

Motores Térmicos

8° Semestre

4° ano

Tópicos – Sistema de Injecção do Motor Otto

- ▶ **Introdução**
- ▶ **Classificação dos Sistemas de Injecção**
- ▶ **Injecção Mecânica**
- ▶ **Injecção Electrónica**
- ▶ **Tratamento Catalítico Posterior**

15. Sistema de Alimentação - Injecção

Nos motores do ciclo Otto, a mistura é preparada num carburador ou num equipamento de injeção. Nos últimos anos, aumentou a tendência para se preparar a mistura através da injeção de combustível no colector de admissão. Esta tendência é explicada pelas vantagens da injeção de combustível no que diz respeito ao consumo, potência, comportamento em marcha e de limitação de poluentes nos gases de escape. As razões para estas vantagens reside no facto de que a injeção permite (uma dosagem muito precisa de combustível de acordo com a condução e carga do motor, tendo igualmente em conta o meio ambiente, controlando a dosagem de modo a que o teor de elementos nocivos nos gases de escape seja mínima.

15. Sistemas de Injecção

Devido a aplicação de uma válvula solenóide ou injector por cada cilindro, consegue-se uma melhor distribuição da mistura; e retirando-se o carburador, consegue-se eliminar as perdas de fluxo, o que proporciona um melhor enchimento do cilindro, favorável a um aumento da potência e momento torsor, além de resolver problemas conhecidos do carburador, tais como o encharcamento e a inércia da gasolina.

15. Sistemas de Injeção

- ▶ A relação ar/combustível do motor deve ser controlada rigorosamente sob todas as condições de operação para conseguir um desempenho do motor, a redução das emissões, uma boa dirigibilidade e a economia de combustível, desejados.
- ▶ Os controles precisos que o sistema de injeção possui em relação ao carburador permitem:
 - ▶ Maior eficiência;
 - ▶ Menor emissão de poluentes.

Porquê a Injecção Electrónica?

Combustível

+

Ar



Motor

Gases de Escape



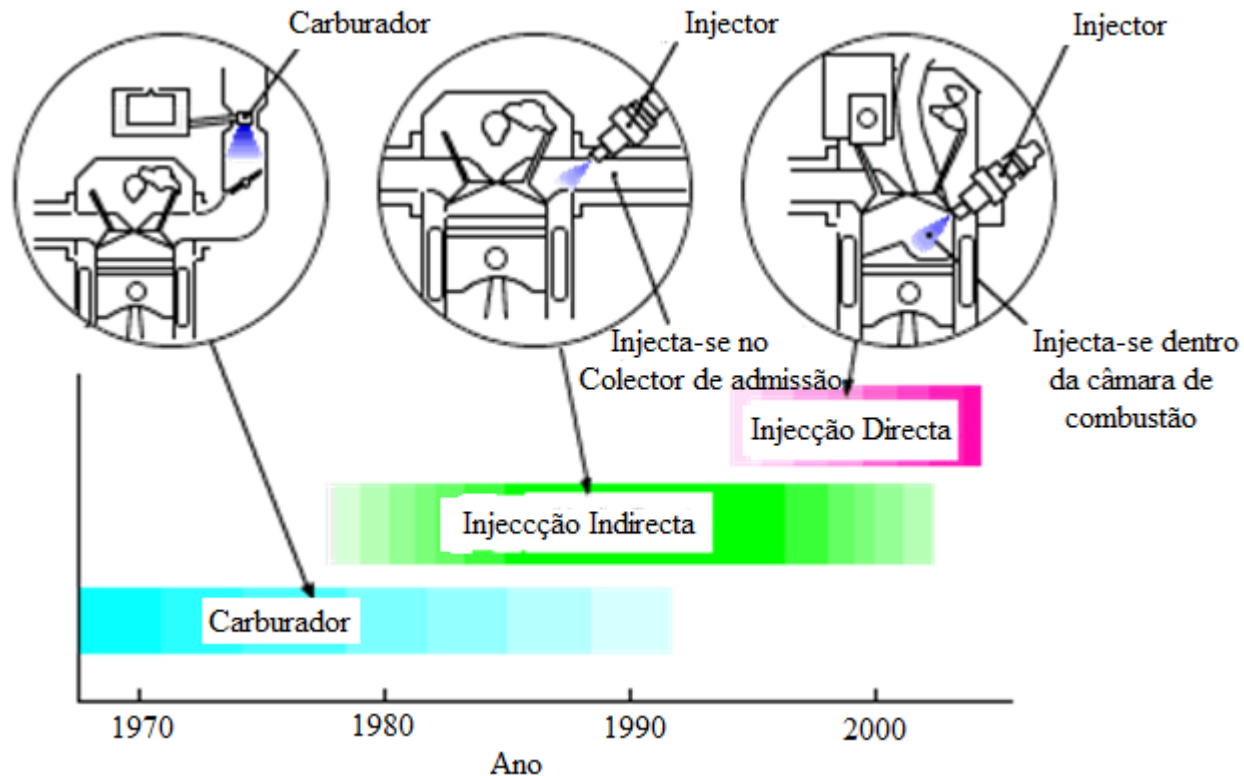
TORQUE



15.1 Classificação dos Sistemas de Injecção

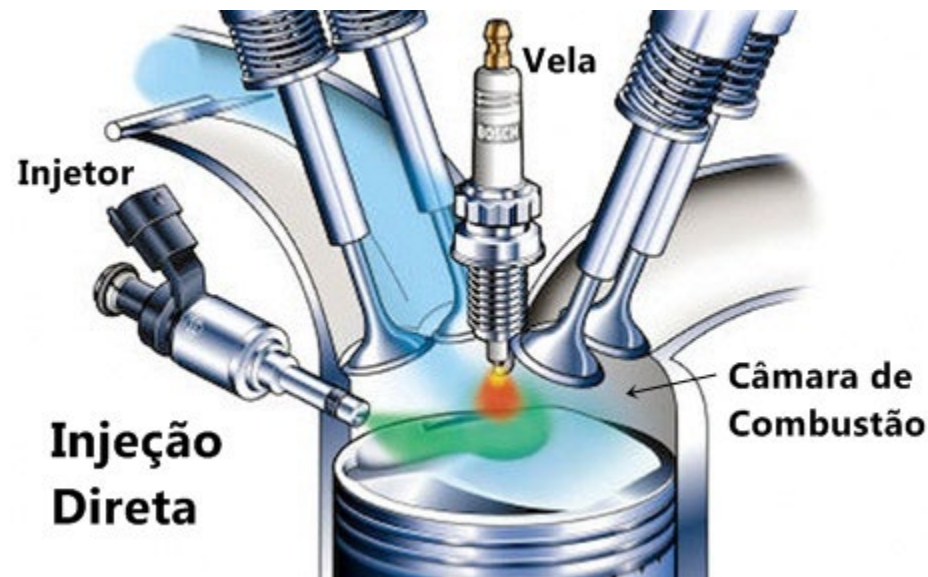
- ▶ Os sistemas de Injecção podem-se classificar em função de quatro características distintas:
 - ▶ Segundo o lugar onde injectam;
 - ▶ Segundo o número de injectores;
 - ▶ Segundo o número de injecções.
 - ▶ Segundo as características de funcionamento.

15.1.1 Segundo o Lugar onde Injectam



15.1.1 Segundo o Lugar onde Injectam

- ▶ **Injecção Directa:** O injector introduz combustível directamente na câmara de combustão. Este sistema é o mais recente e começa-se a usar nos motores GDi ou IDE.



15.1.1 Segundo o Lugar onde Injectam

- ▶ **Injecção Indirecta:** O injector introduz o combustível no colector de admissão acima da válvula de admissão, que não tem de estar necessariamente aberta. É ainda o mais usado actualmente.



15.1.1 Segundo o Lugar onde Injectam

Vantagens da Injeção Direta de Gasolina



Maior Eficiência de Combustível

Menor consumo de gasolina.



Aumento de Potência e Binário

Melhor desempenho e resposta.



Menores Emissões

Redução de CO₂ e poluentes.



Compatível com Turbo

Mais potência com motores menores.



Design Mais Compacto

Motores mais leves e eficientes.



Controlo Preciso da Mistura

Otimização ar-combustível.

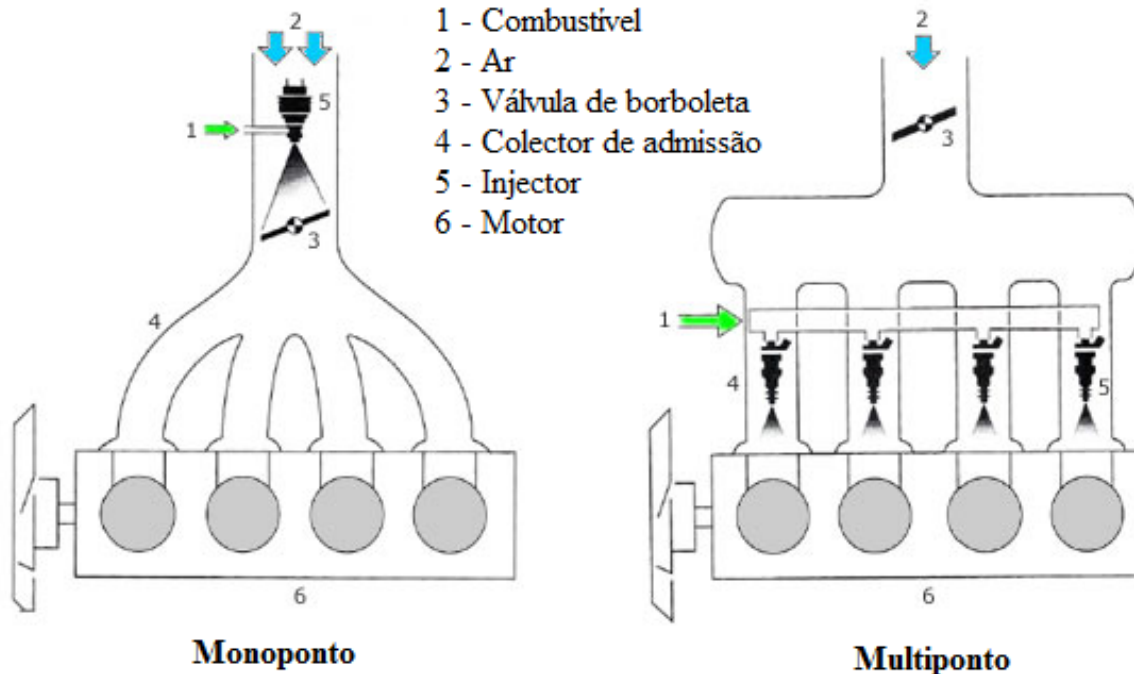
Vantagem	Impacto Direto
Eficiência de Combustível	Menor consumo
Maior Potência	Melhor desempenho
Menores Emissões	Redução de poluentes
Compatível com Turbo	Motores menores e potentes
Design Compacto	Redução de peso
Controlo Preciso	Combustão Otimizada

15.1.2 Segundo O Número De Injectores

- ▶ **Injecção Monoponto:** Há somente um injetor que introduz o combustível no colector de admissão depois da borboleta de aceleração. É a mais utilizada em veículos de baixa cilindrada que cumprem as normas antipoluição.

- ▶ **Injecção Multiponto:** Há um injetor por cilindro que pode ser do tipo injecção directa ou indirecta. É a que se usa em veículos de média e alta cilindrada com o sistema antipoluição ou sem ele.

15.1.2 Segundo O Número De Injectores



15.1.3 Segundo o número de injeções

- ▶ **Injeção Contínua:** os injectores introduzem combustível de forma contínua no colector de admissão, previamente dosificada e à pressão, a qual pode ser constante ou variável.
- ▶ **Injeção Intermitente:** Os injectores introduzem combustível de forma intermitente, isto é o injector abre e fecha conforme as ordens que recebe da central de comando. A injeção Intermitente divide-se por sua vez em três tipos:
 - ▶ **Sequencial:** O combustível é injectado no cilindro com a válvula de admissão aberta, isto é os injectores funcionam de forma sincronizada;
 - ▶ **Semi-sequencial:** O combustível é injectado nos cilindros de forma que os injectores abrem e fecham dois a dois.
 - ▶ **Simultânea:** O combustível é injectado nos cilindros por todos os injectores de uma vez, isto é, os injectores abrem e fecham-se ao mesmo tempo.

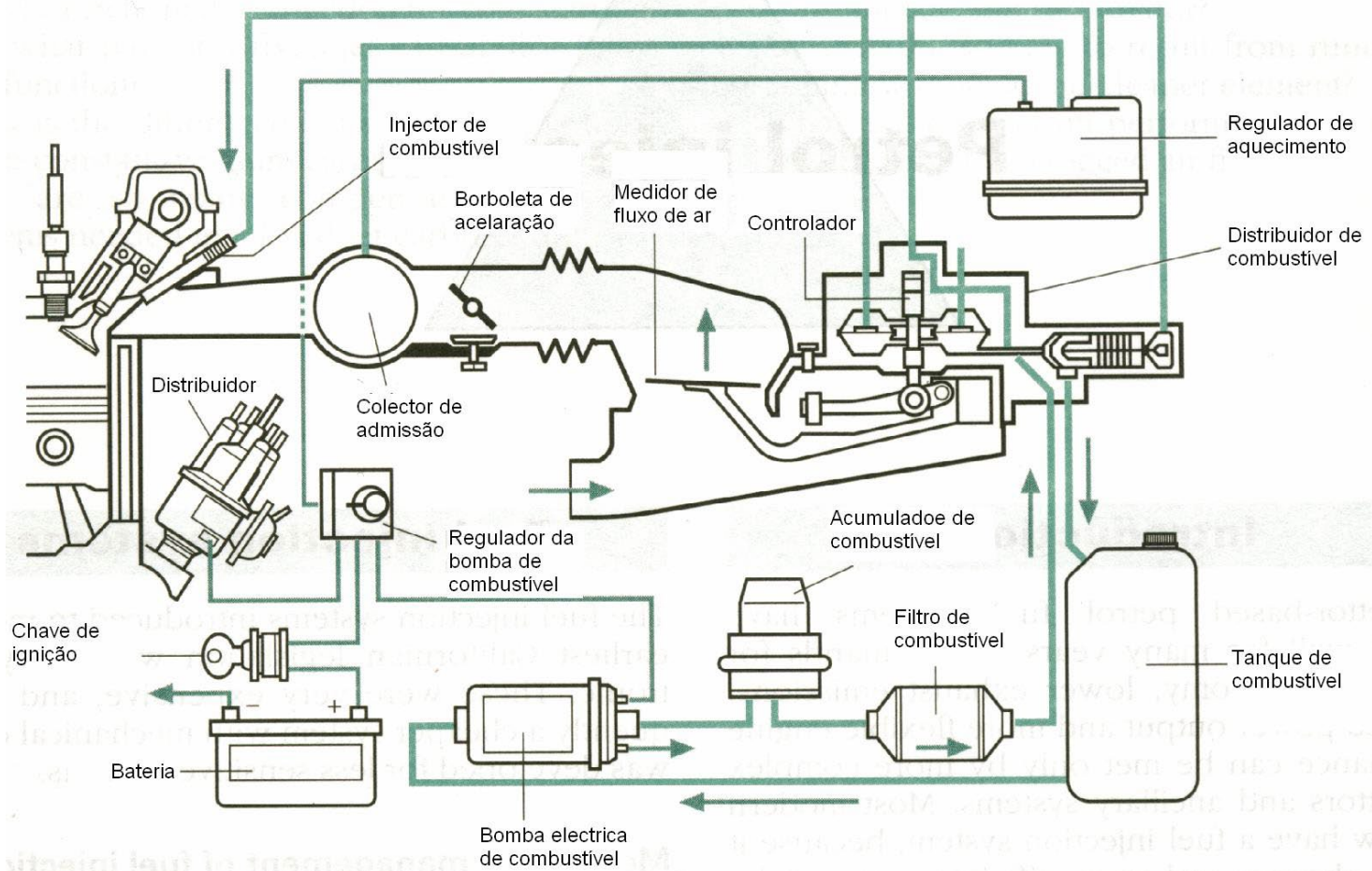
15.1.4 Segundo as Características de Funcionamento

- ▶ Injecção Mecânica (K-jetronic)
- ▶ Injecção Electromecânica (KE-jetronic)
- ▶ Injecção Electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant, etc.)

15.2 Injecção Mecânica

- ▶ O sistema K-Jtronic da Bosch proporciona um caudal variável de combustível comandado mecanicamente e de modo contínuo. Este sistema realiza três funções fundamentais:
 - ▶ Medir o volume de ar aspirado pelo motor por meio de um caudalímetro especial;
 - ▶ Alimentar de combustível por meio de uma bomba eléctrica que envia a gasolina até um dosificador-distribuidor que proporciona combustível aos injectores;
 - ▶ Preparar a mistura: o volume de ar aspirado pelo motor em função da posição da válvula de borboleta, constitui o principio de dosificação de carburante. O volume de ar é determinado pelo caudalímetro que actua sobre o dosificador-distribuidor.

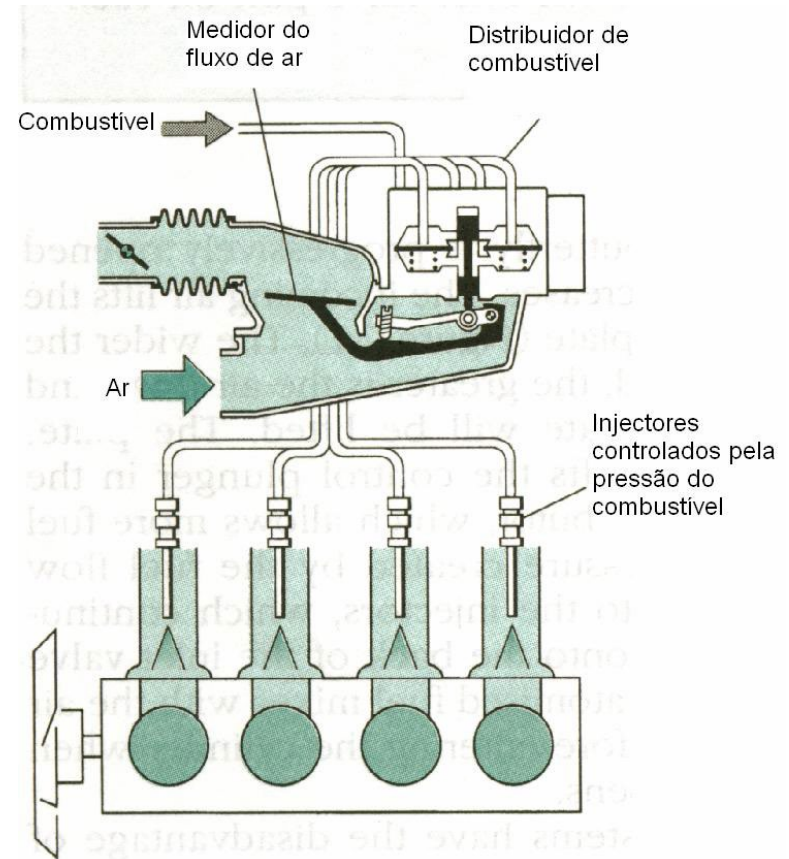
15.2 Injecção Mecânica



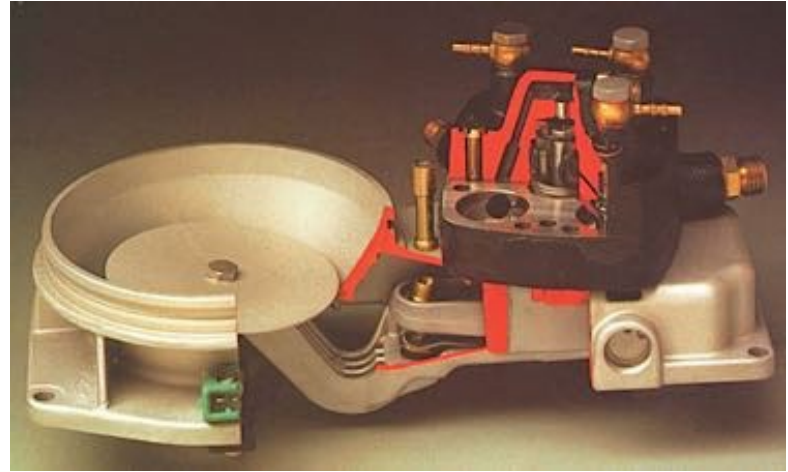
15.2.1 Regulador de Mistura

O regulador de mistura cumpre duas funções: medir o volume de ar aspirado pelo motor e dosificar a quantidade correspondente de combustível para conseguir uma relação ar/combustível adequada.

O medidor do caudal de ar situado diante da borboleta do sistema de admissão mede o caudal do ar.



15.2.1 Regulador de Mistura



O sistema controla a mistura de combustível alterando a pressão fornecida ao distribuidor de combustível. Mais tarde, os sistemas KE-Jetronic passaram a usar um actuador electrónico para controlar a pressão fornecida ao distribuidor de combustível. Esse controle permitiu correcções mais rápidas de compensação de combustível através do uso de de sensor de detonação e a sonda lambda.

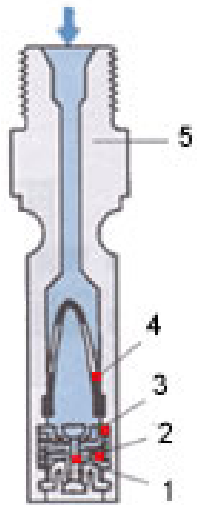
15.2.2 Injectores Mecânicos

O combustível dispensado pelo dosificador-distribuidor, é enviado para os injectores e este é injectado na entrada das várias condutas até as válvulas de admissão dos cilindros do motor. Os bicos são isoladas do calor gerado pelo motor, evitando a formação de pequenas bolhas de vapor nos tubos de injeção depois de se desligar o motor. A válvula (I) responde mesmo a pequenas quantidades, o que garante uma pulverização adequada, mesmo em marcha lenta.

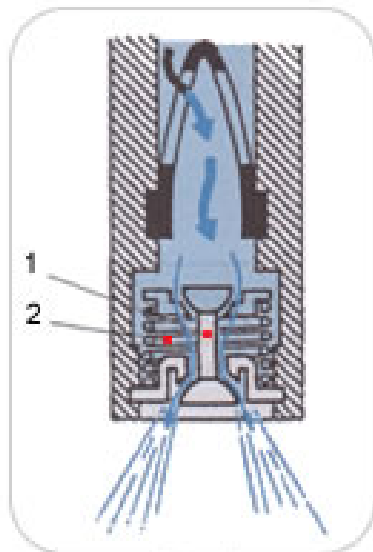
15.2.2 Injectores Mecânicos

Os injectores não contribuem na dosagem. As válvulas de injeção são abertas automaticamente quando a pressão excede o valor ajustado (3,3 bar) e permanecem abertas, injectando gasolina, mantendo a pressão. A agulha da válvula oscila com alta frequência obtendo-se assim uma excelente vaporização. Depois do motor parar os injectores são fechados quando a pressão de alimentação torna-se inferior a 3,3 bar. Quando o motor para e a pressão no sistema de combustível cai abaixo da pressão de abertura da mola da válvula de descarga, esta faz uma vedação que impede que qualquer gota de combustível se possa aproximar das condutas de admissão.

15.2.2 Injetores Mecânicos



Injector



Detalhe

- 1 - Válvula
- 2 - Mola
- 3 - Suporte
- 4 - Filtro



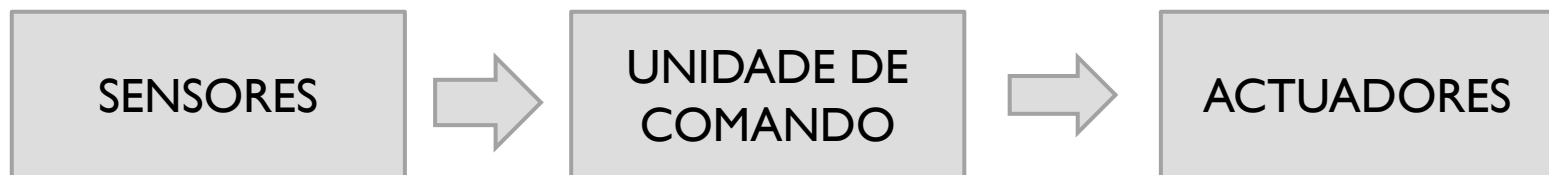
15.3 Injecção Electrónica

Os Sistemas Electrónicos de Injecção de Combustível usam injectores de combustível que são controlados por uma corrente eléctrica. Estes injectores são basicamente pequenos solenóides - com uma bobina que produz um campo magnético quando energizada - e uma agulha de ferro móvel, que permite a libertação de combustível pulverizado no bico do injector.

15.3 Injecção Electrónica

Como a solenóide só tem duas posições - aberto ou fechado - a quantidade de combustível requerida é medida pela duração de tempo que a bobina gera o campo magnético - isto é, o tempo em que recebe uma corrente eléctrica. Isto é conhecido como duração do pulso do injector.

O sistema de injecção electrónica baseia-se num microprocessador que faz toda a gestão motor.

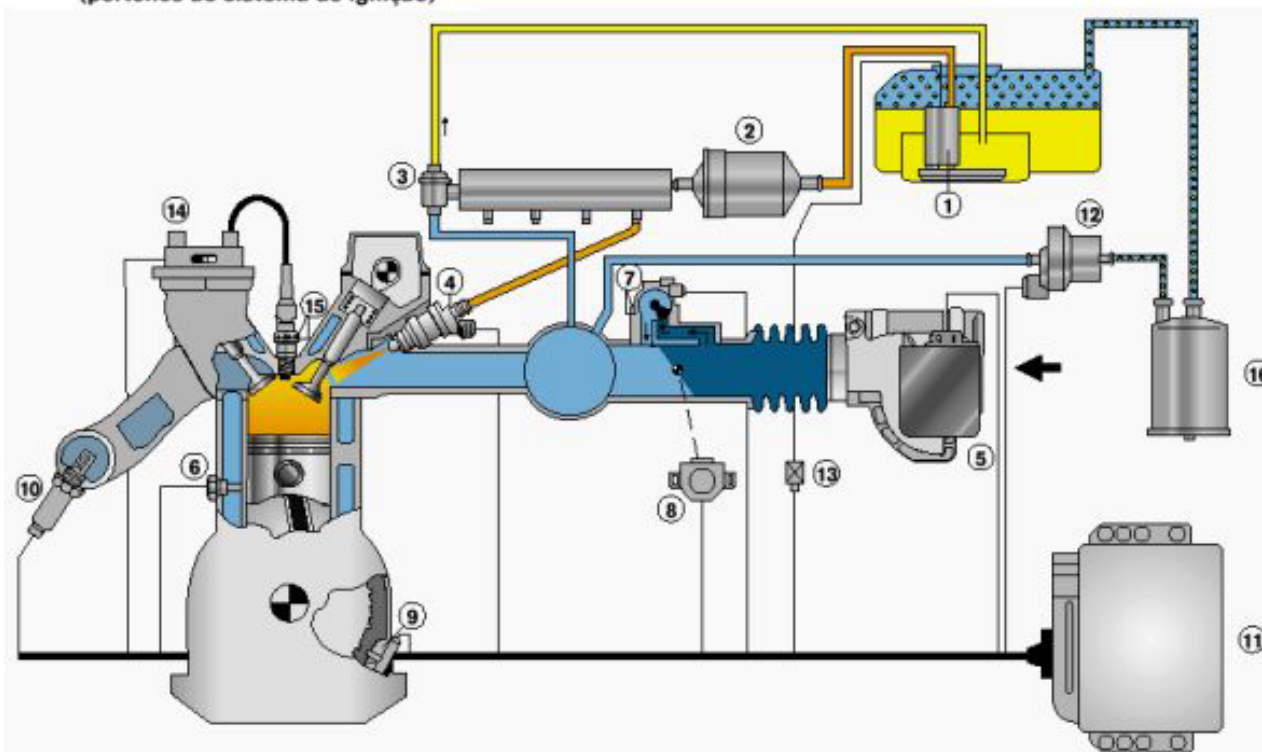


15.3 Injecção Electrónica

- 1 Bomba de combustível
- 2 Filtro de combustível
- 3 Regulador de pressão
- 4 Válvula de injeção
- 5 Medidor de fluxo de ar
- 6 Sensor de temperatura
- 7 Atuador de marcha lenta
- 8 Potenciômetro da borboleta
- 9 Sensor de rotação (pertence ao sistema de ignição)

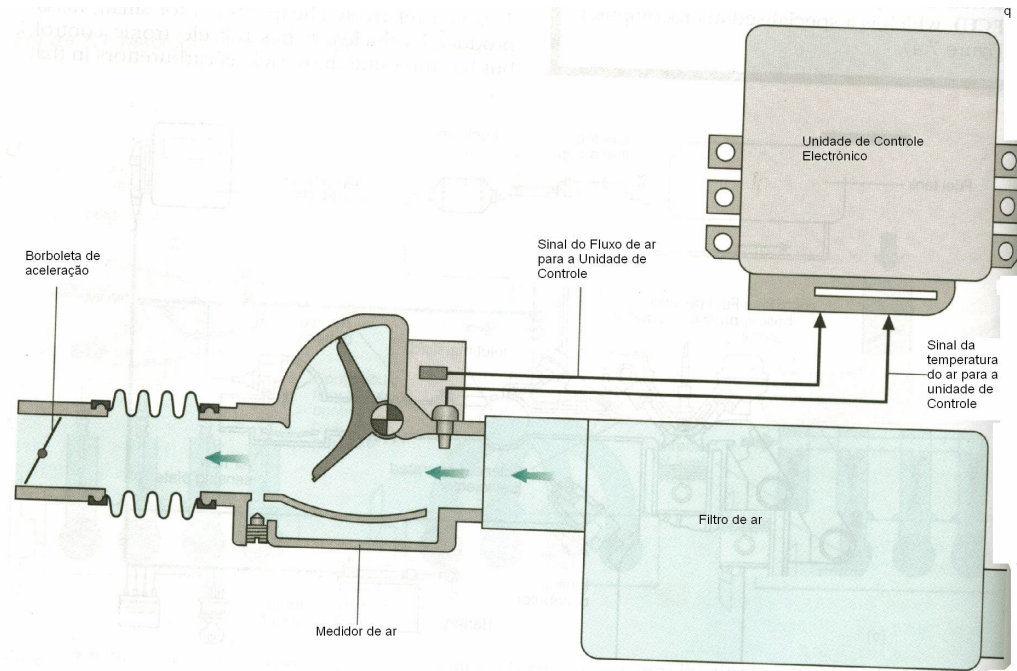
- 10 Sonda lambda
- 11 Unidade de comando (injeção + ignição)
- 12 Válvula de ventilação do tanque
- 13 Relé de comando
- 14 Bobina de ignição
- 15 Vela de ignição
- 16 Canister

Sistema de Injecção Multiponto Típico



15.3.1 Unidade Central De Injeção

Também chamado “corpo de borboleta” engloba vários componentes e sensores. Montado no colector de admissão, ele alimenta os cilindros do motor. Na unidade central de injeção encontram-se a válvula de injeção, o potenciômetro da borboleta, o atuador de marcha lenta, o regulador de pressão e o sensor de temperatura do ar.



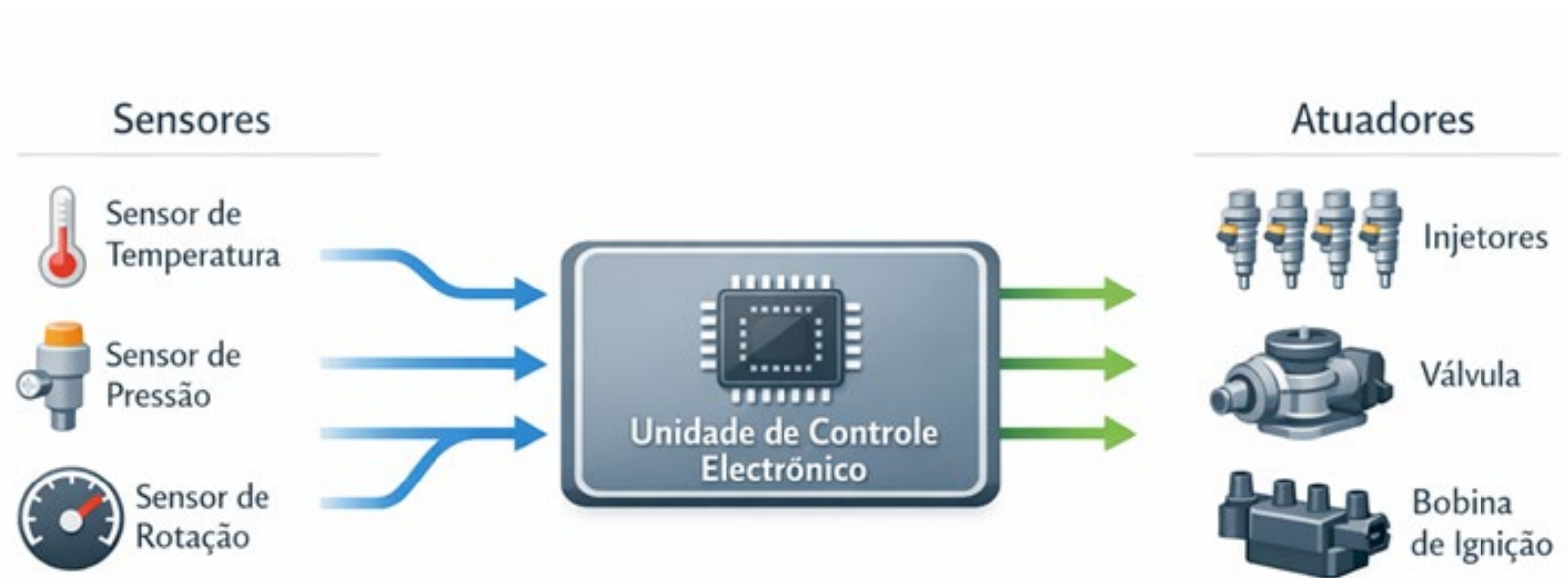
15.3.2 Unidade de Controle Electrónico

- ▶ A Unidade de Controle Electrónico (ECU) é o cérebro do sistema de gestão do motor.
- ▶ Ela recebe e interpreta os sinais dos sensores distribuídos pelo motor, determinando o momento e a quantidade de combustível a ser injectado, bem como o instante da faísca nos sistemas que incluem ignição.
- ▶ A ECU executa um programa de decisão, que analisa continuamente as condições de operação e ajusta os parâmetros conforme a intenção do condutor, buscando o melhor desempenho dentro dos limites de consumo e emissões.
- ▶ Nesta unidade, os sinais dos sensores são processados e transformados em impulsos de comando para os injectores e outros actuadores, garantindo uma resposta precisa e eficiente do sistema.

15.3.2 Unidade de Controle Eletrônico



15.3.2 Unidade de Controle Electrónico



15.3.1.1 Entradas (I)

Posição do cambota- neste caso um interruptor de Efeito Hall no distribuidor indicará a posição e a velocidade do eixo de manivela.

Termóstato - um termistor (um resistor que reduz resistência quando aquece) indica temperatura do motor. É localizado no sistema de refrigeração.

Sensor de fluxo EGR - utiliza um sensor de pressão para medir quanta pressão é aplicada à válvula de EGR.

Sensor de Oxigénio nos Gases de Escape (Sonda Lambda) - mede a quantidade de oxigénio nos gases de escape. Este sensor não opera até que o motor atinja a temperatura de funcionamento - muitos sensores mais modernos possuem um aquecedor eléctrico embutido permitindo que o sensor funcione correctamente logo que o motor seja posto em marcha.

15.3.2.1 Entradas (II)

Temperatura de ar de entrada - é um termistor localizado na entrada da admissão para medir a temperatura do ar que entra no motor.

Sensor de Pressão Absoluta Múltipla (MAPA) - mede a pressão no ducto de entrada (múltiplas entradas). Também mede a pressão externa do ar (pressão barométrica) quando a ignição é accionada antes do arranque do motor, e o regulador de pressão está totalmente aberto, quando não há nenhuma depressão no ducto de admissão.

Sensor de Posição do Regulador de Pressão (Sensor de Posição da Borboleta do Acelerador) - indica a posição da placa do regulador de pressão quando o acelerador é pressionado.

15.3.2.2 Saídas

- ▶ *Solenóide de Purga do Canister* - é usado para remover vapores do Canister.
- ▶ *Solenóide Regulador de pressão Ar Admitido no By-Pass* - que irá abrir quando o controle da corrente de ar na entrada estiver inactivo ou o motor estiver em desaceleração.
- ▶ *Injector de Combustível* - tem o comprimento do pulso variável em função da aceleração ou dependente de alguma informação - principalmente da leitura do sensor de oxigénio.
- ▶ *Solenóide EGR* - regula a depressão na válvula do sensor de fluxo EGR - que é usado para controlar as Emissões de Óxido Nitroso.
- ▶ *Módulo de ignição* - controla a corrente que flui pela bobina no enrolamento primário, alterando o fluxo de corrente (interrompe o campo magnético) e produz uma corrente de alta tensão no enrolamento secundário que gera uma centelha segundo a ordem de ignição do motor.

— Entrada
— Saída



Posição do cambota



Termostato



Sensor de fluxo EGR



Posição da borboleta



Sensor de Pressão Absoluta



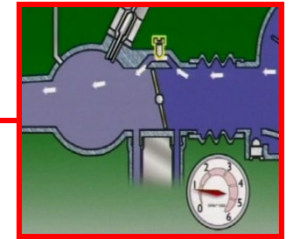
Sonda lambda



Sensor da temperatura do ar



Solenóide Regulador de pressão Ar



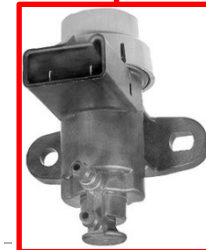
Injector de Combustível



Módulo de ignição



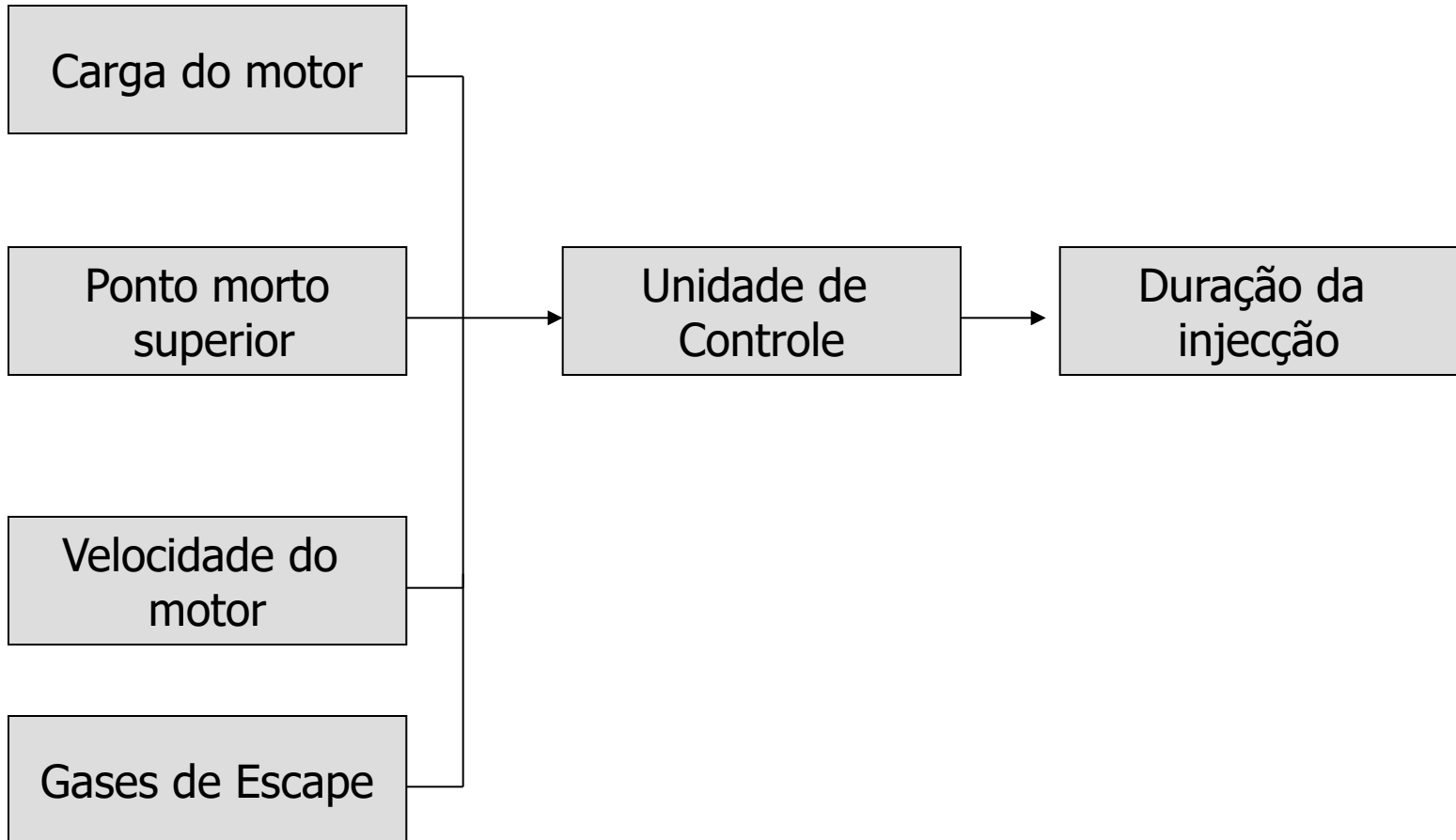
Solenóide EGR



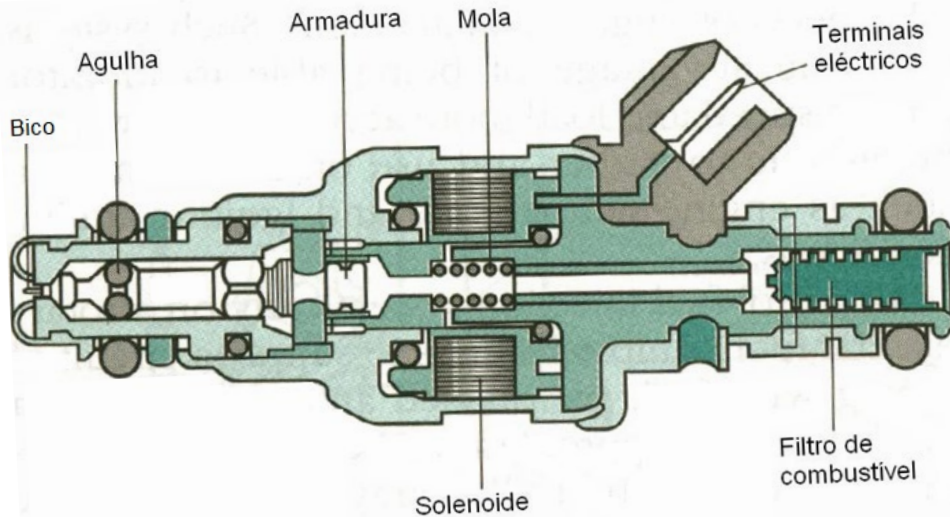
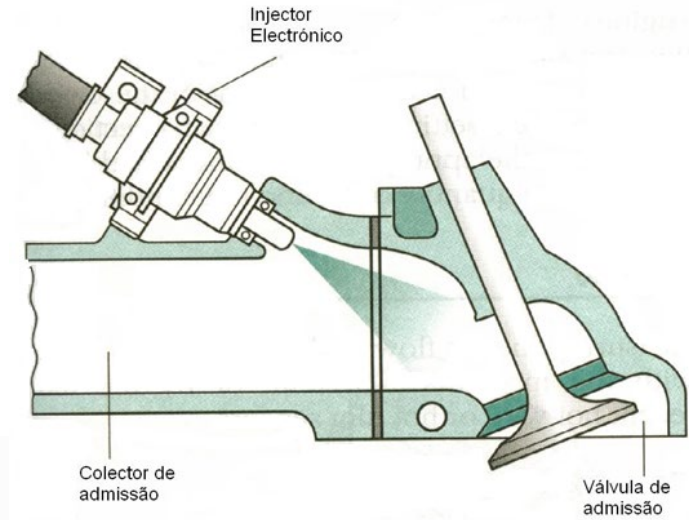
15.3.3 Injector Electrónico

- ▶ Os injectores injectam o combustível nos diferentes tubos de admissão do cilindro durante a abertura das válvulas de admissão do motor. A cada cilindro do motor corresponde uma válvula injectora (injector). Eles são accionados electromagneticamente abrindo-se e fechando-se em resposta aos sinais eléctricos da unidade de controle (ECU).

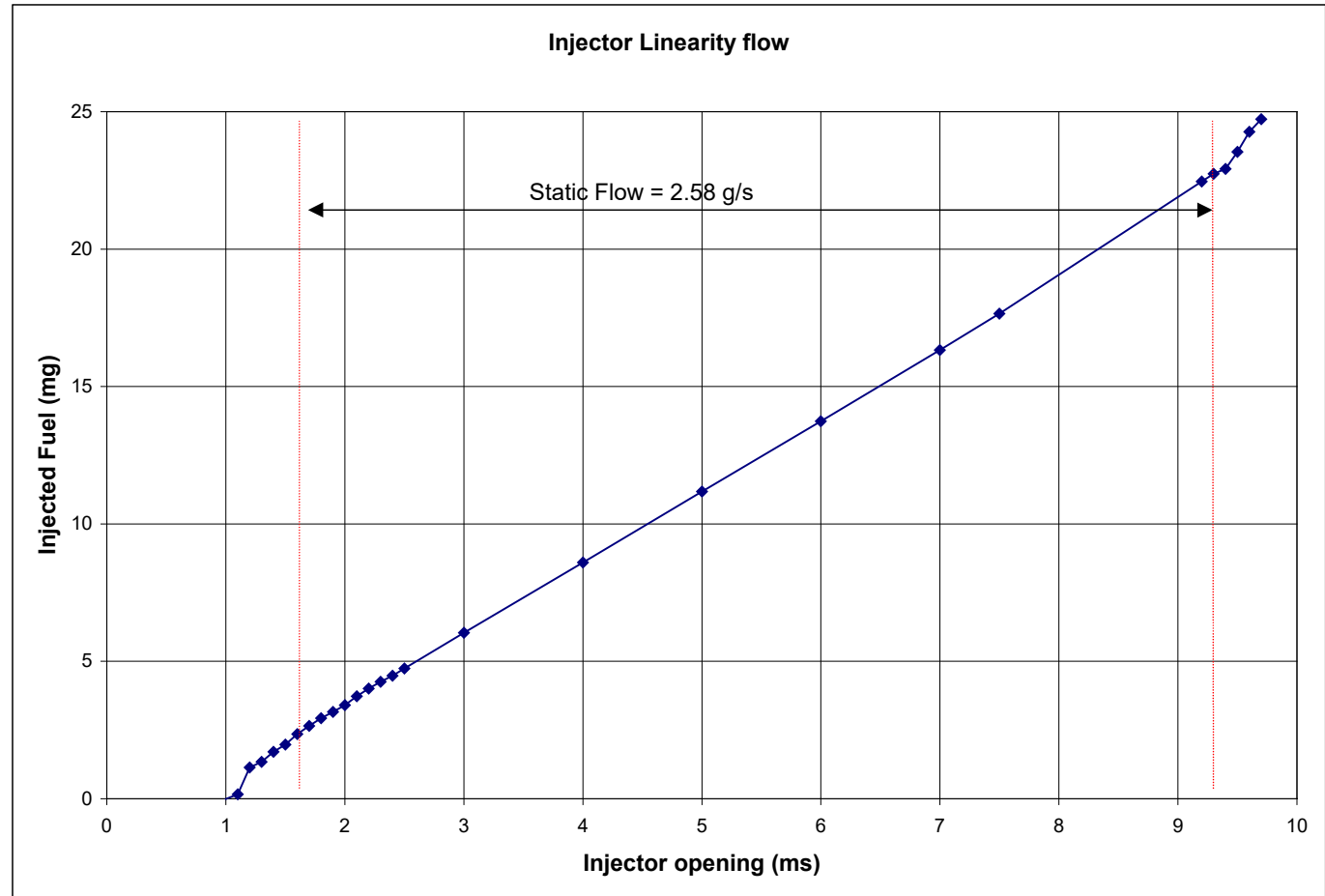
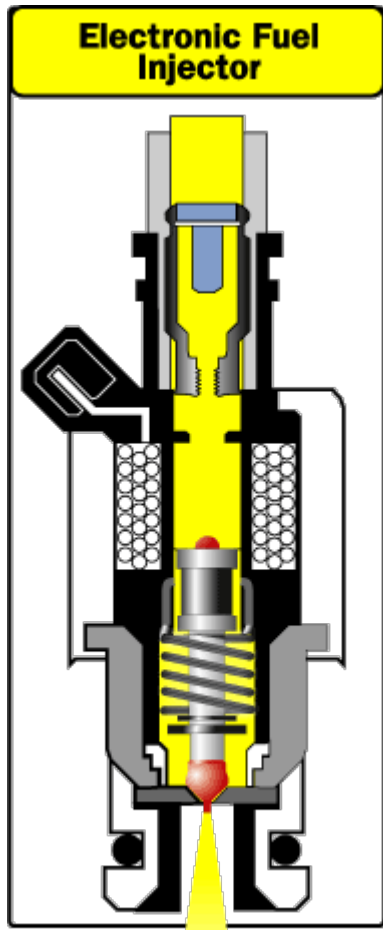
15.3.3 Injector Electrónico



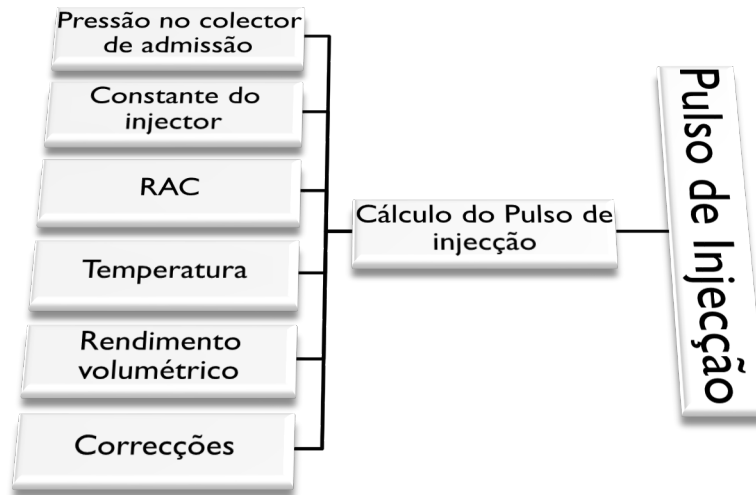
15.3.3 Injetor Electrónico



15.3.3 Injector Electrónico (Curva característica)



15.3.3 Injetor Electrónico



$$m_{comb} = \frac{m_{AR}}{(RAC)} = P_{inj} \cdot K_{inj} \quad (15.1)$$

15.3.3 Injector Electrónico

$$P_{inj} = \frac{P_{adm} \cdot V_{cil} \cdot N}{(RAC) \cdot K_{inj} \cdot R \cdot T_{adm} \cdot 2} \cdot \eta_{vol} + \text{correccões...} \quad (15.2)$$

Onde:

P_{inj} – é o pulso de injeção em **segundos**

V_{cil} – é o volume de um cilindro em **m³**

N – é o número de rotações da cambota em **rotações por segundo**

RAC – é a relação Ar/Combustível

K_{inj} – é a constante do injector em **kg/s²**

R – é a constante universal do gases **287,1 J/kg·K**

T_{adm} – é a temperatura do ar admitido em **K**

P_{adm} – é a pressão do ar admitido em **Pa**

η_{vol} - é o rendimento volumétrico do motor

15.3.4 Sonda Lambda

Função:

- ▶ A sonda lambda actua como um “nariz eletrónico” que mede o teor de oxigénio nos gases de escape.

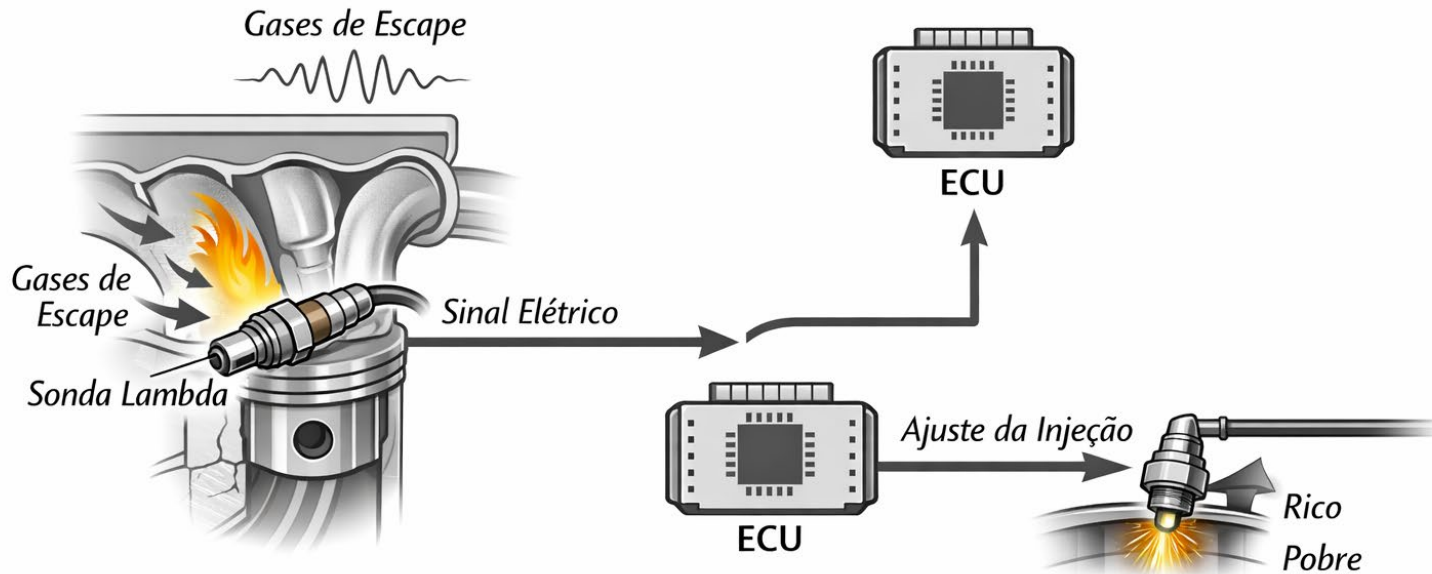
Princípio de funcionamento:

- ▶ • Instalada no colector de escape, onde atinge temperatura ideal.
- ▶ • Compara o oxigénio dos gases com o do ar ambiente.
- ▶ • Gera uma tensão eléctrica proporcional à mistura ar–combustível.
- ▶ • A ECU usa esse sinal para ajustar a quantidade de combustível injectado, mantendo a mistura próxima de $\lambda = 1$ (estequiométrica).

Importância:

- ▶ • Reduz emissões e consumo.
- ▶ • Garante funcionamento eficiente do catalisador.
- ▶ • Mantém o motor dentro dos limites ambientais

15.3.4 Sonda Lambda



A sonda lambda mede o oxigénio nos gases e envia sinal à ECU para corrigir a mistura.

15.3.5 Sensor de Temperatura do Ar

Função:

O sensor mede a temperatura do ar admitido e envia sinal eléctrico à ECU.

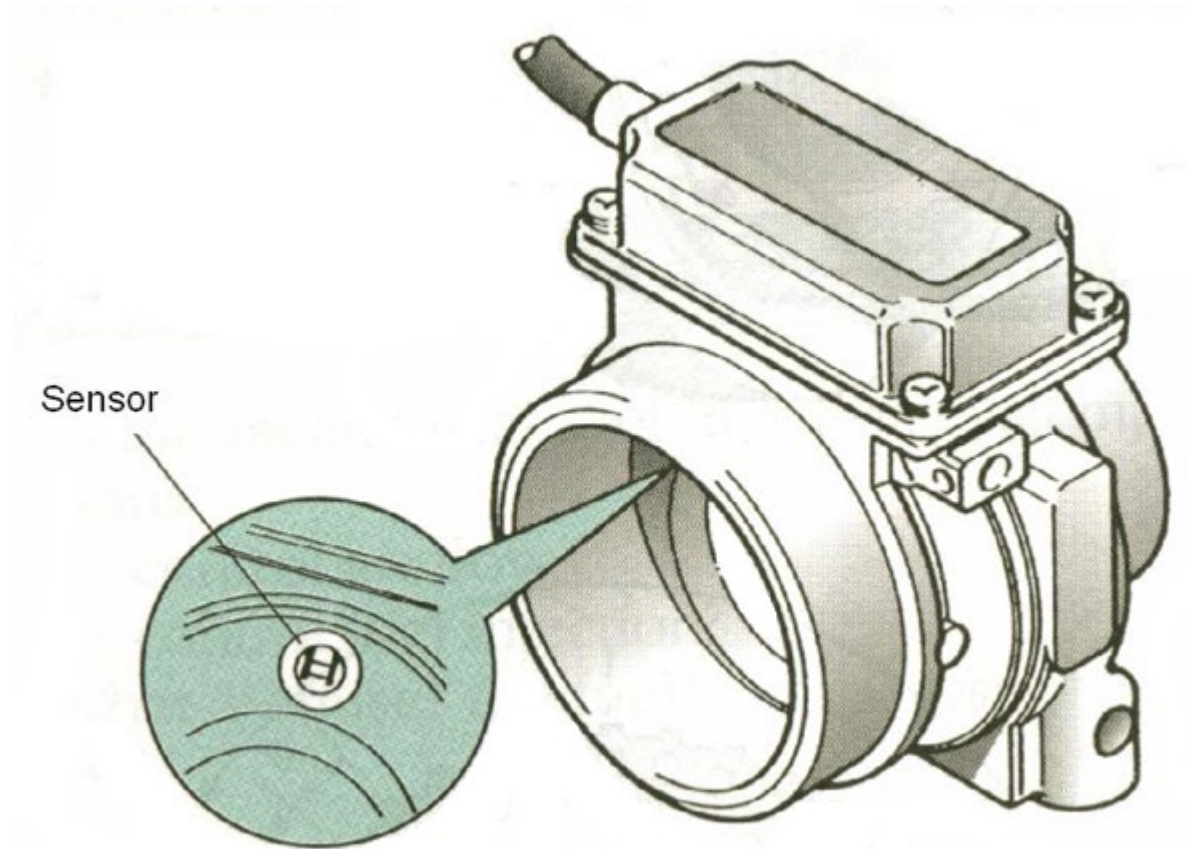
Princípio de funcionamento:

- Baseado num termistor NTC (resistência diminui com aumento da temperatura).
- Instalado no medidor de fluxo de ar ou no colector de admissão.
- A ECU usa o sinal para corrigir a quantidade de combustível injectado, garantindo mistura ideal em diferentes condições de temperatura.

Importância:

- Ajuste preciso da mistura ar–combustível.
- Melhor partida a frio e resposta do motor.
- Redução de consumo e emissões.

15.3.5 Sensor de Temperatura do Ar



15.3.6 A Válvula De Arranque A Frio

- ▶ A válvula de arranque a frio é accionada electromagneticamente. Na válvula encontra-se alojado um solenóide. Na posição de repouso a armadura móvel do electroíman é pressionada por uma mola helicoidal contra a sua base, o que produz o fecho da válvula.

15.3.7 Actuador Da Marcha Lenta

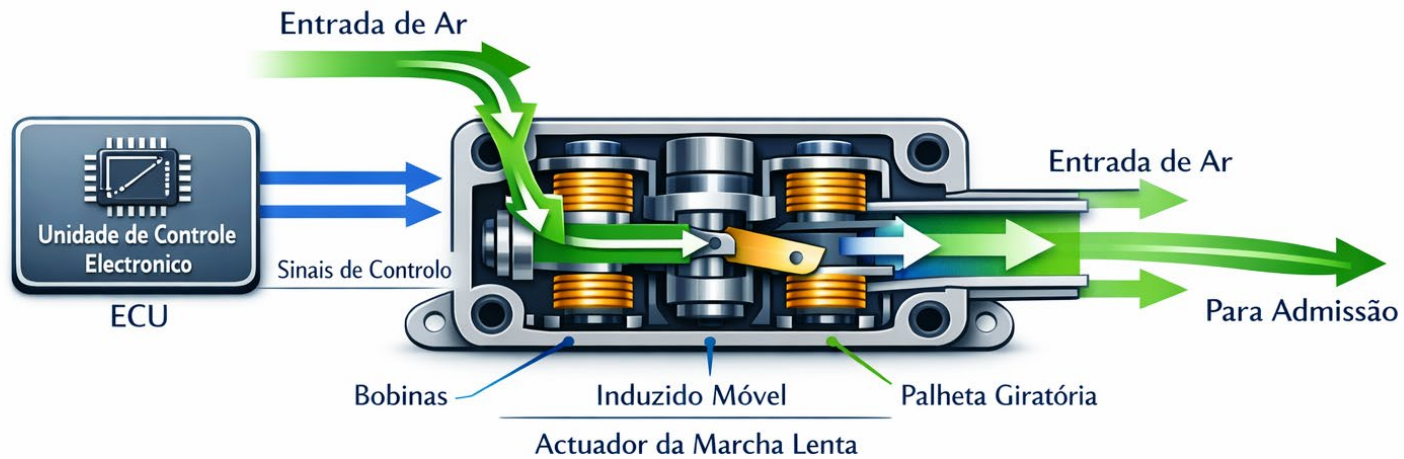
O actuador da marcha lenta tem a função de garantir uma rotação estável do motor durante o regime de marcha lenta, tanto na fase de aquecimento como em todas as condições de funcionamento do veículo.

Internamente, o actuador contém duas bobinas electromagnéticas e um induzido móvel, ao qual está fixada uma palheta giratória que regula o bypass de ar.

A unidade de comando electrónicas (ECU) controla as posições do induzido e da palheta, ajustando a quantidade de ar admitida conforme as condições momentâneas do motor.

Dessa forma, o sistema mantém a marcha lenta estável, compensando variações de temperatura, carga eléctrica ou accionamento de acessórios, com base nas informações dos sensores e nos sinais de controlo enviados pela ECU.

15.3.7 Actuador Da Marcha Lenta



15.3.8 Régua de Distribuição de Combustível

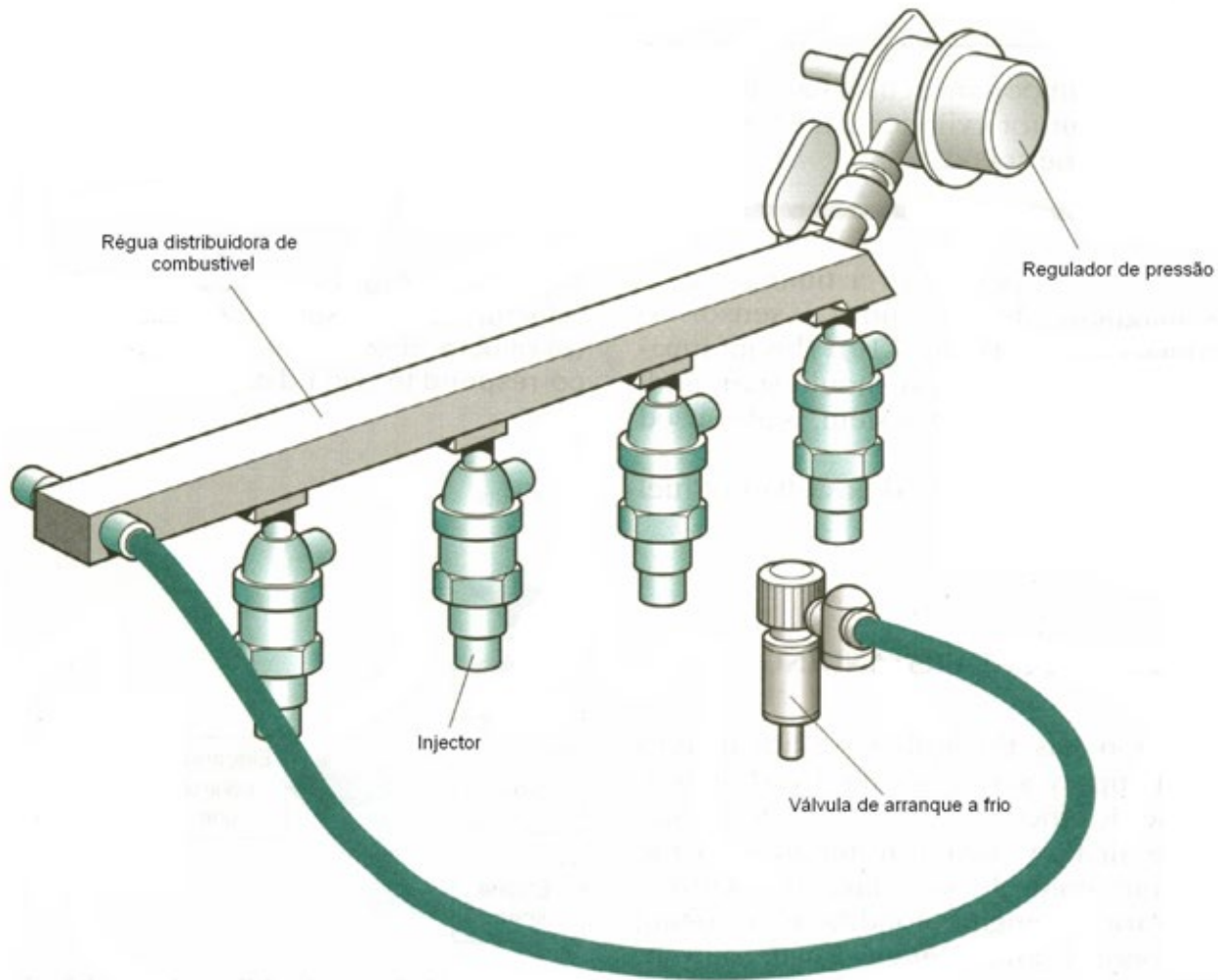
A régua de distribuição de combustível tem a função de alimentar os injectores com combustível sob pressão constante, garantindo uma pulverização uniforme e eficiente em todos os cilindros.

O sistema é composto por:

- ▶ • Régua distribuidora — tubo metálico que recebe combustível da bomba e o distribui aos injectores.
- ▶ • Injectores — responsáveis por introduzir o combustível na câmara de combustão em quantidade precisa.
- ▶ • Regulador de pressão — mantém a pressão constante na régua, devolvendo o excesso de combustível ao depósito.
- ▶ • Válvula de arranque a frio — fornece combustível adicional durante o arranque do motor em baixas temperaturas.

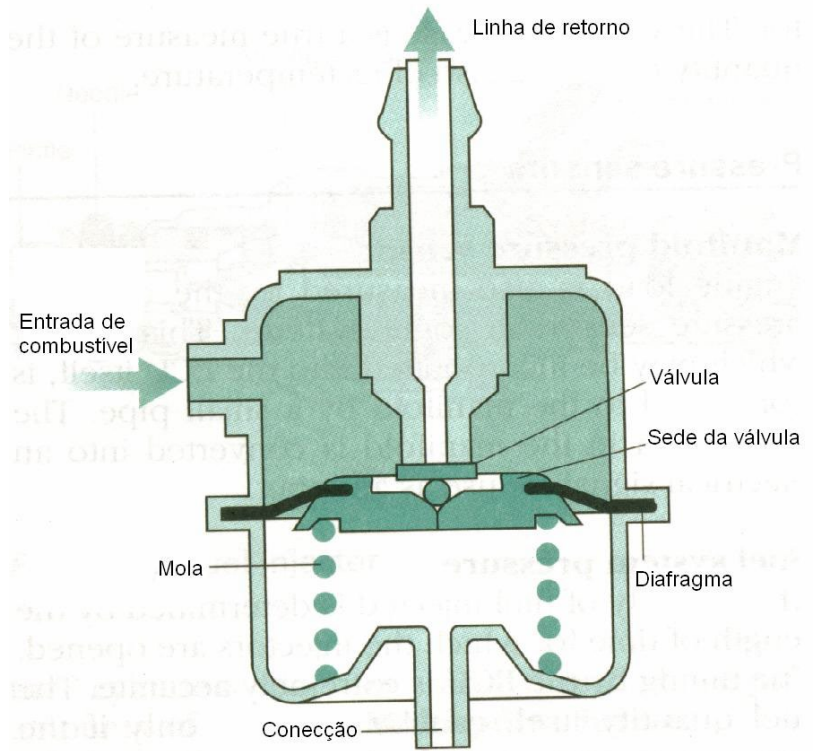
O fluxo de combustível percorre a régua, passa pelos injectores e é controlado pela ECU, que ajusta o tempo e a quantidade de injeção conforme as condições de funcionamento do motor.

15.3.8 Régua de Distribuição de Combustível



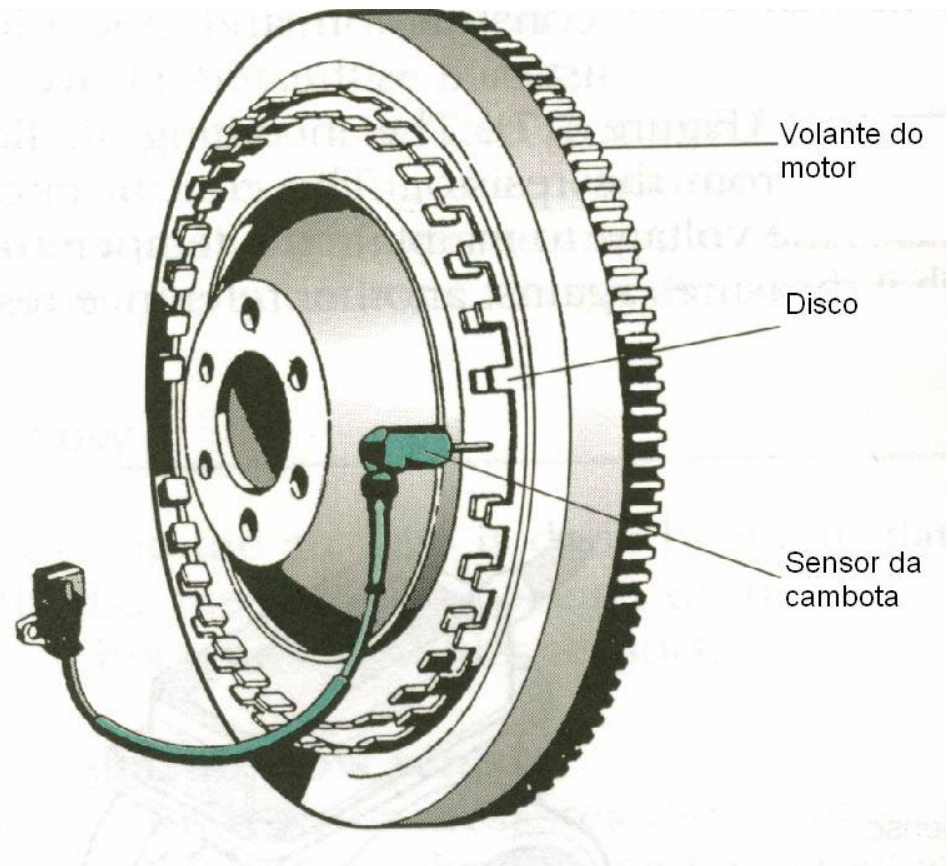
15.3.9 Regulador de Pressão

Regulador de Pressão. Tem por missão regular a pressão no sistema de alimentação do combustível. No final do tubo distribuidor é posto o regulador de pressão. Trata-se de um regulador controlado por membrana que dependendo das características de instalação regula a pressão de combustível de 2-3 bar.

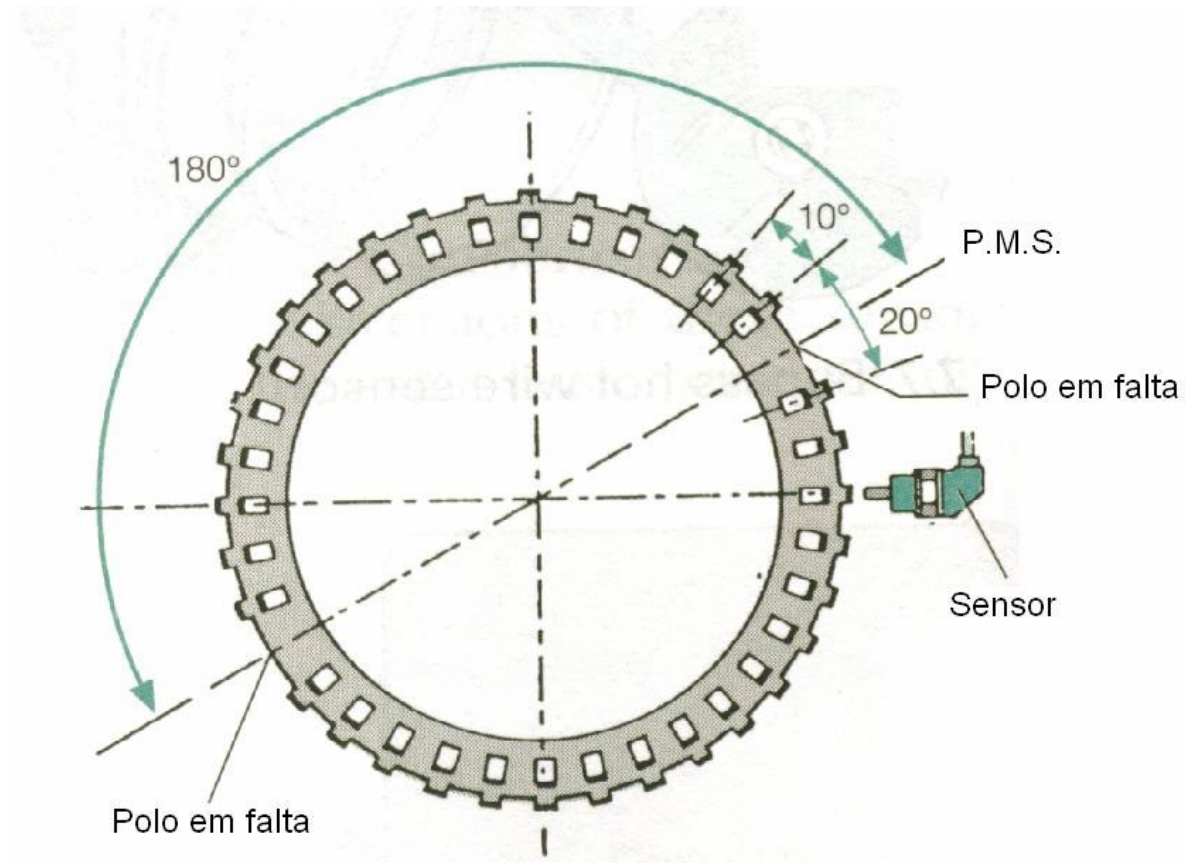


15.3.10 Sensor De Rotação

Na polia da cambota do motor é montada uma roda dentada magnética com marca de referência. A unidade de comando calcula a posição da cambota e o número de rotações do motor, originando o momento correcto da faísca e da injeção de combustível.



15.3.10 Sensor De Rotação



15.3.11 Sensor De Detonação

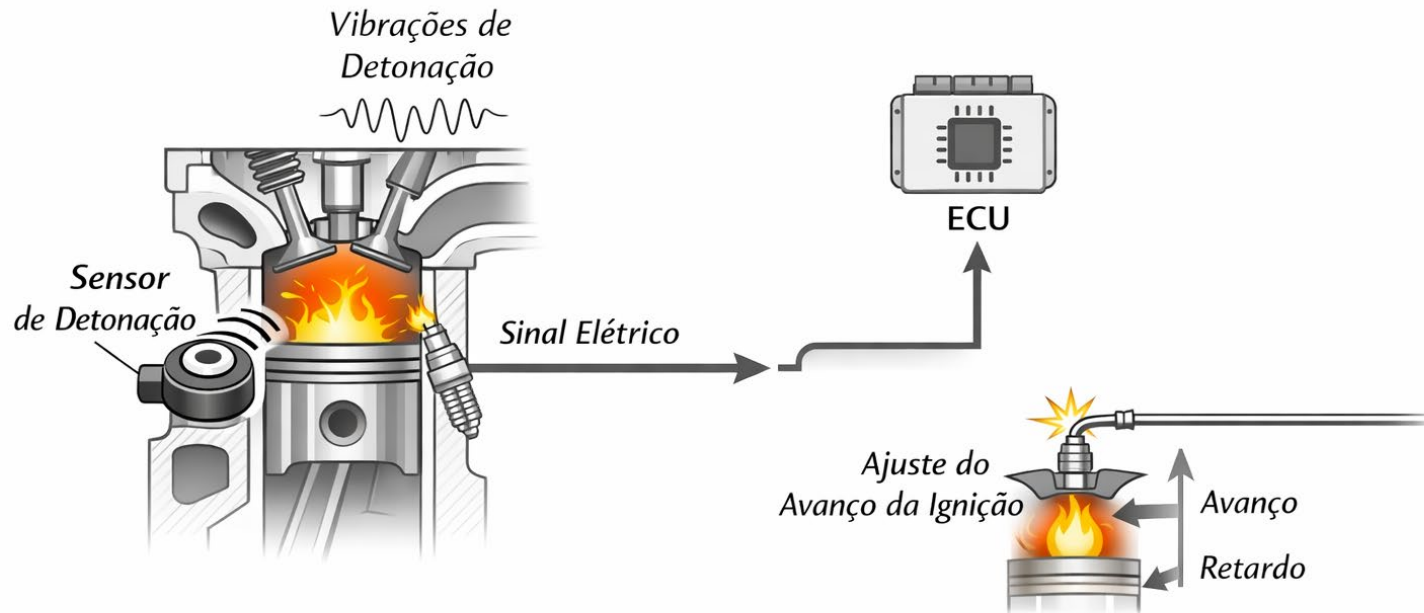
Função:

- ▶ O sensor de detonação (knock sensor) detecta vibrações anormais causadas pela detonação — combustão espontânea antes do ponto ideal de ignição.
- ▶ Ele converte essas vibrações em sinais eléctricos enviados à ECU, que ajusta o avanço da ignição para evitar danos e manter o motor no ponto de máxima eficiência.

Importância:

- ▶ • Permite operar com ignição avançada segura, aumentando potência e eficiência.
- ▶ • Protege o motor contra batidas de pino e sobreaquecimento.
- ▶ • Garante combustão controlada mesmo com variações de combustível ou temperatura.

15.3.11 Sensor De Detonação



Sensor de detonação converte vibrações em sinais elétricos. A ECU ajusta o ponto de ignição para evitar danos e otimizar o desempenho.

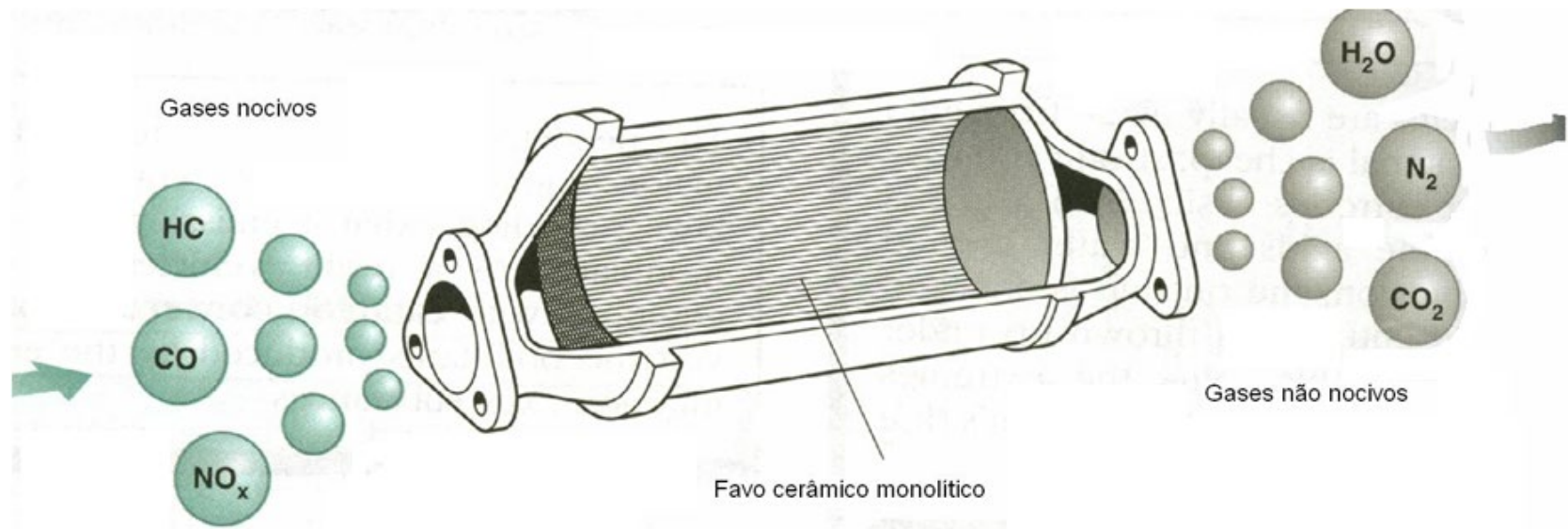
15.4 Tratamento Catalítico Posterior

- ▶ A emissão de substâncias nocivas por parte do motor a gasolina pode reduzir-se eficazmente, mediante um tratamento catalítico posterior. O comportamento dos gases de escape do motor pode ser influenciado a partir de 3 pontos:
 - ▶ 1. Na formação da mistura antes do motor;
 - ▶ 2. Adoptando medidas no próprio motor, mediante a optimização da câmara de combustão;
 - ▶ 3. Fazendo o tratamento posterior dos gases do motor, no próprio escape. No que respeita a esta última possibilidade trata-se essencialmente de acabar de queimar o combustível não consumido o que se realiza mediante um catalisador.

15.4 Tratamento Catalítico Posterior

A maioria dos motores modernos é equipada com catalisadores de três vias. A expressão “três vias” refere-se às três substâncias que eles ajudam a reduzir - monóxido de carbono, VOCs e moléculas de NOx. O dispositivo catalisador na verdade usa dois diferentes tipos de catalisadores: um de redução e outro de oxidação. Ambos consistem numa estrutura cerâmica coberta por um catalisador de metal, geralmente **platina, ródio e/ou paládio**. A ideia é criar uma estrutura que exponha o máximo da área da superfície catalisadora ao fluxo de escape ao mesmo tempo que se procura minimizar o trabalho dos catalisadores, pois são muito caros.

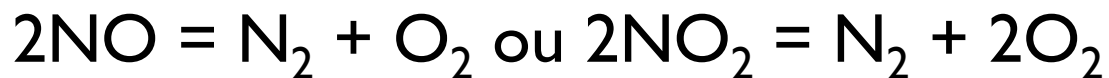
15.4 Tratamento Catalítico Posterior



15.4.1 O Catalisador De Redução

O Catalisador De Redução é a primeira parte do catalisador. Usa platina e ródio para ajudar a reduzir a saída de NO_x . Quando as moléculas NO ou NO_2 entram em contacto com o catalisador, ele "expulsa" o átomo de nitrogénio para fora da molécula e com isso, o átomo fica retido e o catalisador liberta o oxigénio na forma de O_2 . Os átomos de nitrogénio unem-se aos outros átomos de nitrogénio e todos são retidos pelo equipamento, formando N_2 .

Por exemplo:



15.4.1 O Catalisador De Redução



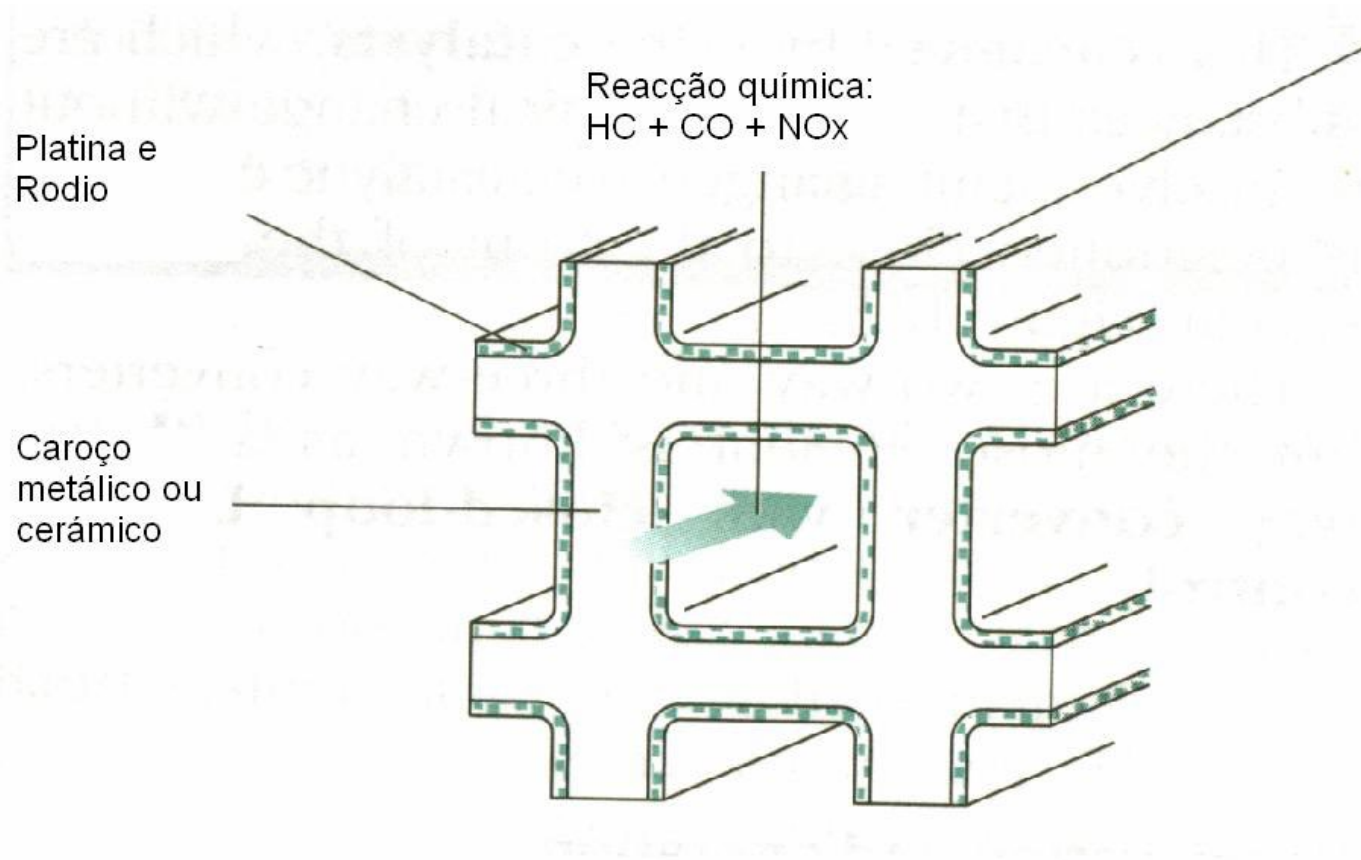
15.4.2 O Catalisador De Oxidação

O Catalisador De Oxidação é a segunda parte do catalisador. Reduz os hidrocarbonetos não queimados e o monóxido de carbono, queimando-os (oxidando-os) sobre o catalisador de platina e paládio. Isso ajuda na reacção do CO e dos hidrocarbonetos com o restante do oxigénio nos gases de escape.

Por exemplo:



15.4.3 Tratamento Catalítico Posterior



15.4.4 O Sistema De Controle

O Sistema De Controle é a terceira parte e é um sistema que monitora o fluxo de descarga e usa essa informação para controlar o sistema de injeção de combustível. Há um sensor de oxigênio colocado antes do catalisador, portanto mais próximo do motor que o catalisador. Este sensor “diz” ao computador do motor quanto oxigênio há nos gases de escape. Sendo assim, o computador pode aumentar ou diminuir a quantidade de oxigênio através de um ajuste na mistura ar-combustível. Este esquema de controle permite que o computador tenha certeza de que o motor está a funcionar bem perto do ponto estequiométrico e também ajuda a certificar que há oxigênio suficiente para permitir que o catalisador de oxidação queime o restante dos hidrocarbonetos e CO.

15.4.5 Filtro de Partículas Diesel (Diesel Particulate Filter) DPF

- ▶ As alterações climáticas geradas pelo efeito estufa são um dos principais problemas ambientais que o planeta enfrenta na actualidade. Boa parte deste ocorrido, deve-se à incidência da queima de combustíveis fósseis, aumentando os níveis de poluentes na atmosfera.
- ▶ A fim de reverter os danos ambientais causados pela queima dos fósseis, há leis e programas para controle e regulamentação de poluentes na atmosfera. Seguindo as medidas, que tem como objectivo controlar a poluição veicular por meio de métricas e limites impostas para cada tipo de veículo, uma das maneiras de controlar a poluição é através do filtro DPF ou filtro de partículas diesel.

15.4.5 Filtro de Partículas Diesel (Diesel Particulate Filter) DPF



15.4.5 Filtro de Partículas Diesel (Diesel Particulate Filter) DPF

- ▶ O filtro de partículas diesel é responsável por conter as partículas de fuligem geradas pelo motor a combustão. Ao invés de serem depositadas na atmosfera, aumentando o nível de poluição, elas ficam armazenadas no interior do filtro DPF.
- ▶ O filtro DPF actua como purificador no escape do veículo. A fuligem passa pelas aberturas do filtro, onde fica armazenada. Estando presa dentro do filtro de partículas diesel, a “sujidade” será regenerada. O processo de regeneração pode acontecer de três modos:

15.4.5 Filtro de Partículas Diesel (Diesel Particulate Filter) DPF

- ▶ Passivo: ocorre quando os gases de escape atingem uma alta temperatura. A queima passiva das partículas acontece quando o veículo percorre longos trajetos em velocidade contínua, ou seja, nas estradas ou rodovias.
- ▶ Activo: ocorre quando o filtro DPF atinge o seu limite. O veículo precisa de uma segunda injeção de combustível para forçar os gases de escape a atingirem altas temperaturas. Assim eles poderão ser purificados e expelidos pelo sistema de escapamento. A regeneração activa é capaz de eliminar até 85% da “sujidade” do filtro DPF pelo escape.

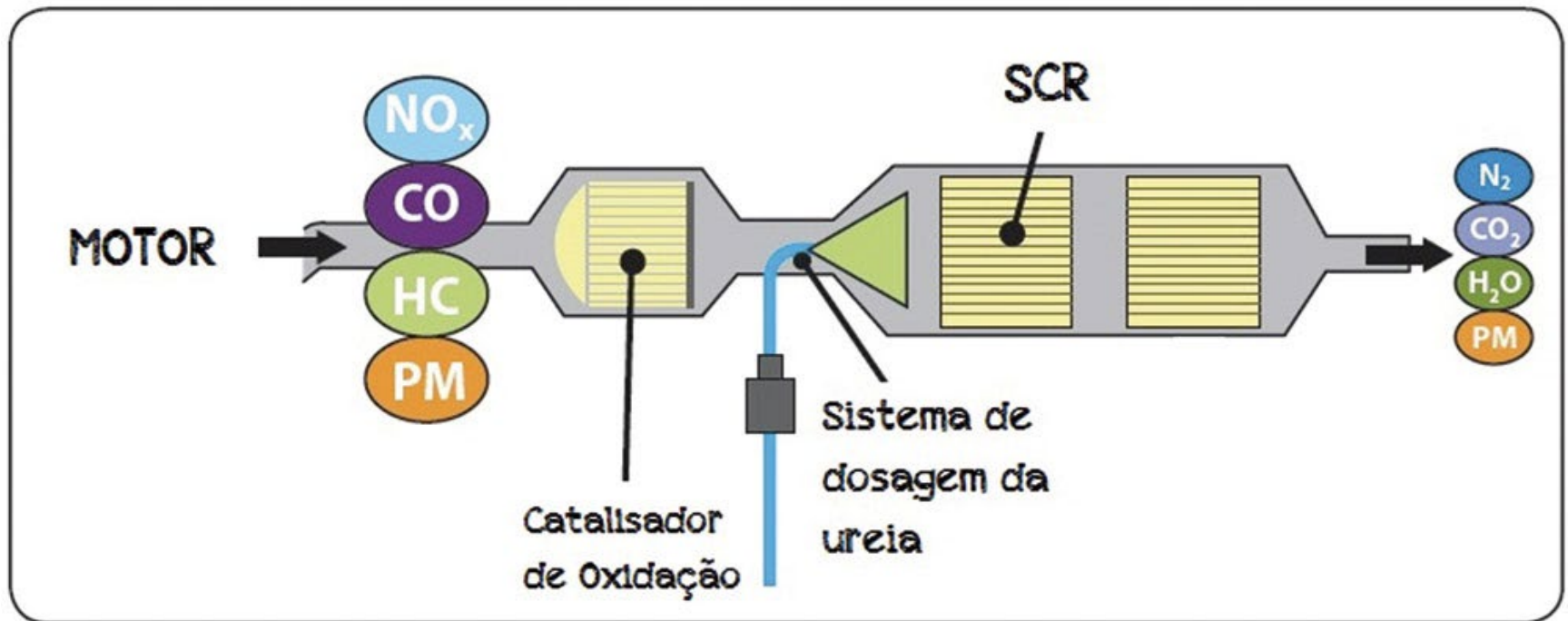
15.4.5 Filtro de Partículas Diesel (Diesel Particulate Filter) DPF

- ▶ Forçado: depende de scanners e um diagnóstico mais complexo do veículo. O filtro de partículas diesel é avaliado por mecânicos devido ao alto grau de entupimento da peça.
- ▶ O período de regeneração do filtro DPF gira em torno de 10-30 minutos, podendo variar com o clima frio. Também é normal notar um consumo maior de combustível durante o processo de regeneração.
- ▶ Portanto, esta peça exige uma atenção especial.

15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

- ▶ O catalisador SCR é um componente do sistema de controle de emissões de veículos a gásóleo que é utilizado para reduzir os óxidos de nitrogénio (NOx) nos gases de escape da seguinte forma:
- ▶ I. injeção do Agente Redutor: Antes de chegar ao catalisador SCR, um agente redutor líquido é injectado no sistema de escape do veículo. Esse agente redutor é geralmente uma solução aquosa de ureia conhecida como ARLA 32 (Agente Redutor Líquido Automotivo de Qualidade 32).

15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)



15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

- ▶ O sistema é composto basicamente por 6 componentes, sendo eles:
 - ▶ • Dois sensores de temperatura localizados um antes e outro depois do catalisador SCR;
 - ▶ • Um sensor de NOx semelhante a sonda lambda tipo banda larga composta em veículos com injeção directa;
 - ▶ • ECU fazendo o papel de cérebro, analisando as informações dos sensores e comandando os actuadores. Pode estar localizada junto ou separada o modulo do motor, dependendo do sistema;
 - ▶ • Unidade de bombeamento do Arla 32 do tanque;
 - ▶ • Injector do Arla 32.

15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

- ▶ 2. Reacção Química: Quando os gases de escape, contendo óxidos de nitrogénio (NO_x), passam através do catalisador SCR, ocorre uma reacção química entre os óxidos de nitrogénio e o agente redutor. A ureia na solução quando aquecida é decomposta em amónia (NH_3) e dióxido de carbono (CO_2).
- ▶ 3. Redução de NO_x : A amónia gerada reage com os óxidos de nitrogénio (NO_x) nos gases de escape na presença do catalisador SCR. Essa reacção converte os óxidos de nitrogénio em nitrogénio (N_2) e água (H_2O), que são produtos inofensivos e inertes.

15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

- ▶ 4. Monitoramento e Controlo: O sistema SCR é controlado por um sistema electrónico que monitora continuamente a quantidade de NO_x nos gases de escape e ajusta a dosagem de ureia para garantir uma conversão eficaz dos óxidos de nitrogénio. Isso assegura que o sistema funcione de forma optimizada em diferentes condições de operação do veículo.
- ▶ Em resumo, o catalisador SCR facilita uma reacção química que converte os óxidos de nitrogénio nocivos nos gases de escape em substâncias inofensivas, ajudando a reduzir as emissões poluentes dos veículos a diesel e a cumprir as regulamentações de controlo de emissões.