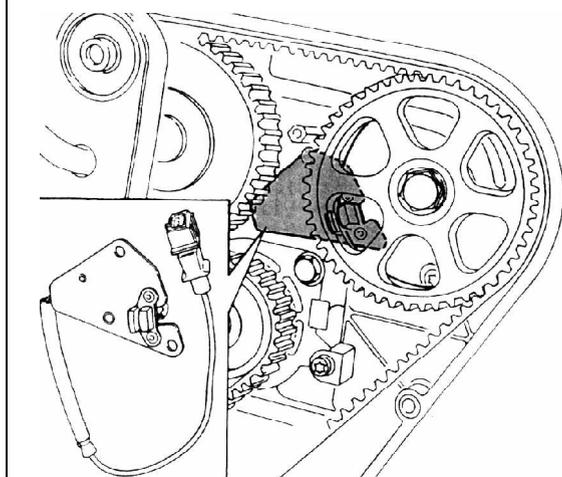
O sinal enviado à U.C.E. é gerado por um sensor de relutância magnética, semelhante ao sensor de rotação e P.M.S., ou por um sensor de efeito HALL. (fig. 36)

fig. 36



Sensor de fase (fig. 35)

fig. 35

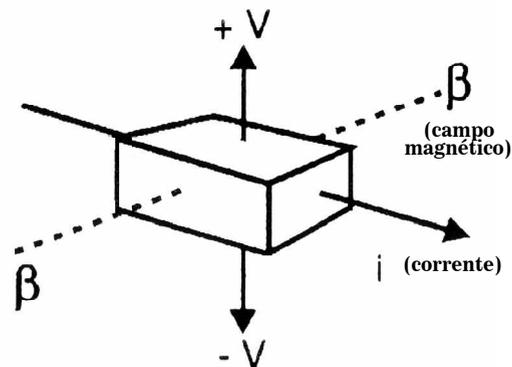


Nos veículos que utilizam sistema de injeção seqüencial fasado, a injeção do combustível acontece em seqüência para cada cilindro.

No sensor de efeito HALL, uma camada semicondutora percorrida por corrente, imersa num campo magnético normal (linhas de força perpendiculares à direção da corrente) gera nas suas extremidades uma diferença de potencial, conhecida como tensão HALL. (fig. 37)

fig. 37

A corrente depende da intensidade do campo magnético num sensor de efeito HALL

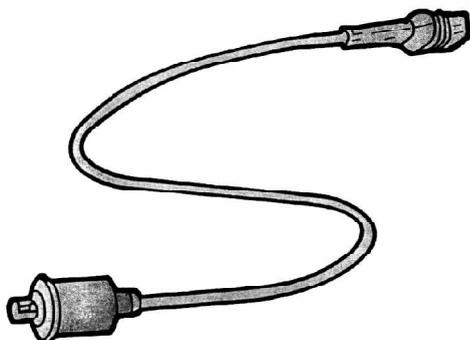


A intensidade da corrente permanece constante, e a tensão gerada depende somente da intensidade do campo magnético. Assim, é necessário variar a intensidade do campo magnético periodicamente, para se obter um sinal elétrico modulado, cuja frequência é proporcional à velocidade com a qual muda o campo magnético.

Para detectar esta mudança, o sensor é montado através de um anel metálico, que contém uma série de aberturas. Ao se movimentar, a parte metálica do anel cobre o sensor, bloqueando o campo magnético, provocando uma redução do nível de saída; ao contrário, quando estiver junto à abertura e, portanto, com o campo magnético presente, o sensor gera um nível de sinal alto na saída. A alternativa dos sinais depende da seqüência das aberturas.

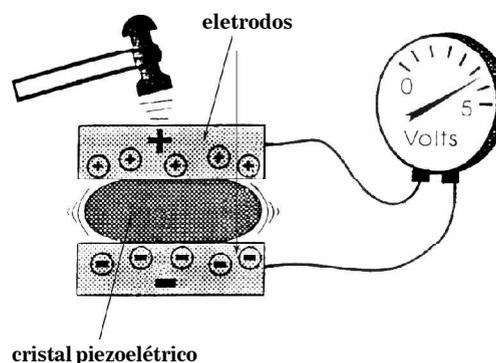
Sensor de detonação (fig. 38)

fig. 38



O sensor de detonação geralmente é montado no bloco do motor, em posição estratégica, de modo que a detonação em qualquer cilindro seja percebida rapidamente por ele. O sensor é do tipo piezoelétrico, que produz uma tensão elétrica quando recebe uma vibração mecânica. (fig. 39)

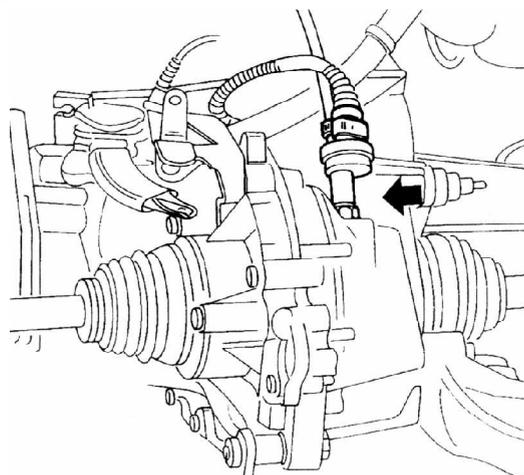
fig. 39



Ao receber a informação do sensor, a U.C.E. aumenta a quantidade de combustível injetado e reduz os valores de avanço, calculados por um mapa de avanço de ignição adequado, de maneira a eliminar tal fenômeno o mais rapidamente possível.

Sensor de velocidade do veículo (fig. 40)

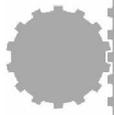
fig. 40



O sensor de velocidade do veículo geralmente fica montado na saída da caixa de mudanças, e pode ser do tipo indutivo ou de efeito HALL. Com base na frequência dos impulsos, é possível conhecer a velocidade do veículo.

Características, função e funcionamento dos atuadores

A função, funcionamento e características dos atuadores já foi abordada anteriormente neste capítulo.



Sistemas de ignição convencional e eletrônica

Função

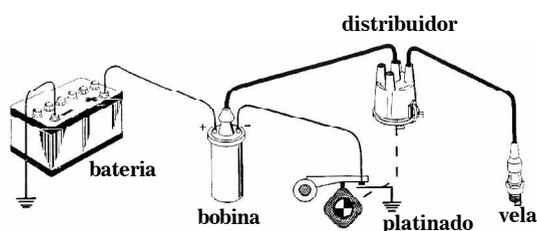
A função básica do sistema de ignição convencional e/ou eletrônica é provocar uma centelha dentro do cilindro capaz de inflamar a mistura. Tal centelha deve ocorrer no momento preciso, a fim de se obter uma queima homogênea da mistura e conseqüentemente conseguir extrair a máxima energia (rendimento) do combustível utilizado.

Ignição convencional (com platinado)

Componentes

Este sistema é constituído pelos componentes indicados na fig. 41.

fig. 41



Velas

A vela é o componente do sistema de ignição utilizado para gerar a centelha.

Platinado

Tem a função de interromper a corrente primária no momento preciso. Esta corrente é suficientemente alta (até 5 A), o que encurta a vida útil do platinado.

Bobina

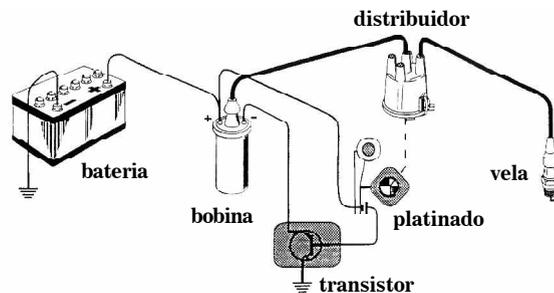
Com o platinado fechado, circula corrente no enrolamento primário em volta do núcleo de ferro, que se transforma em um eletro-ímã: quando o platinado abre, corta a corrente do enrolamento primário e o campo magnético do núcleo de ferro se desfaz. Neste momento é induzida a alta tensão no enrolamento secundário da bobina.

Distribuidor

Sua função é a de encaminhar a alta tensão gerada na bobina para a vela do cilindro que está no ciclo de compressão. O distribuidor aloja, ainda, o platinado, juntamente com o mecanismo de avanço centrífugo e de avanço a vácuo.

Ignição transistorizada (fig. 42)

fig. 42

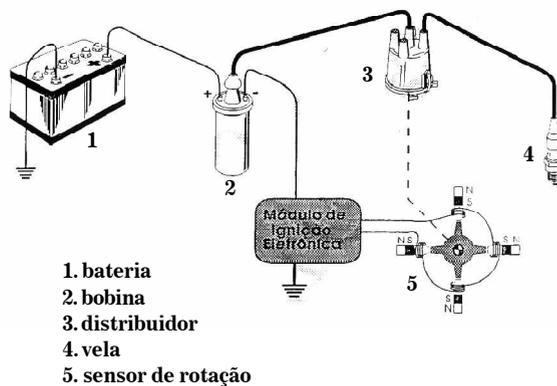


Neste sistema, a única diferença é que a corrente do enrolamento primário é interrompida por um transistor. (fig. 42). O platino ainda está presente, mas interrompe corrente muito menor, em comparação com o sistema convencional, o que aumenta, conseqüentemente, a vida útil do mesmo.

Ignição eletrônica

(fig. 43)

fig. 43



É uma evolução da ignição transistorizada. A ignição eletrônica incorpora não só um controle de corrente máxima

que circula no circuito primário, mas também um controle do ângulo de permanência. Estes controles são feitos por um módulo eletrônico que incorpora, também, o transistor de potência.

O controle da corrente máxima permite diminuir a resistência da bobina. Com isto, a bobina armazena a energia necessária mais rapidamente. O controle do ângulo de permanência permite diminuir a potência necessária para energizar a bobina. Este tipo de ignição precisa, ainda, de um distribuidor com os mecanismos de avanço centrífugo e de vácuo.

Ignição eletrônica mapeada (fig. 44)

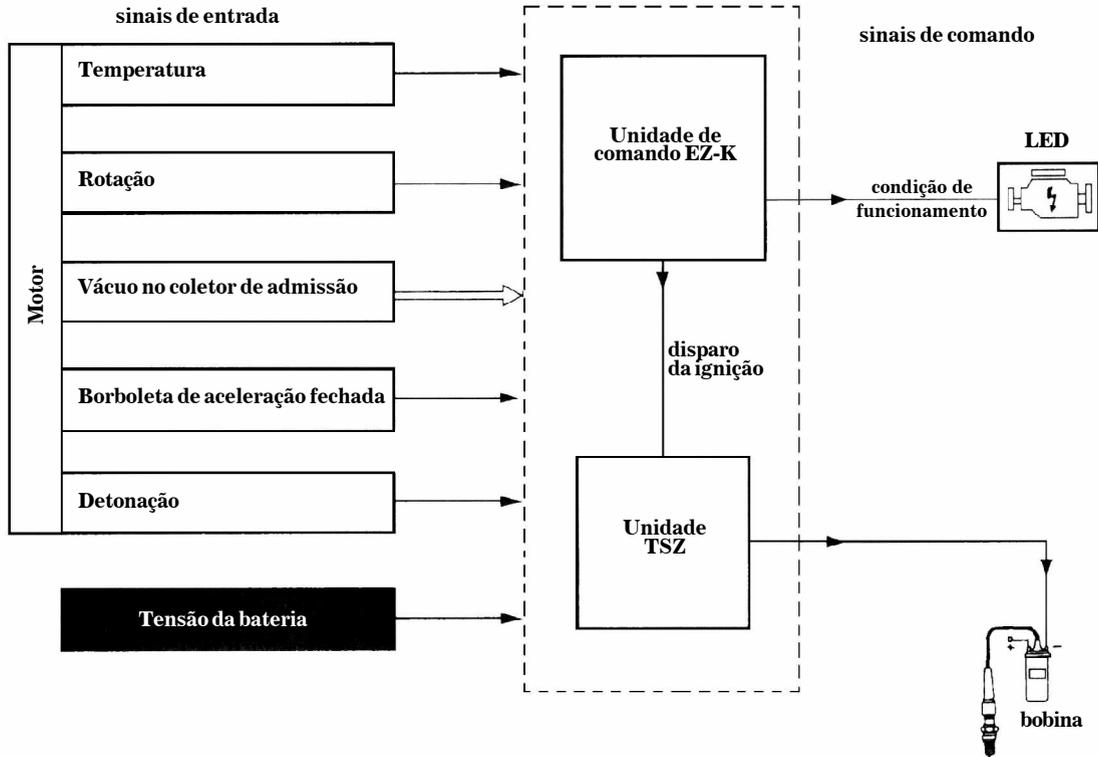
O controle do ponto de ignição é feito por um microprocessador associado a uma memória, que contém os “mapas” com o ângulo de avanço ideal para cada condição de rotação e carga do motor. Estes mapas podem conter pontos de ignição ideal para até 4.000 combinações de rotação/carga do motor.

A informação de rotação pode ser obtida de um sensor HALL, e a informação de carga, de um sensor de pressão do coletor.

Estes sistemas de ignição dispensam, portanto, o uso de mecanismo de avanço centrífugo e de vácuo. Permitem, ainda, corrigir o avanço em função da temperatura do motor e do regime de rotação (marcha lenta ou não). Podem incorporar, também, o controle da detonação.



fig. 44



Ignição estática

Este tipo de ignição é caracterizado por não possuir um distribuidor rotativo, característico dos sistemas anteriores.

As vantagens da ignição estática são:

- menor nível de interferência eletromagnética, já que não há centelha fora do cilindro (no distribuidor existe centelha entre o rotor e os terminais que conduzem a alta tensão às velas);
- inexistência de componentes mecânicos rotativos;
- menor número de cabos de alta tensão.

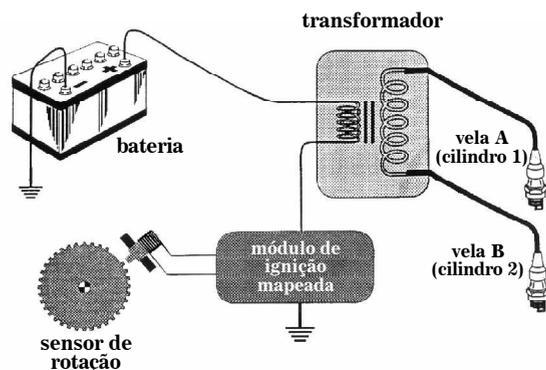
Funcionamento

A alta tensão do secundário é aplicada simultaneamente às duas velas. Isto faz com que a corrente que sai da bobina chegue ao eletrodo central

da vela A; em seguida, a corrente passa para o eletrodo lateral e daí, pelo cabeçote, chega ao eletrodo lateral da vela B; passa para o eletrodo central e fecha o circuito novamente na bobina.

A corrente é a mesma em todo o circuito; o que é diferente, é a tensão aplicada nas velas: o cilindro A está no ciclo de compressão, e requer uma tensão maior para que exista centelha; o cilindro B está no ciclo de escape e requer uma tensão bem menor para que exista centelha. A alta tensão gerada na bobina é, portanto, quase toda aplicada na vela A. (fig. 45).

fig. 45



Bibliografia



1. BOSCH. *Sistemas eletrônicos de ignição por bateria*. Campinas, 1990.
2. FIAT. *Sistema de injeção LE - jetronic, sistema de ignição EZK*. Betim: Treinamento Assistencial/Assistência técnica, [s.d.].
3. _____. *Sistema de injeção - ignição IAW*. Betim: Treinamento Assistencial/Assistência técnica, 1993.
4. GENERAL MOTORS (Brasil). *63T - injeção eletrônica*. São Paulo: Departamento de pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
5. _____. *56T sistema eletrônico de carroçaria e diagnóstico*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
6. _____. *Computador de bordo*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço - veículo)
7. _____. *Sistema de injeção M.PFI*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
8. _____. *Sistema de injeção eletrônica E.FI*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
9. _____. *Sistema motronic M 1.5, M 1.5.2*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
10. _____. *64T injeção eletrônica*. São Paulo: Departamento de Pós-venda, [s.d.]. (Treinamento de serviço – veículo).
11. JORNAL DA TARDE, KLICK EDITORIA (ed.) *Conheça seu carro*. [São Paulo, s.d.]. Suplemento.
12. MAGNETI MARELLI WEBER (Brasil) (ed.) *Ignição estática; sistema microplex*. São Paulo, 1993.
13. VOLKSWAGEN (Brasil). *Sistemas de ignição eletrônica EFI – digital*. São Bernardo do Campo, 1990.
14. _____. *Controle de emissão de poluentes*. São Bernardo do Campo, 1990.
15. _____. *Sistema de injeção eletrônica CFI*. São Bernardo do Campo, 1990.
16. _____. *Injeção de combustível LE – jetronic*. São Bernardo do Campo, 1990.

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

*FIRJAN
Federação
das Indústrias
do Estado
Rio de Janeiro*

*SENAI
Serviço Nacional
de Aprendizagem
Industrial do
Rio de Janeiro*

*Rua Mariz e Barros, 678
Pça da Bandeira
CEP 20270-002 Rio de Janeiro RJ
Telefone: (021) 2587 1121
Fax (021) 2254 2884
Central de atendimento 0800-231231
<http://www.senai.org.br>*