

# 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 injecção. Nos últimos anos, aumentou a tendência para se preparar a mistura através da injecção de combustível no colector de admissão. Esta tendência é explicada pelas vantagens da injecção 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 injecção 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 Injecção

---

- ▶ 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.

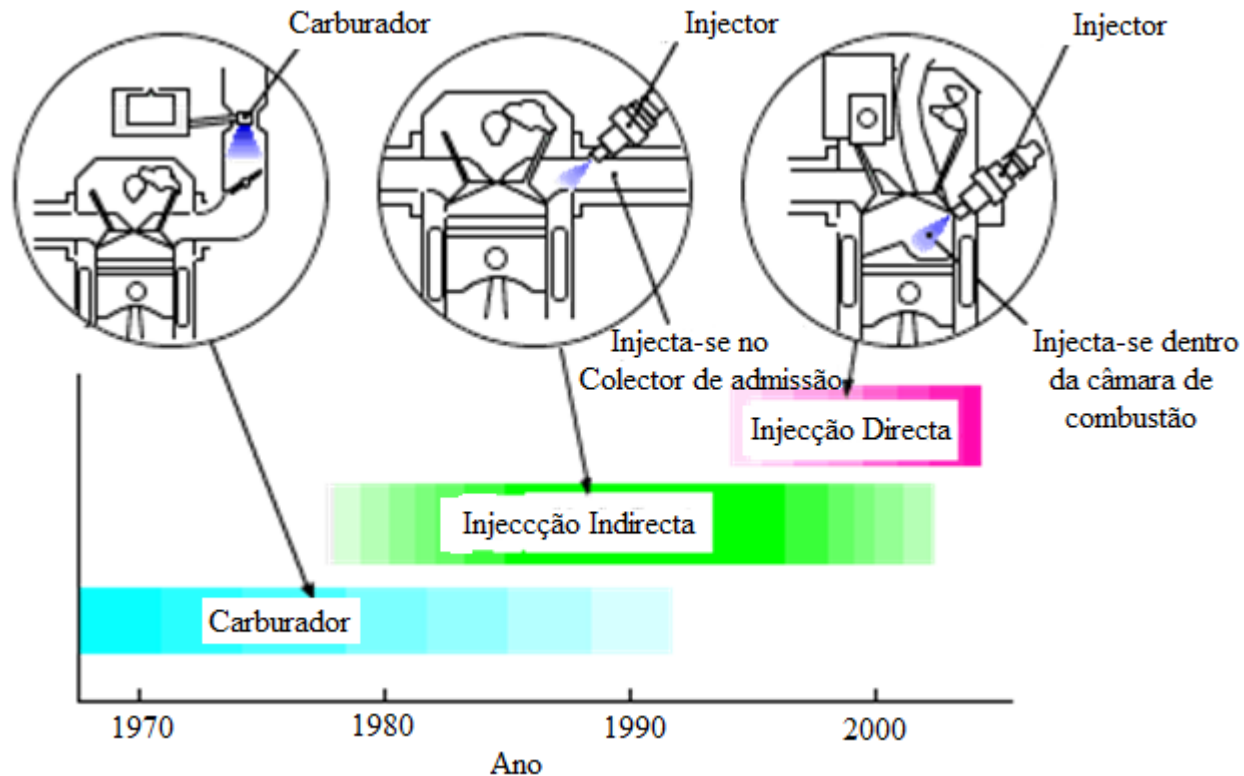
## 15.1.1 Segundo o Lugar onde Injectam

---

- ▶ **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.
- ▶ **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

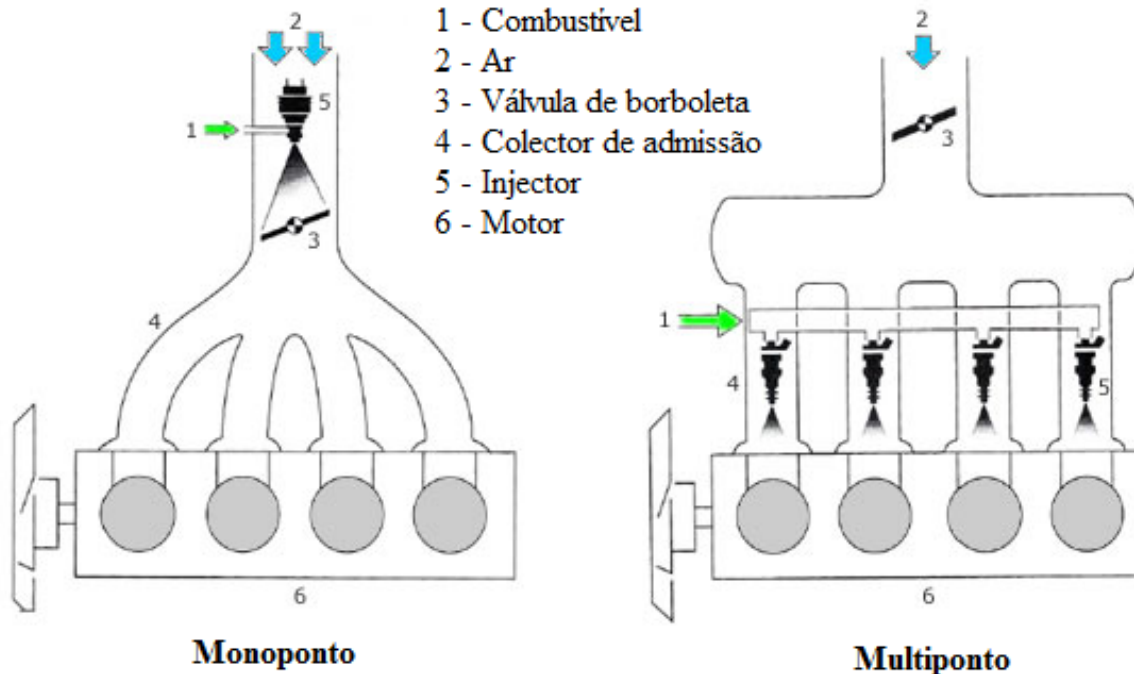


## 15.1.2 Segundo O Número De Injectores

---

- ▶ **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.)

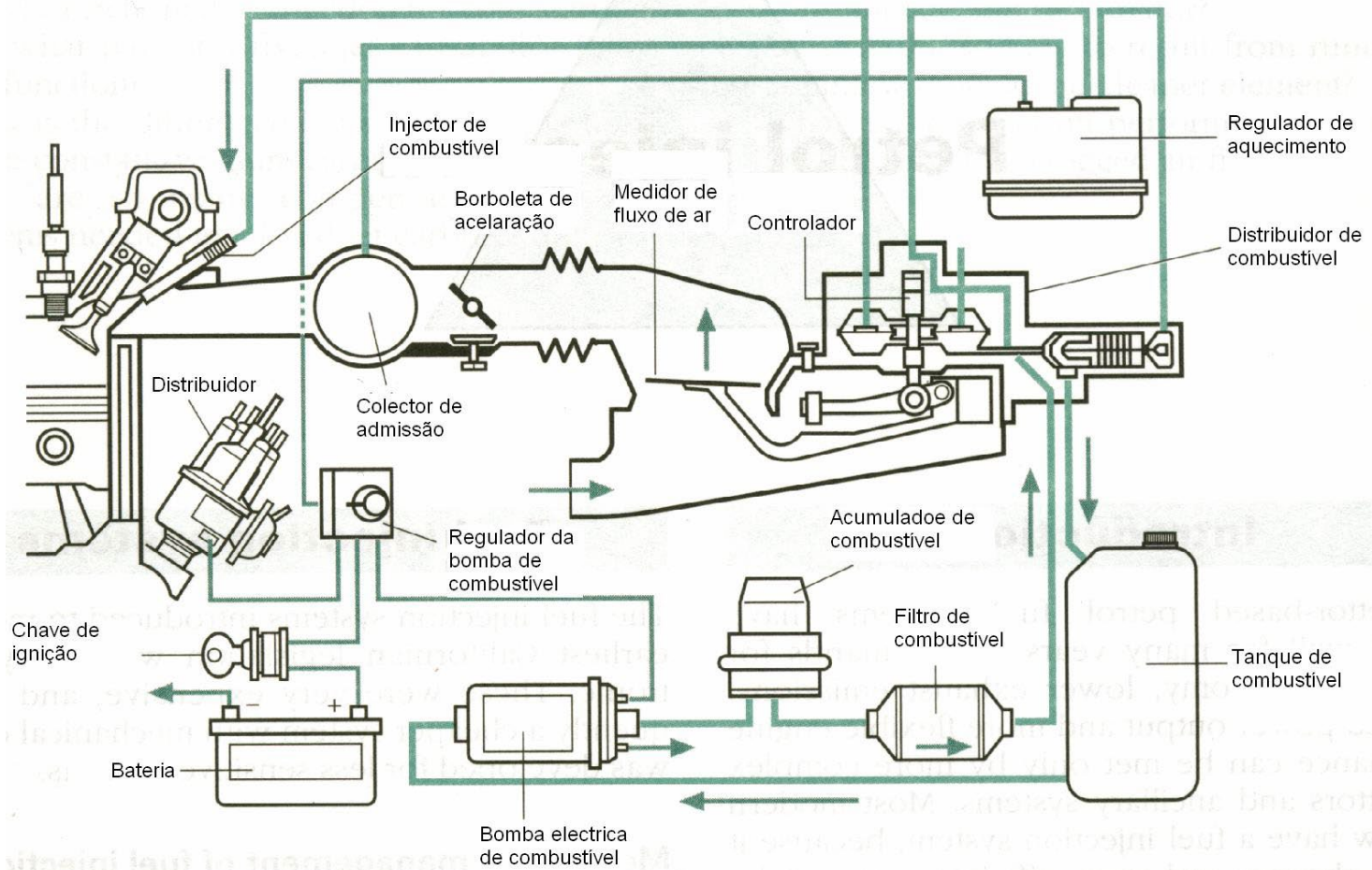
## 15.2 Injecção Mecânica

---

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.

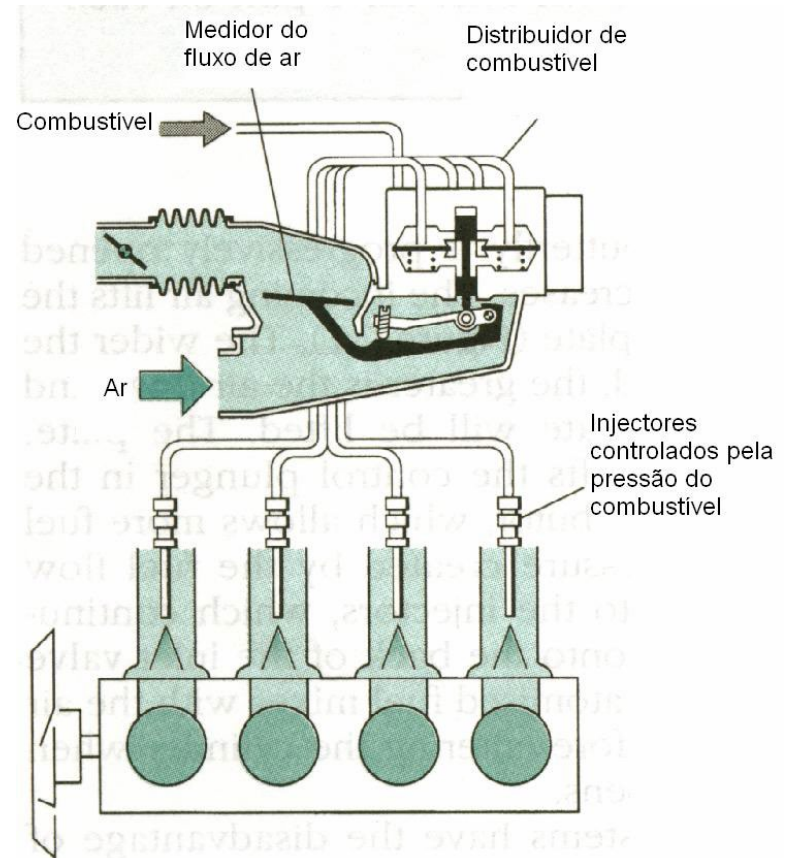
# 15.2 Injecção Mecânica



# 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.

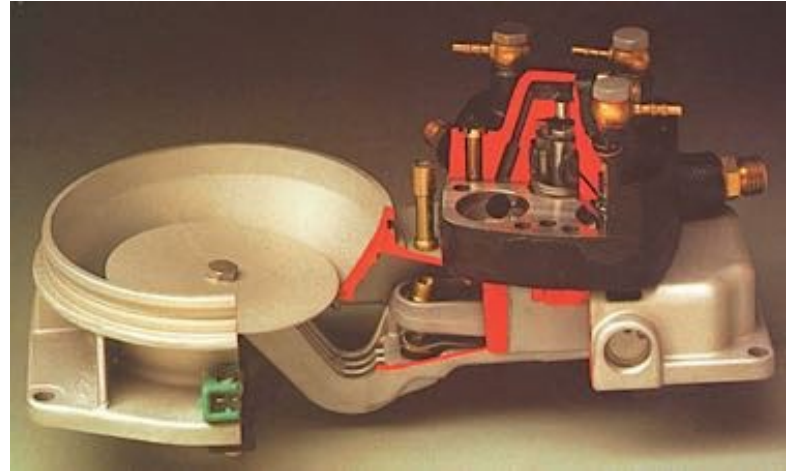
O medidor do caudal de ar situado diante da borboleta do sistema de admissão mede o caudal do ar.





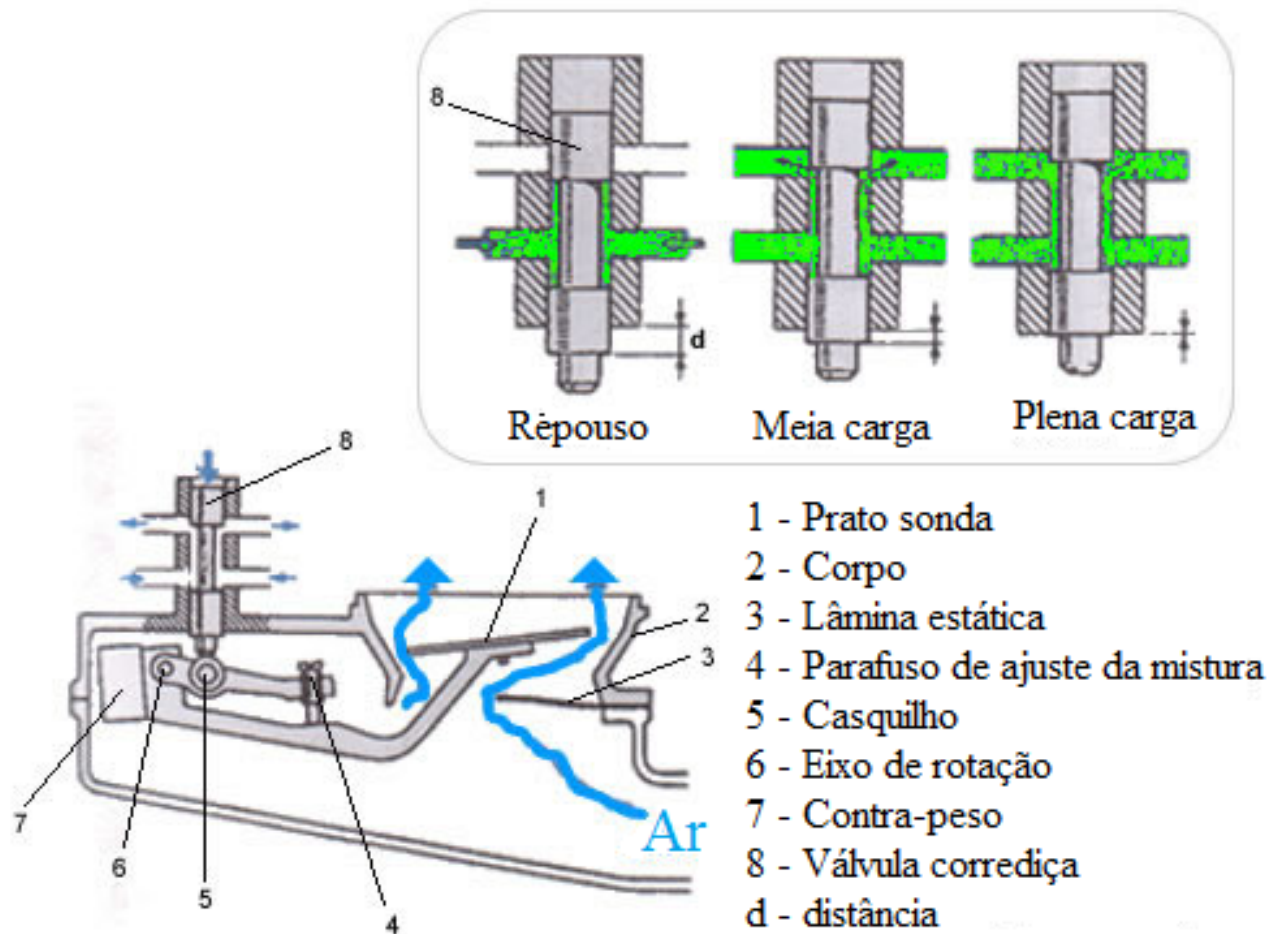
## 15.2.1 Regulador de Mistura

---



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.

# 15.2.1 Regulador de Mistura



## 15.2.1 Regulador de Mistura

---

O dosificador-distribuidor de combustível dosifica a quantidade necessária de combustível e a distribui aos injectores.

A quantidade de combustível varia em função da posição do prato sonda do medidor do caudal de ar e por tanto em função do ar aspirado pelo motor. Um jogo de alavancas traduz a posição do prato sonda na posição correspondente da válvula corredeira. A posição desta válvula na câmara determina a quantidade de combustível a injectar.

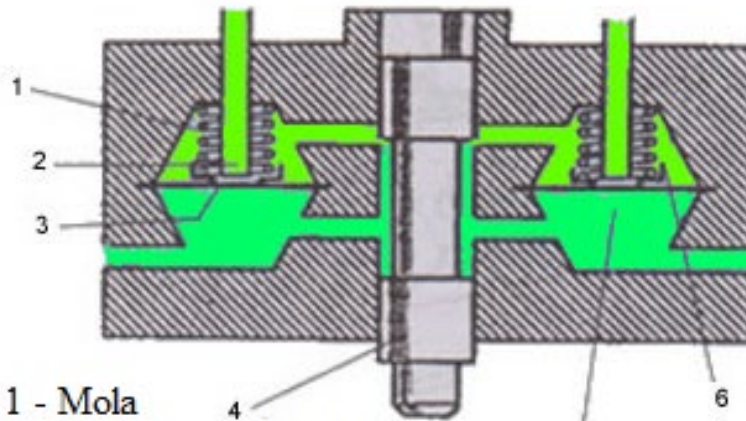
## 15.2.1 Regulador de Mistura

---

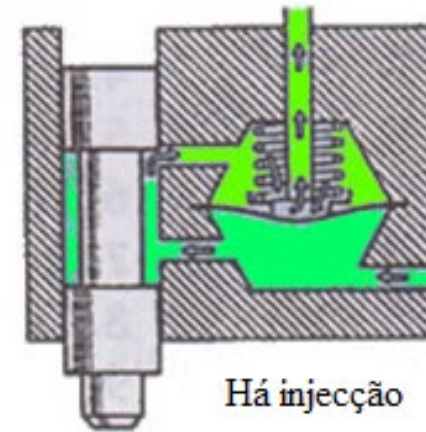
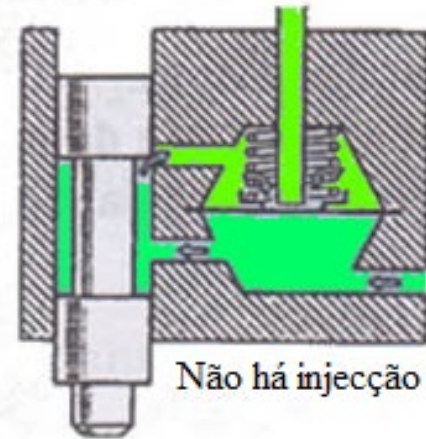
As válvulas de pressão diferencial, do dosificador-distribuidor de combustível, garantem a manutenção de uma queda de pressão constante entre os lados de entrada e saída de combustível. Isso significa que qualquer variação da pressão na linha de combustível ou qualquer diferença de pressão entre a abertura dos bicos injectores não afecta o controle do fluxo de combustível.

# 15.2.1 Regulador de Mistura

Funcionamento da válvula de pressão diferencial



- 1 - Mola
- 2 - Tubo para os injectores
- 3 - Membrana
- 4 - Válvula corredeira
- 5 - Câmara inferior
- 6 - Câmara superior



## 15.2.2 Injectores Mecânicos

---

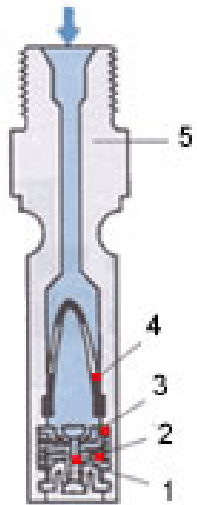
O combustível dispensado pelo dosificador-distribuidor, é enviado para os injectores e este é injectado na entrada das várias condutas até as válvulas de admissão dos cilindros do motor. Os bicos são isoladas do calor gerado pelo motor, evitando a formação de pequenas bolhas de vapor nos tubos de injeção depois de se desligar o motor. A válvula (1) responde mesmo a pequenas quantidades, o que garante uma pulverização adequada, mesmo em marcha lenta.

## 15.2.2 Injectores Mecânicos

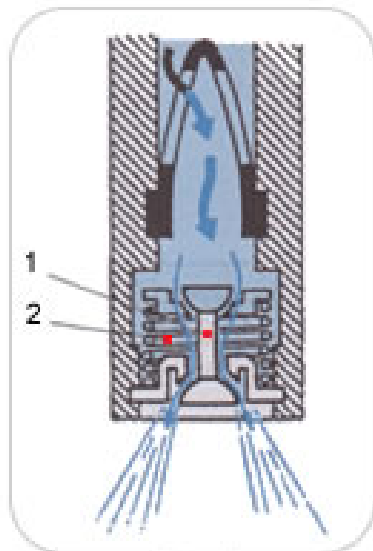
---

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

---

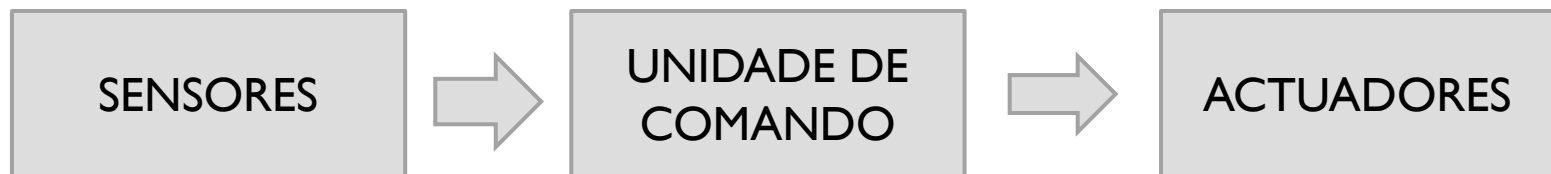
Os Sistemas Electrónicos de Injecção de Combustível usam injectores de combustível que são controlados por uma corrente eléctrica. Estes injectores são basicamente pequenos solenóides - com uma bobina que produz um campo magnético quando energizada - e uma agulha de ferro móvel, que permite a libertação 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 injeção electrónica baseia-se num microprocessador que faz toda a gestão motor.

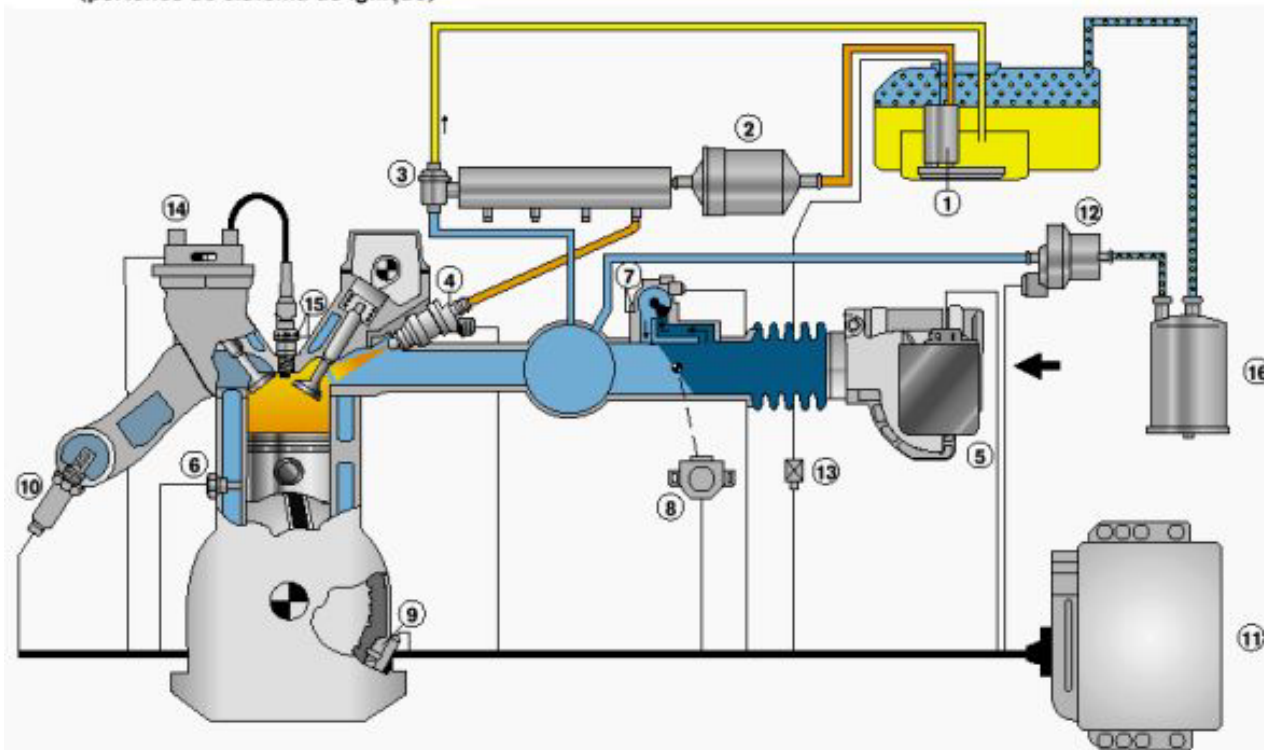


# 15.3 Injecção Electrónica

- 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)

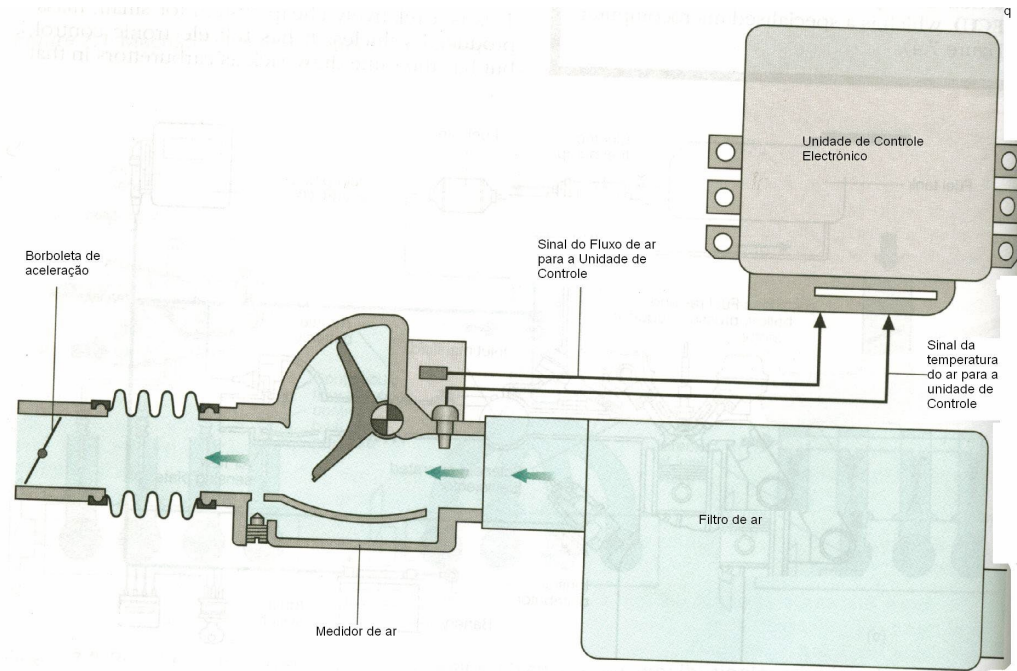
- 10 Sonda lambda
- 11 Unidade de comando (injeção + ignição)
- 12 Válvula de ventilação do tanque
- 13 Relé de comando
- 14 Bobina de ignição
- 15 Vela de ignição
- 16 Canister

**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 gestão de todas as leituras efectuadas pelos diversos sensores, de forma a determinar basicamente quando e em que quantidades o combustível deve ser fornecido ao motor e, em que momento deve ocorrer a faísca (nos sistemas que incorporam a ignição), fica a cargo da ECU (Eletronic Control Unit), ou Unidade de Controle Electrónico. Para tanto, utiliza-se um programa que visa "decidir" o que fazer em cada situação e de acordo com a "vontade" do motorista, visando proporcionar o melhor rendimento possível, dentro de parâmetros adequados de consumo e de poluição.

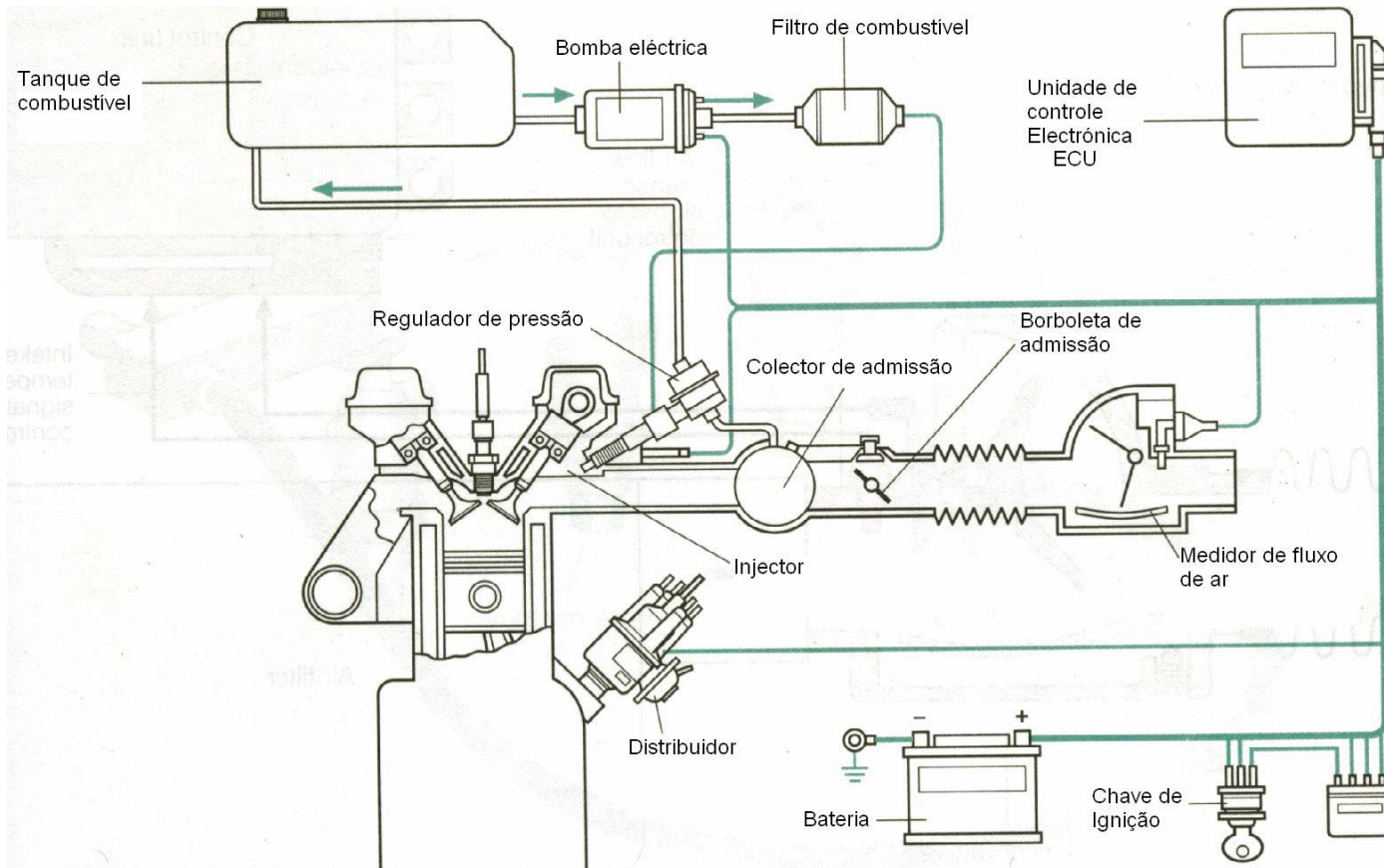
Nesta unidade electrónica analisam-se os sinais fornecidos pelos medidores e a partir dela se geram os impulsos dos comandos para os correspondentes injectores.

## 15.3.2 Unidade de Controle Eletrônico

---



# 15.3.2 Unidade de Controle Eletrônico



## 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

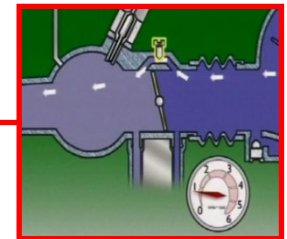
---

- ▶ *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.

Solenóide de Purga do Canister



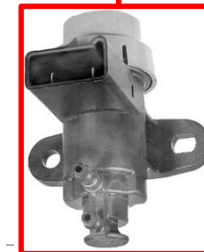
Solenóide Regulador de pressão Ar



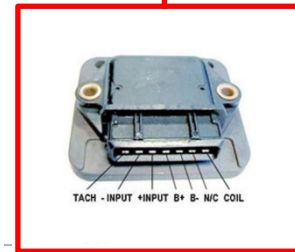
Injector de Combustível



Solenóide EGR



Módulo de ignição



Entrada  
Saída

Posição do cambota



Termostato



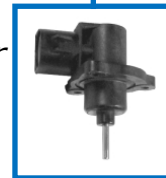
Sensor de fluxo EGR



Posição da borboleta



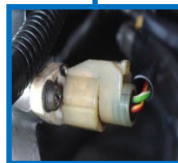
Sensor de Pressão Absoluta



Sonda lambda



Sensor da temperatura do ar



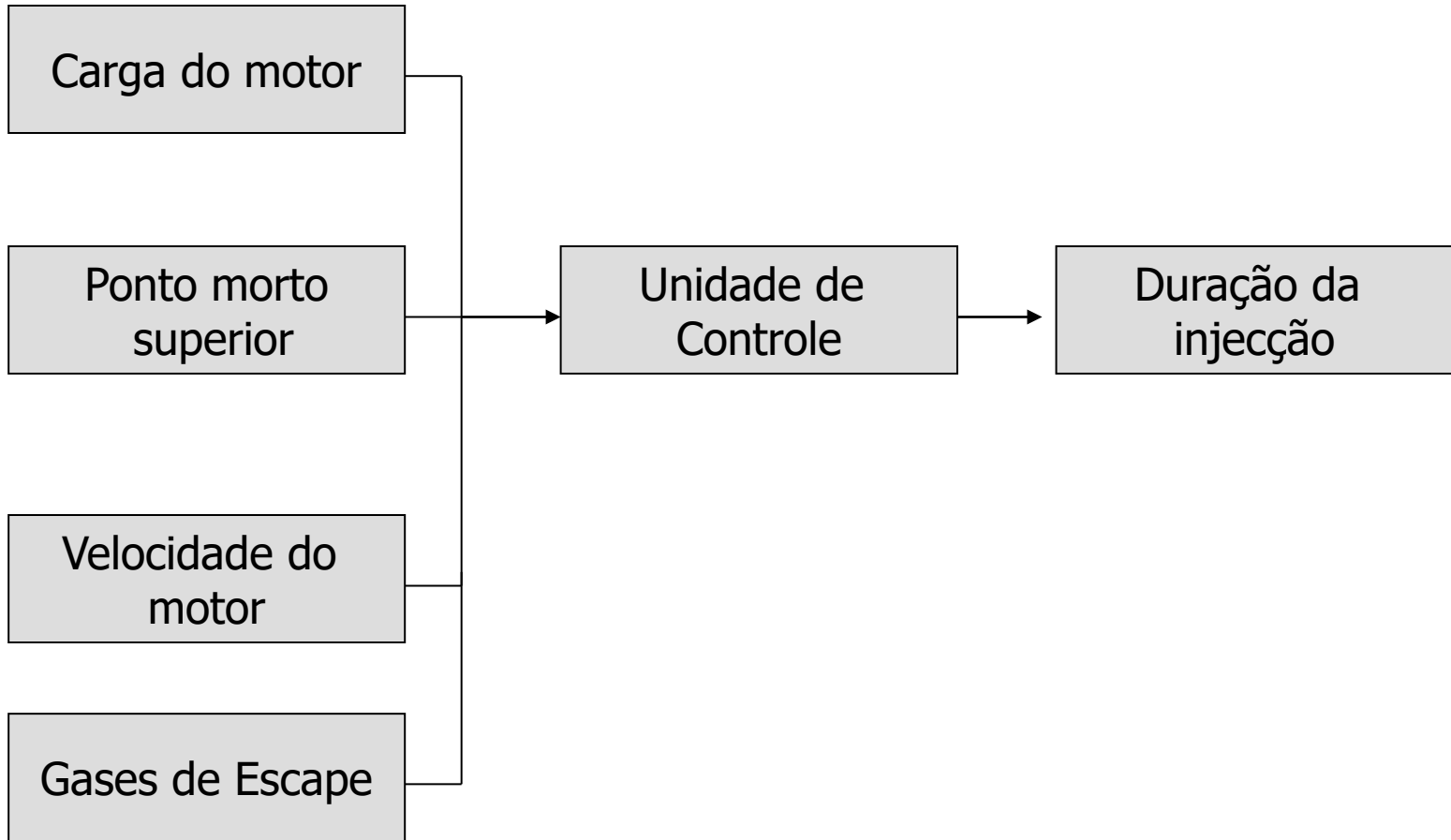
## 15.3.3 Injector Electrónico

---

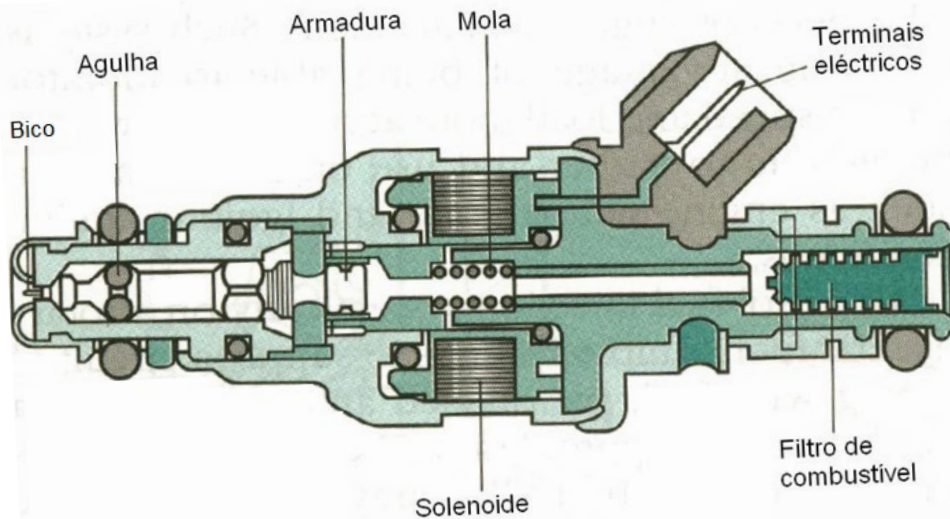
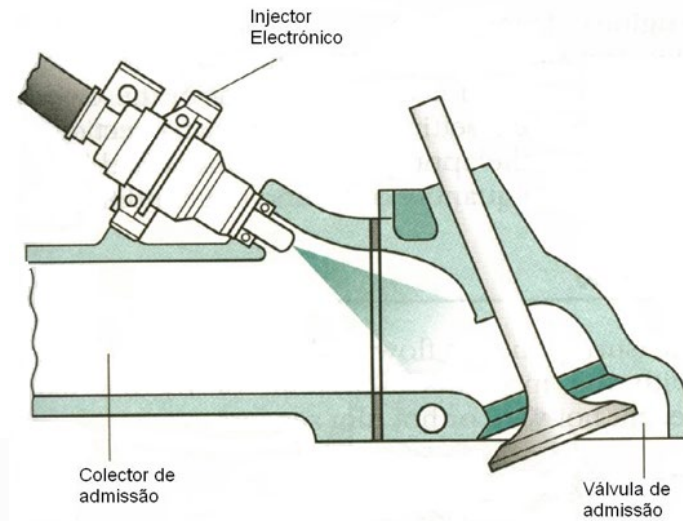
Os injectores injectam o combustível nos diferentes tubos de admissão do cilindro durante a abertura das válvulas de admissão do motor. A cada cilindro do motor corresponde uma válvula injectora (injector). Eles são accionados electromagneticamente abrindo-se e fechando-se em resposta aos sinais eléctricos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

## 15.3.3 Injector Electrónico

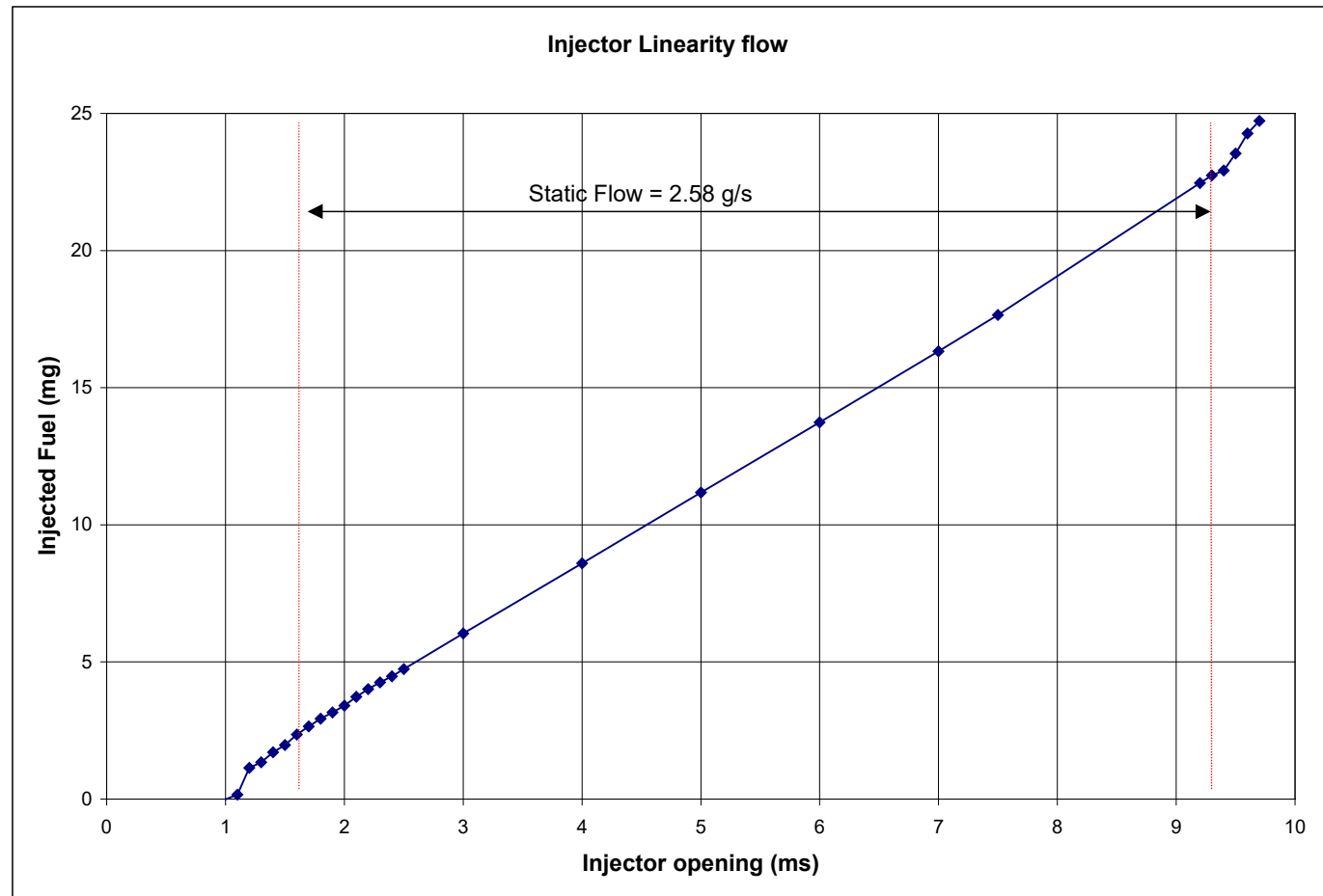
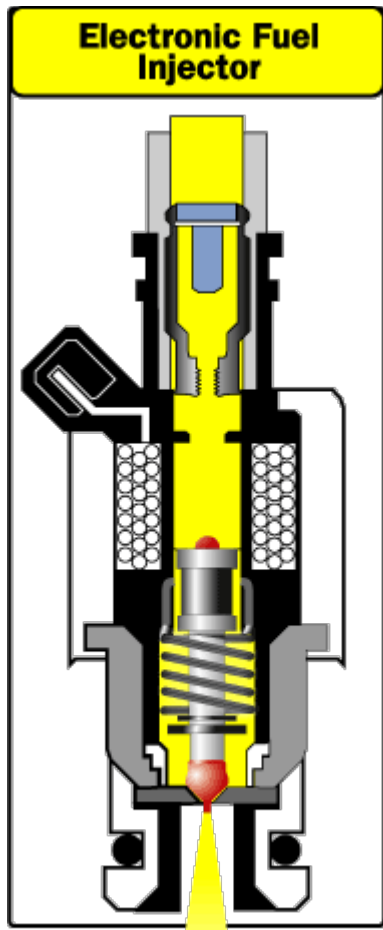
---



# 15.3.3 Injetor Electrónico

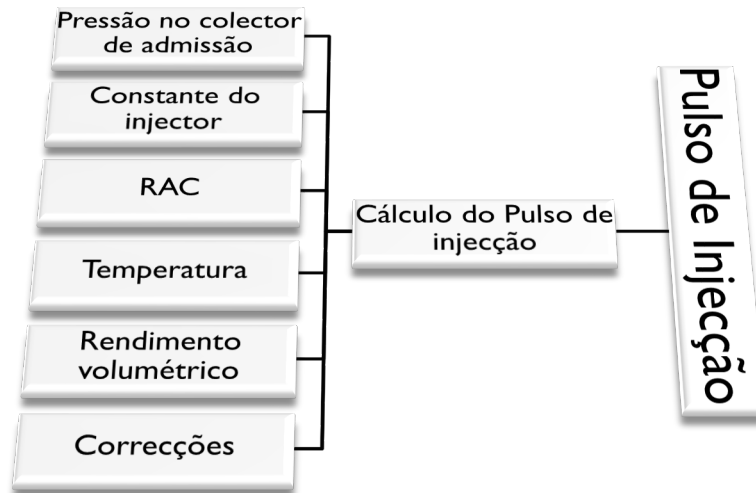


# 15.3.3 Injector Electrónico (Curva característica)



## 15.3.3 Injetor Electrónico

---



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



## 15.3.3 Injetor Eletrónico

---

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

Onde:

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

$V_{cil}$  – é o volume de um cilindro em **m<sup>3</sup>**

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

**RAC** – é a relação Ar/Combustível

$K_{inj}$  – é a constante do injetor em **kg/s<sup>2</sup>**

$R$  – 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**

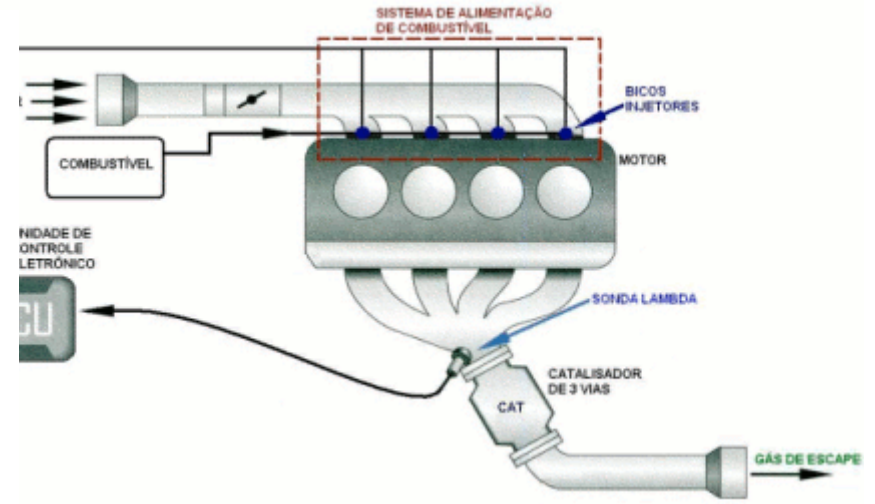
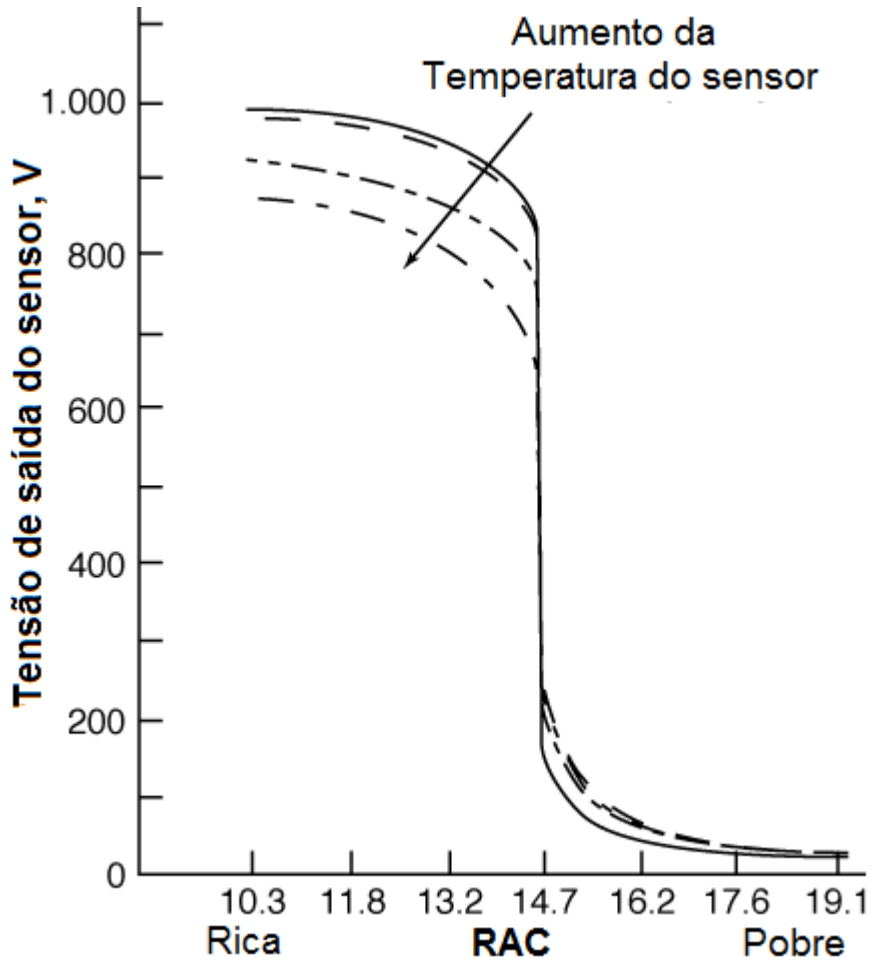
$\eta_{vol}$  - é o rendimento volumétrico do motor

## 15.3.4 Sonda Lambda

---

Funciona como um nariz electrónico. A sonda é montada no colector de escape do motor, num lugar onde se atinge uma temperatura necessária para a sua actuação em todos os regimes de funcionamento do motor. A sonda lambda fica em contacto com os gases de escape, de modo que uma parte fique constantemente exposta aos gases provenientes da combustão e outra fique em contacto com o ar exterior. Se a quantidade de oxigénio não for a ideal em ambas as partes, será gerada uma tensão que servirá de sinal para a unidade de comando. Através deste sinal enviado pela sonda lambda, a unidade de comando pode variar a quantidade de combustível injectado.

# 15.3.4 Sonda Lambda



## 15.3.5 Sensor de Temperatura do Ar

---

Tem como função informar à unidade de comando a quantidade e a temperatura do ar admitido, para que tais informações influenciem na quantidade de combustível pulverizada. A medição da quantidade de ar admitida baseia-se na medição da força produzida pelo fluxo de ar aspirado, que actua sobre a palheta sensor do medidor, contra a força de uma mola.

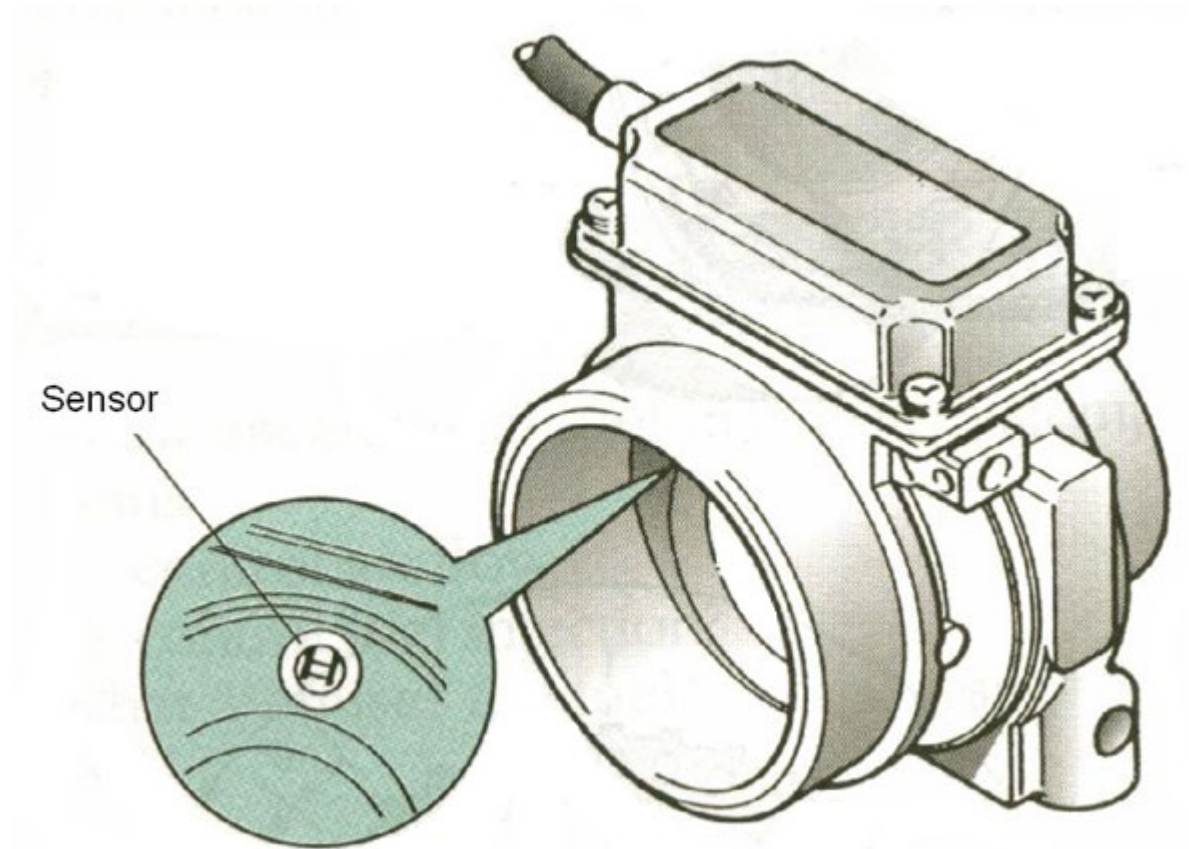
## 15.3.5 Sensor de Temperatura do Ar

---

Um potenciómetro transforma as diversas posições da palheta sensora numa tensão eléctrica, que é enviada como sinal à unidade de comando. Alojado na carcaça do medidor de fluxo de ar encontra-se também um sensor de temperatura do ar, que deve informar à unidade de comando a temperatura do ar admitido durante a aspiração, para que esta informação também influencie na quantidade de combustível a ser injectada.

## 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.

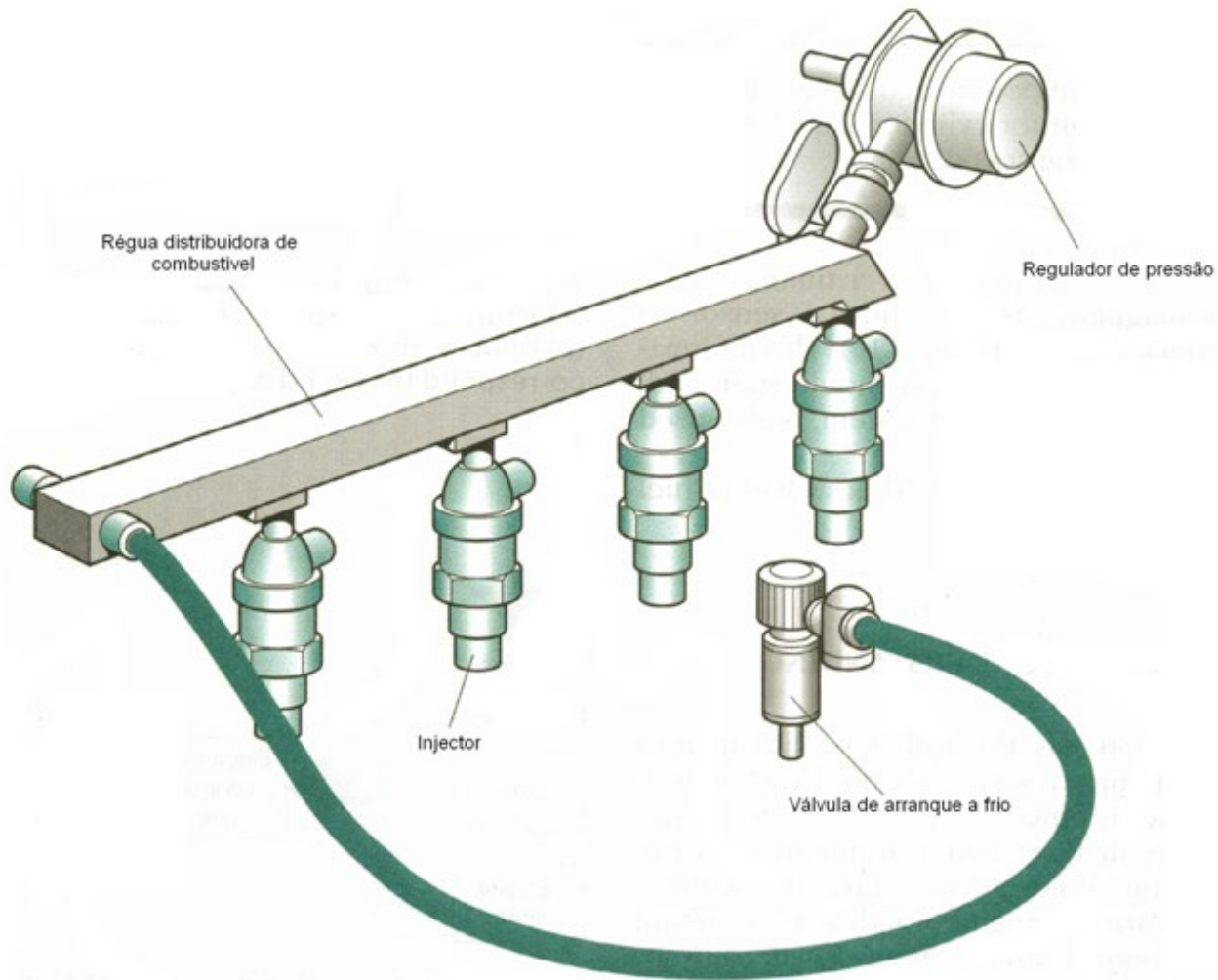
## 15.3.7 Actuador Da Marcha Lenta

---

O actuador de marcha lenta tem a função de garantir uma marcha lenta estável, não só na fase de aquecimento, mas em todas as possíveis condições de funcionamento do veículo no regime de marcha lenta. O actuador de marcha lenta possui internamente duas bobinas (imãs) e um induzido, onde está fixada uma palheta giratória que controla um “bypass” de ar. Controlado pela unidade de comando, são as diferentes posições do induzido, juntamente com a palheta giratória, que permitem uma quantidade variável de ar na linha de aspiração. A variação da quantidade de ar é determinada pelas condições de funcionamento momentâneo do motor, onde a unidade de comando, através dos sensores do sistema, obtém tais informações de funcionamento, controlando assim o actuador de marcha lenta.

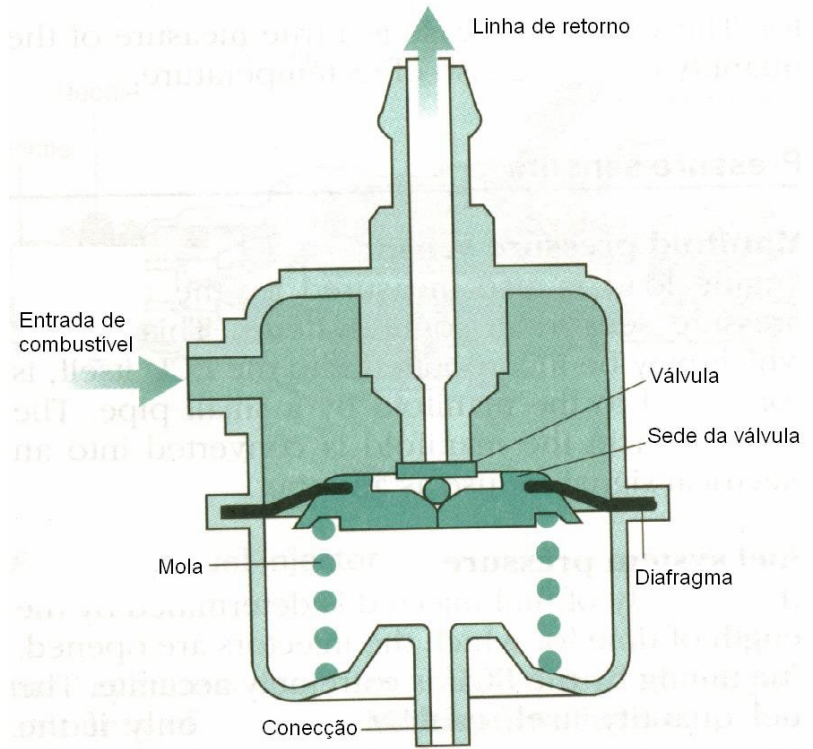


## 15.3.7 Actuador Da Marcha Lenta



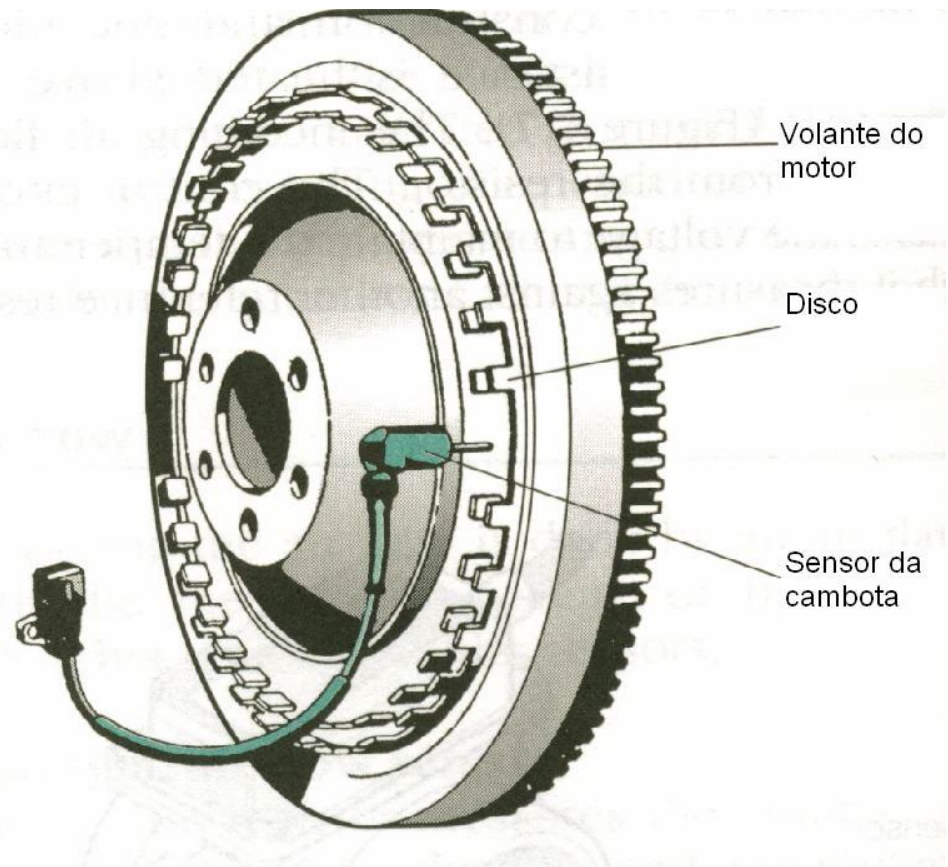
## 15.3.8 Regulador de Pressão

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.



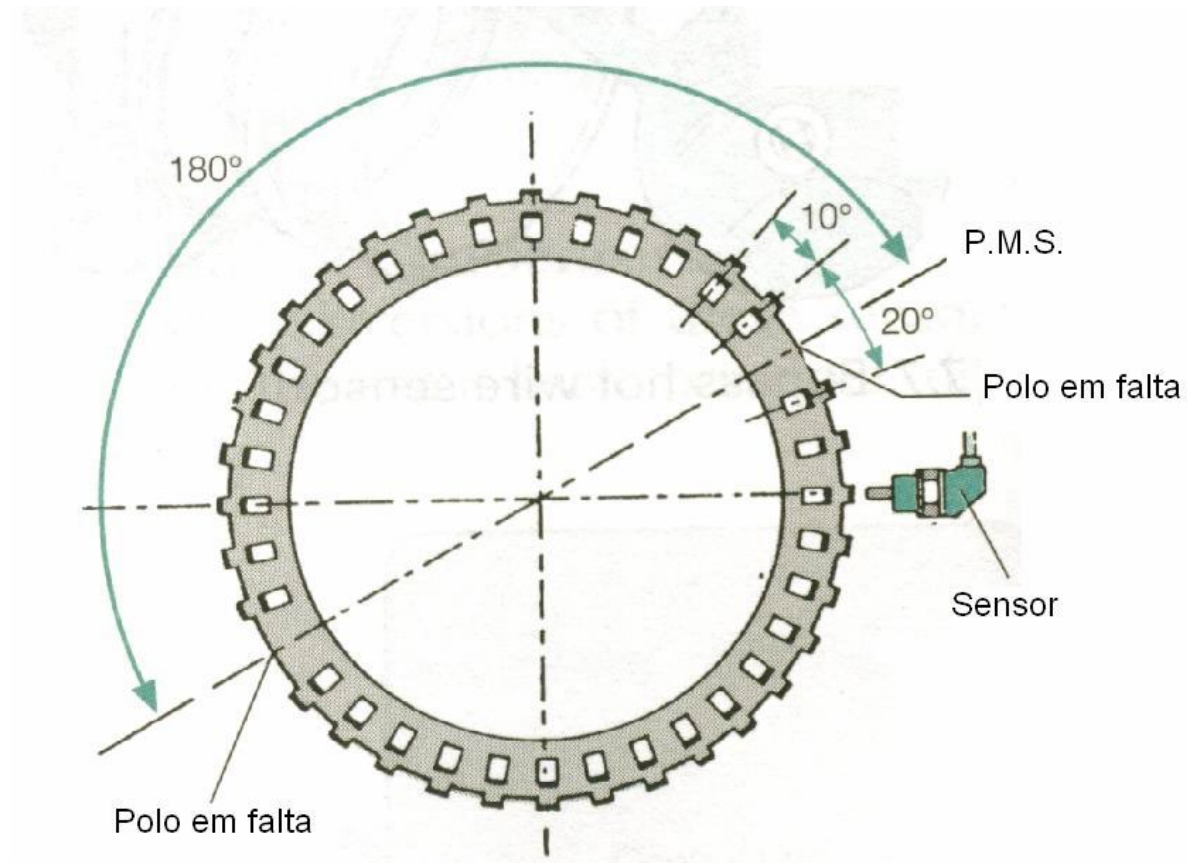
## 15.3.9 Sensor De Rotação

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.



## 15.3.9 Sensor De Rotação

---



## 15.3.10 Sensor De Detonação

---

O sensor de detonação é instalado no bloco do motor e converte as vibrações do motor em sinais eléctricos. Estes sinais permitem que o motor funcione com o ponto de ignição o mais adiantado possível, conseguindo maior potência sem prejuízo para o motor.

## 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.

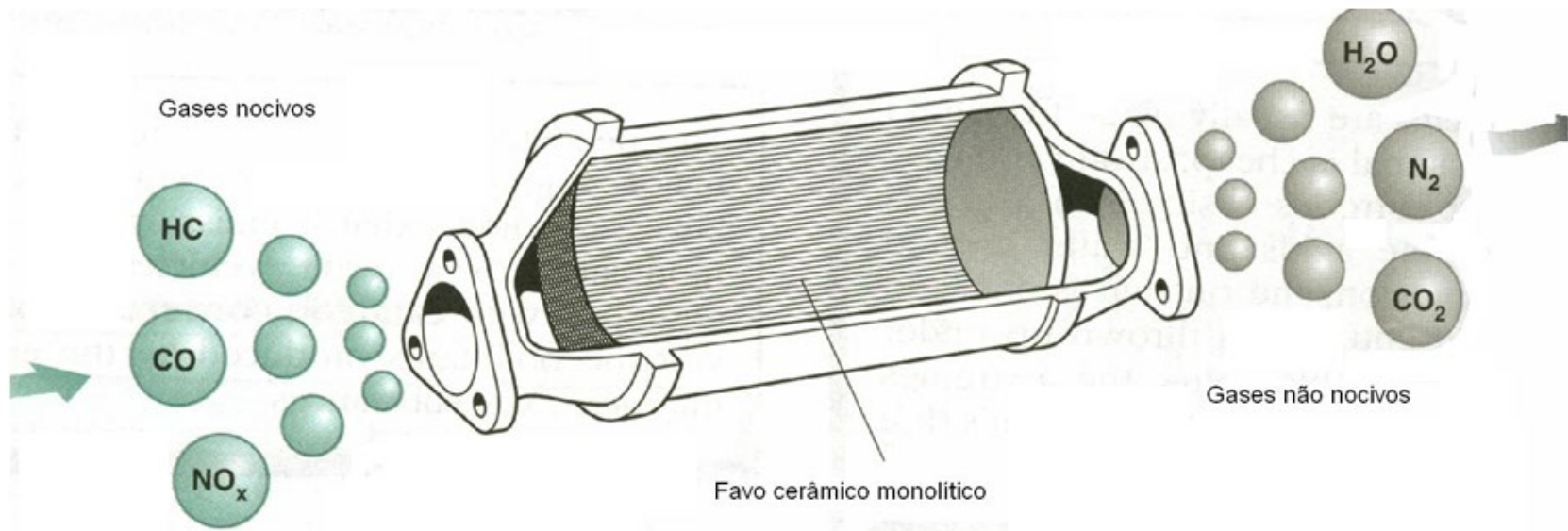
## 15.4 Tratamento Catalítico Posterior

---

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 NO<sub>x</sub>. 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



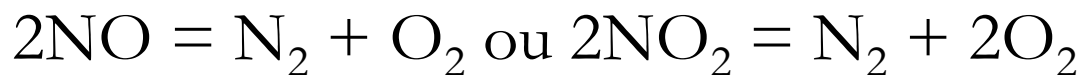


## 15.4.1 O Catalisador De Redução

---

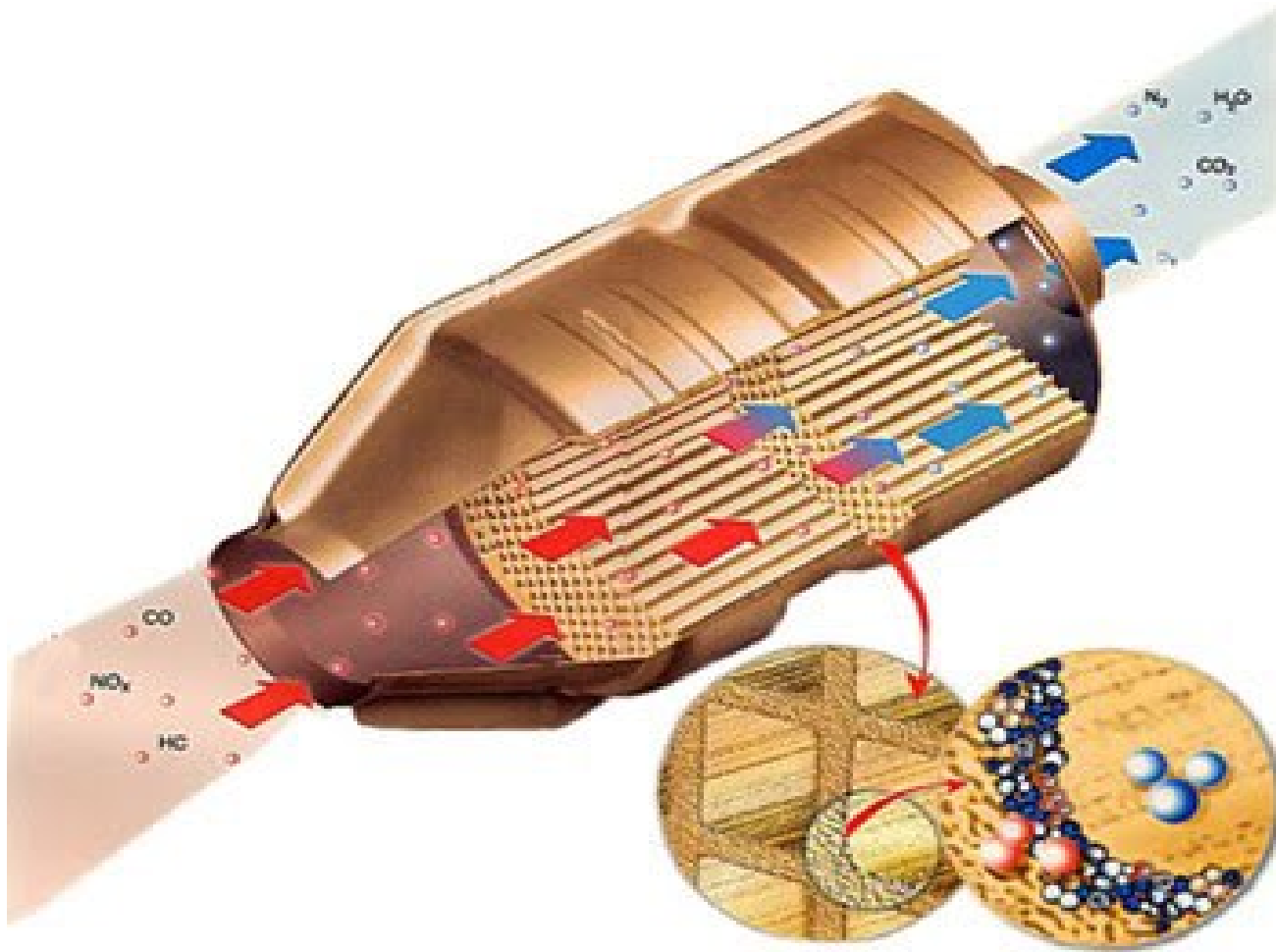
O Catalisador De Redução é a primeira parte do catalisador. Usa platina e ródio para ajudar a reduzir a saída de  $\text{NO}_x$ . Quando as moléculas  $\text{NO}$  ou  $\text{NO}_2$  entram em contacto com o catalisador, ele "expulsa" o átomo de nitrogénio para fora da molécula e com isso, o átomo fica retido e o catalisador liberta o oxigénio na forma de  $\text{O}_2$ . Os átomos de nitrogénio unem-se aos outros átomos de nitrogénio e todos são retidos pelo equipamento, formando  $\text{N}_2$ .

Por exemplo:



## 15.4.1 O Catalisador De Redução

---



## 15.4.2 O Catalisador De Oxidação

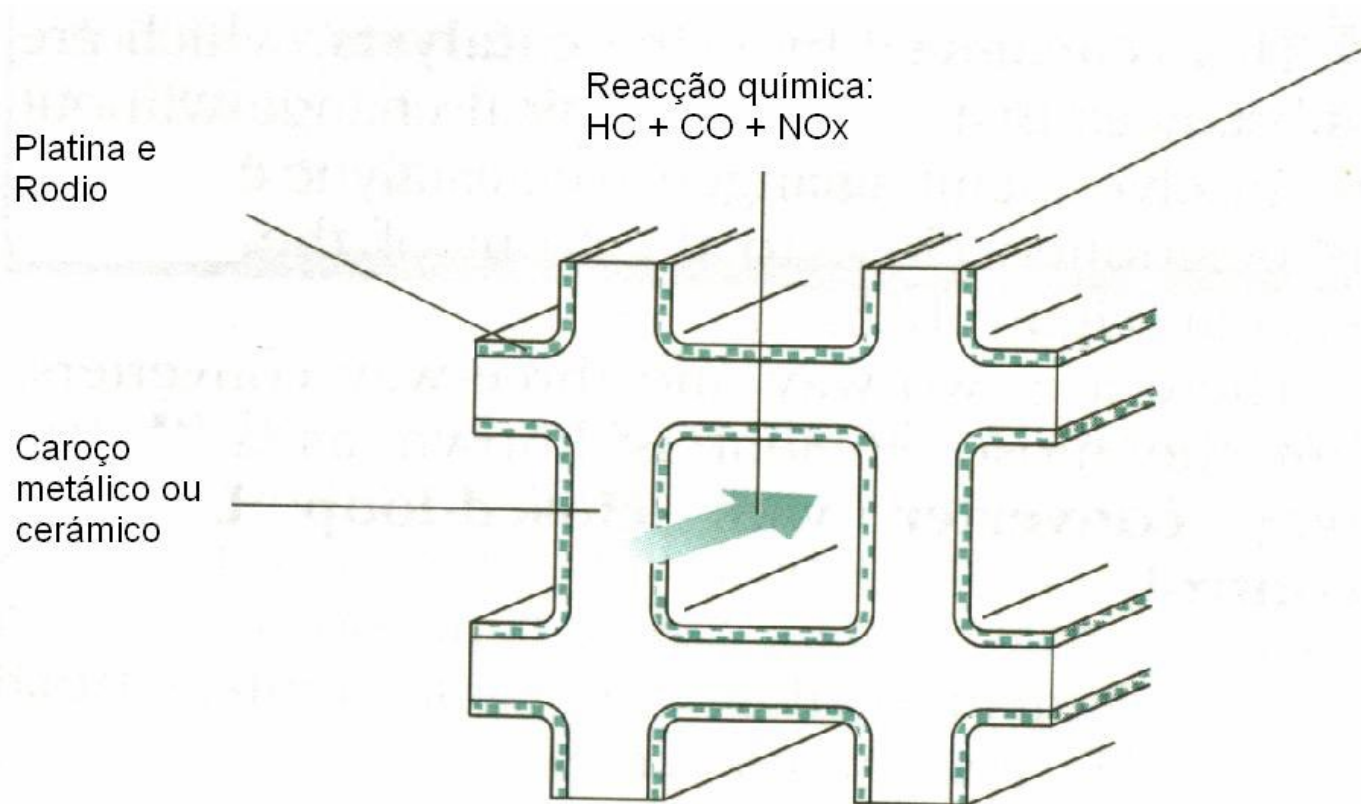
---

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: Activo, Passivo e Forçado.



## 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 trajectos 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

---

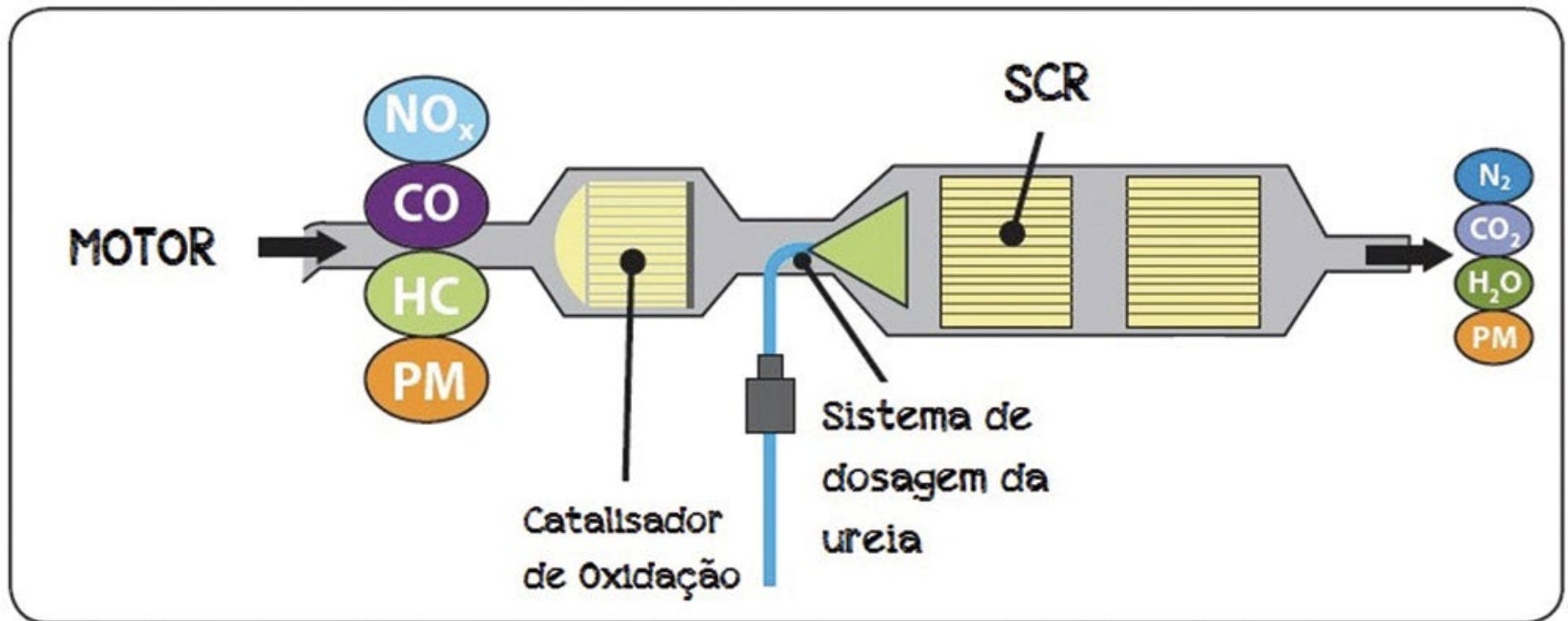
- ▶ **Forçado:** depende de scanners e um diagnóstico mais complexo do veículo. O filtro de partículas diesel é avaliado por mecânicos devido ao alto grau de entupimento da peça.
- ▶ O período de regeneração do filtro DPF gira em torno de 10-30 minutos, podendo variar com o clima frio. Também é normal 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 ( $\text{NO}_x$ ) nos gases de escape da seguinte forma:
- ▶ 1. *injecção 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)



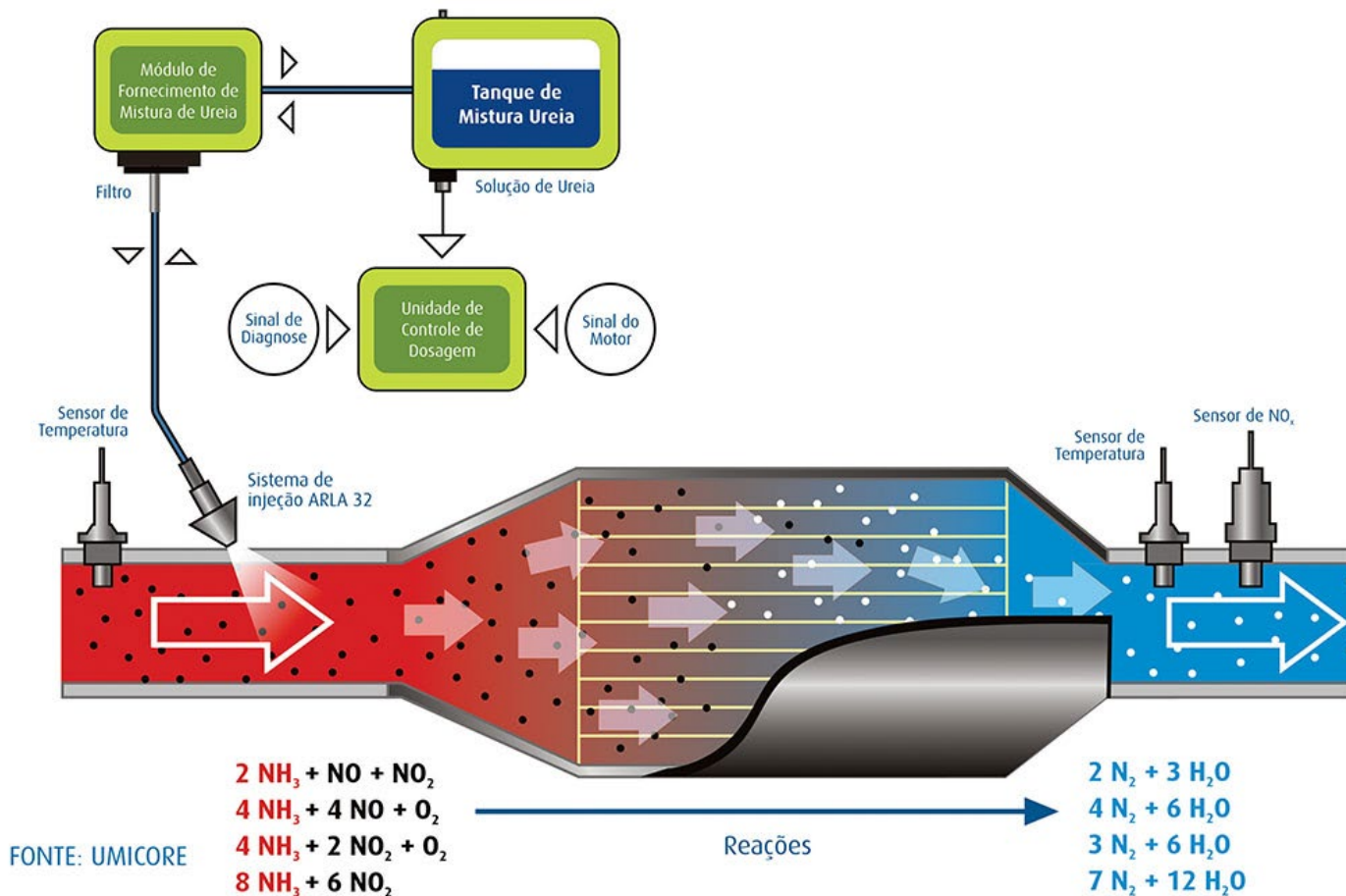
# O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

---

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 NO<sub>x</sub> 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 atuadores. 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.

# O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)



## 15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

---

- ▶ **2. Reacção Química:** Quando os gases de escape, contendo óxidos de nitrogénio ( $\text{NO}_x$ ), 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 ( $\text{NH}_3$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- ▶ **3. Redução de  $\text{NO}_x$ :** A amónia gerada reage com os óxidos de nitrogénio ( $\text{NO}_x$ ) nos gases de escape na presença do catalisador SCR. Essa reacção converte os óxidos de nitrogénio em nitrogénio ( $\text{N}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que são produtos inofensivos e inertes.

## 15.4.6 O catalisador de Redução Catalítica Selectiva (SCR)

---

- ▶ **4. Monitoramento e Controle:** O sistema SCR é controlado por um sistema electrónico que monitora continuamente a quantidade de NO<sub>x</sub> 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 controle de emissões.