

**O sistema de alimentação dos motores de ciclo Otto**

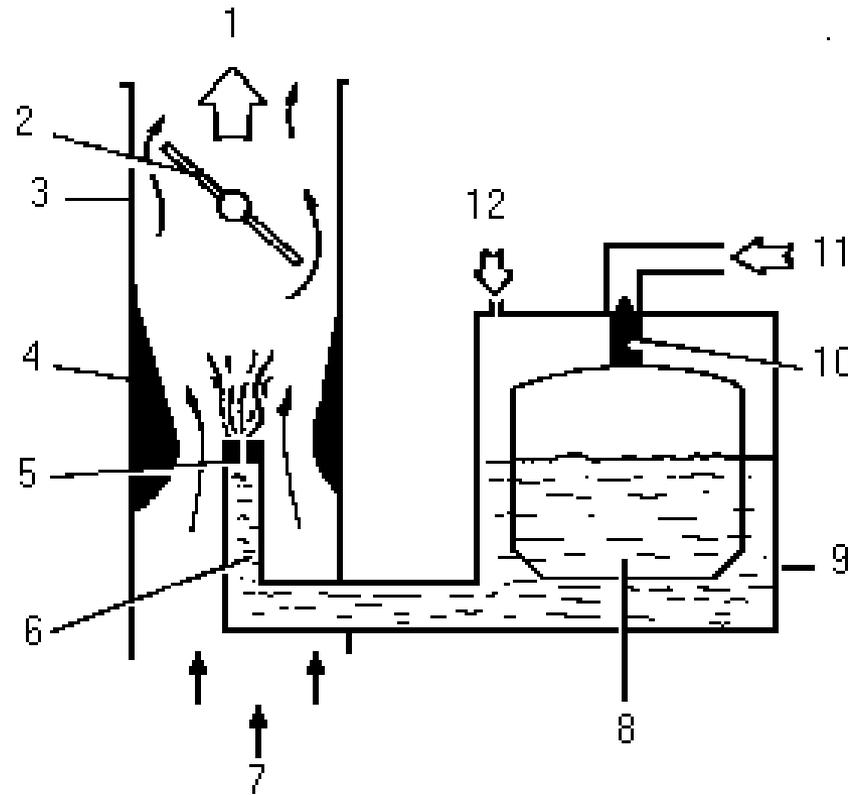
# Departamento de Agronomia

## Características da mistura ar - gasolina:

- encontrar-se **bem vaporizada** para que a combustão seja completa. **A pulverização do combustível deve resultar do choque com uma corrente de ar com grande velocidade;**
- **ser homogénea**, quer ao nível de um cilindro quer entre eles, para que a combustão seja rápida;
- apresentar uma **relação ideal**, para que a mistura não seja nem pobre nem rica.

**A função do carburador é permitir uma dosagem apropriada da mistura ar (comburente) - combustível (carburante) e fazer com que esta esteja bem homogeneizada e sob a forma de vapor.**

**A carburação pode igualmente ser obtida pela injeção indireta e direta da gasolina. A injeção indireta é efetuada ao nível do coletor de admissão (antes da válvula de admissão) e a indireta no interior do cilindro, da mesma forma que a do gasóleo (ver vídeos).**



Representação esquemática de um carburador elementar.

1- Saída para os cilindros 2- Borboleta do acelerador 3- Corpo do carburador  
4- Bico 5- Doseador 6- Tubo de descarga 7- Entrada de ar 8- Boia 9- Cuba de nível constante 10- Agulha da bóia 11- Entrada da gasolina 12- Pressão atmosférica

# Departamento de Agronomia

## Funcionamento do carburador:

A depressão criada pela aspiração no coletor de admissão e corpo do carburador, pelo movimento dos êmbolos, faz com que a gasolina do tubo de descarga seja pulverizada, misturando-se com o ar e transportada para os cilindros.

A borboleta do acelerador faz variar a depressão no corpo do carburador obtendo-se, quando aquela está fechada, a depressão mínima e, quando está aberta, a depressão máxima.

Um carburador elementar apenas funciona bem quando o débito de ar é constante e o doseador é escolhido em função deste débito.

Quando o regime varia a depressão no corpo do carburador altera-se, fazendo variar diferentemente o débito de ar e o de gasolina e, portanto, a proporção da mistura.

As alterações não proporcionais nos dois circuitos fazem com que a relação da mistura se afaste do valor ideal, ou seja, 1 g de gasolina para 15.3 g de ar, obtendo-se uma mistura pobre nos baixos regimes e rica nos altos.

# Departamento de Agronomia

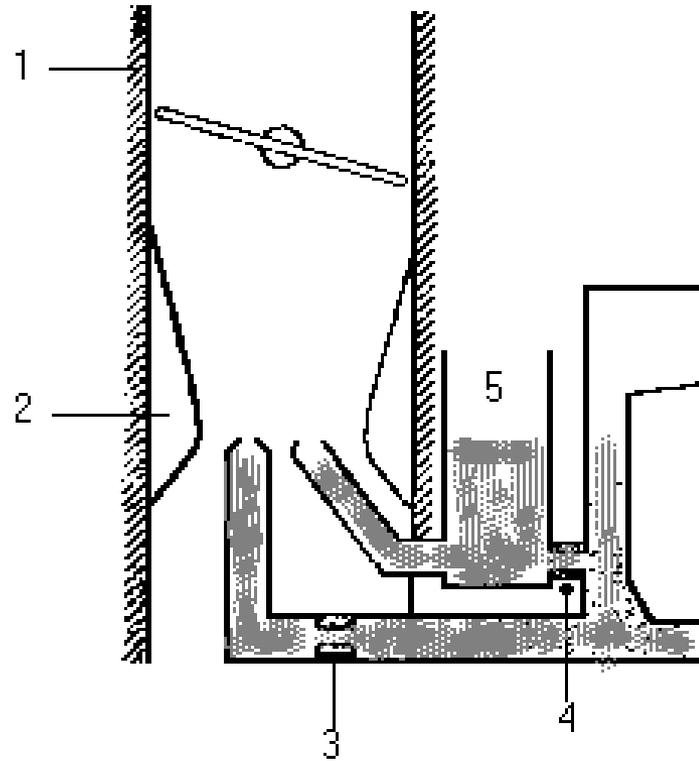
Funcionamento do poço de compensação:

Neste sistema o pulverizador principal permite um doseamento adequado para um regime motor relativamente baixo sendo o restante débito assegurado pelo pulverizador complementar.

O pulverizador complementar está ligado a um poço de compensação, que se encontra à pressão atmosférica e cujo nível vai baixando à medida que aumenta o regime, diminuindo-se, assim, o débito pulverizado o que permite manter a proporção da mistura próxima do valor ideal.

O ar que é introduzido no pulverizador, através do poço de compensação, ajuda também à pulverização da gasolina.

Quando o nível de combustível no poço de compensação atinge o doseador complementar este deixa de debitar gasolina pelo que o débito é inteiramente assegurado pelo doseador principal.



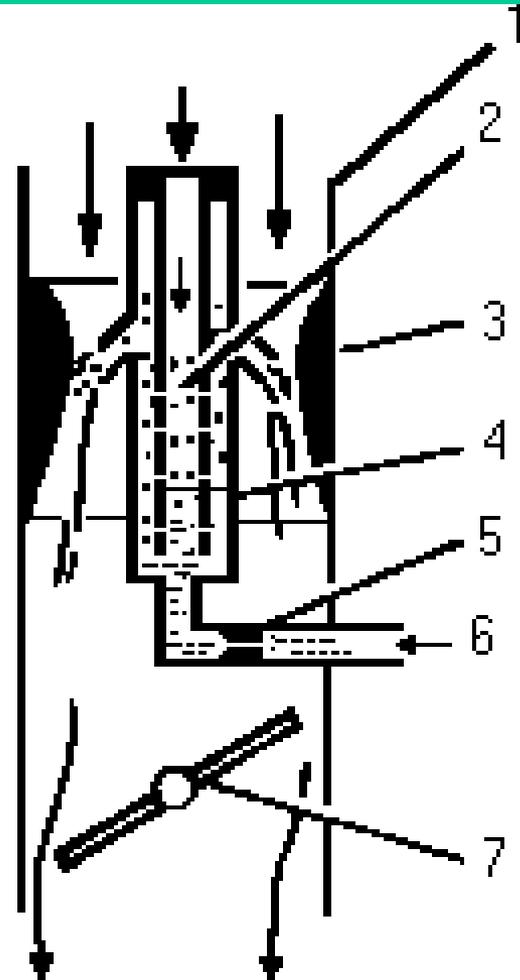
Representação esquemática do dispositivo automático de regulação da mistura ar - gasolina por poço de compensação.  
1- Corpo do carburador 2- Bico 3- Doseador principal 4- Doseador de compensação 5- Poço de compensação.

**Funcionamento do tubo de emulsão:**

**Este dispositivo de regulação automática, que é mais utilizado que o anterior, consiste num tubo de descarga com vários orifícios laterais por onde sai a gasolina emulsionada com o ar.**

**O doseador de gasolina (gicleur), que se encontra na base do tubo de emulsão, está permanentemente imerso no combustível.**

**O seu funcionamento baseia-se no aumento da depressão junto ao tubo, resultante da aceleração do motor, que conduz à pulverização da gasolina e, conseqüentemente, ao abaixamento do seu nível, fazendo com que o ar passe pelos orifícios diminuindo assim a riqueza da mistura; esta diminuição é tanto mais acentuada quanto maior for o abaixamento do nível no tubo.**



Princípio da regulação automática da mistura ar - gasolina pelo tubo de emulsão.  
1- Corpo do carburador 2- Tubo de emulsão 3- Bico 4- Tubo de descarga  
5- Doseador 6- Entrada de gasolina 7- Borboleta do acelerador

**Funcionamento do circuito de arranque a frio:**

O circuito de arranque a frio permite, como o próprio nome indica, **facilitar o início de funcionamento de um motor** pois, nesta situação, a percentagem de gasolina vaporizada é inferior à obtida quando o motor está quente e uma parte ainda se deposita no coletor de admissão.

Para compensar a vaporização deficiente, **é necessário obter uma mistura muito rica para que o volume de gasolina vaporizada se aproxime do valor necessário para o normal funcionamento do motor.**

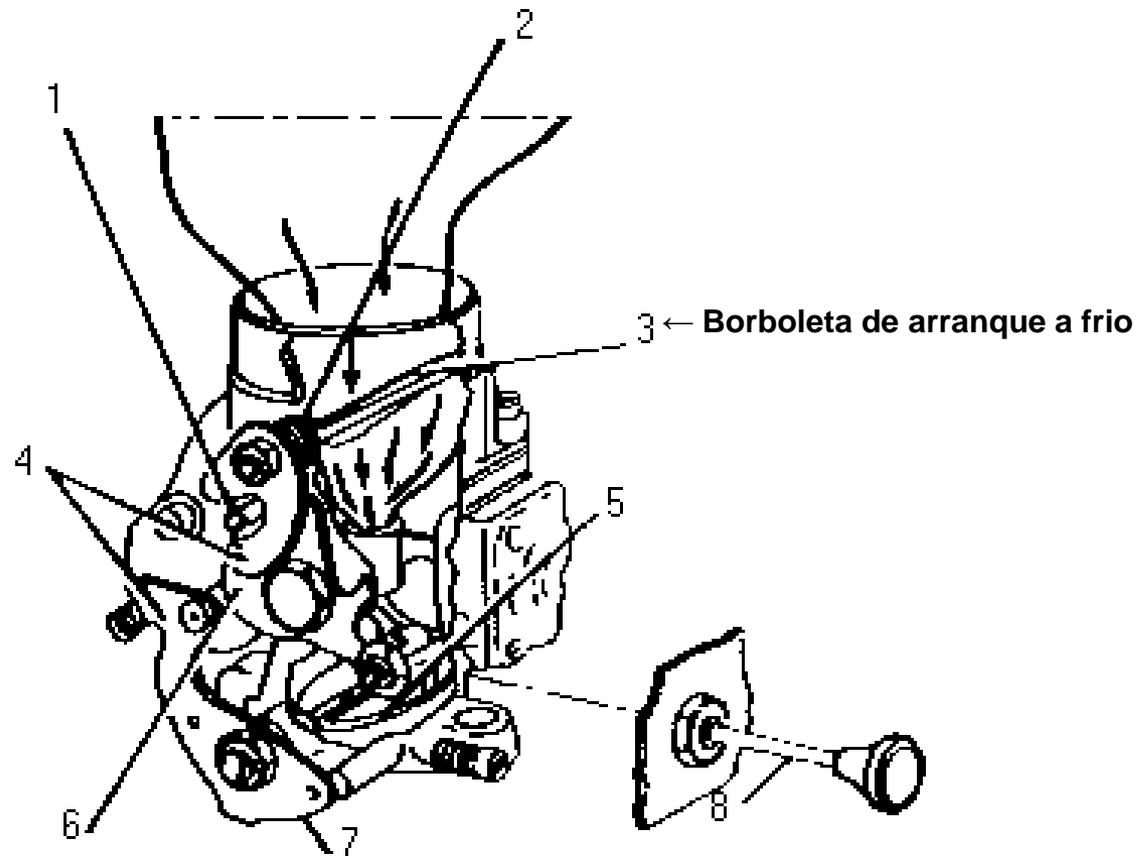
**Funcionamento do circuito de arranque a frio (cont):**

O sistema mais utilizado é a **borboleta de arranque a frio**, também designado por estrangulador, que "ajuda" a pôr o motor em funcionamento; este sistema é bastante eficaz a baixas temperaturas.

O **enriquecimento da mistura com este sistema baseia-se no fecho da borboleta do ar, que está colocada à entrada do carburador, e cujo comando é manual ou automático.**

A **ligação dos comandos desta borboleta à do acelerador faz com que o fecho daquela conduza à abertura desta.**

# Departamento de Agronomia



Representação do sistema de borboleta para arranque a frio.

1- Batente do comando da borboleta de arranque a frio 2- Mola para retorno à posição inicial da borboleta de arranque a frio 3- Borboleta de arranque a frio 4- Comando da borboleta de arranque a frio 5- Borboleta do acelerador 6- Ligação entre a borboleta de arranque a frio e a do acelerador. 7- Comando da borboleta do acelerador 8- Comando manual da borboleta de arranque a frio

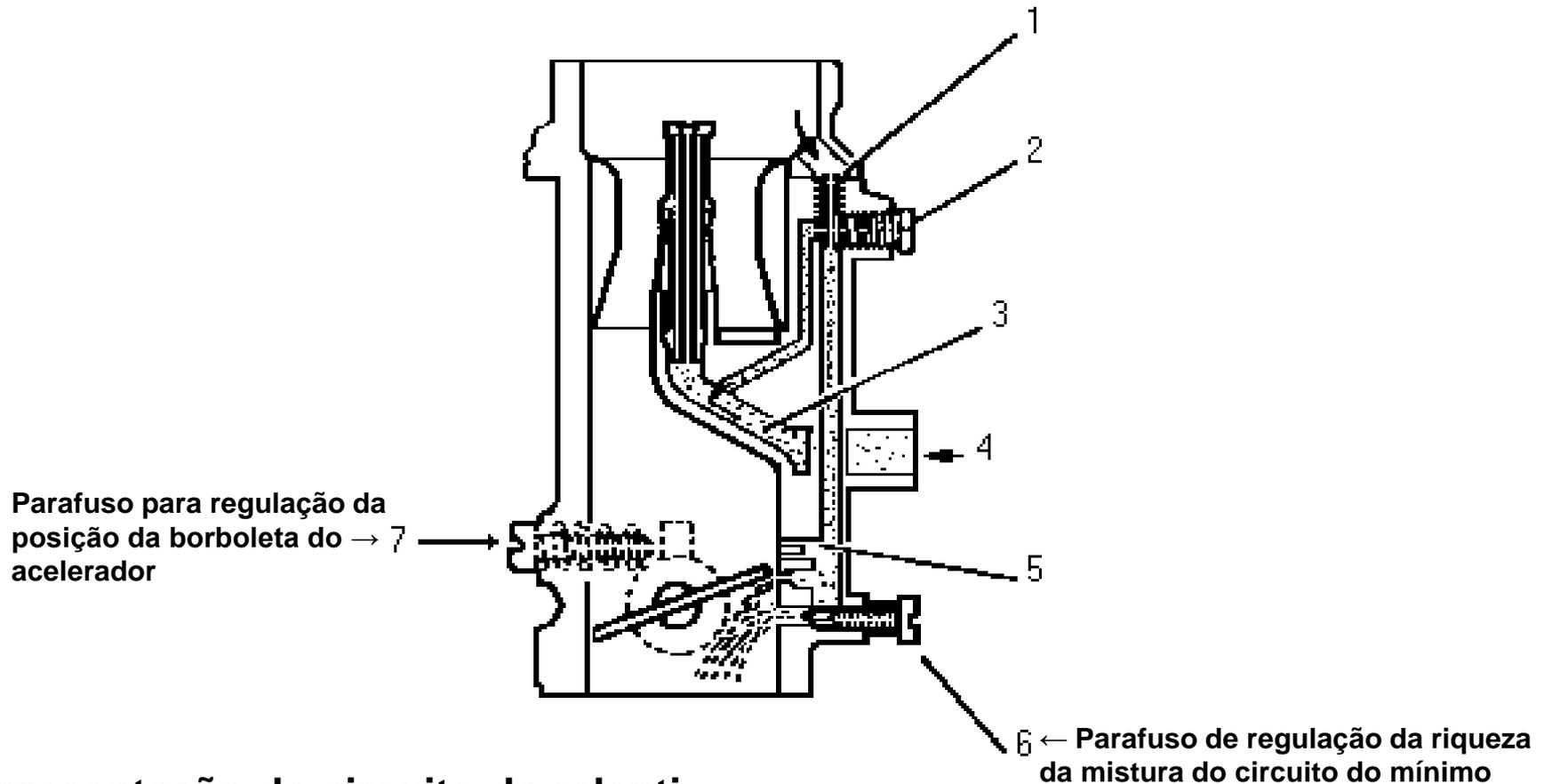
# Departamento de Agronomia

**Funcionamento do circuito do mínimo:**

O circuito do mínimo **permite manter o motor em funcionamento tendo a borboleta do acelerador praticamente fechada**; esta borboleta permite regular o débito da mistura ar - gasolina em função da carga e velocidade do motor.

Quando a borboleta de aceleração tapa a passagem da mistura pelo corpo do carburador, a depressão ao nível do tubo de descarga principal torna-se muito baixa não havendo saída de combustível, pelo que é necessário **um circuito paralelo que deixe passar gasolina e ar suficientes para manter o motor em funcionamento**.

**A regulação da posição da borboleta do acelerador e do parafuso de regulação da riqueza da mistura do circuito do mínimo permite obter o regime motor indicado pelo fabricante.**



**Representação do circuito do ralenti.**

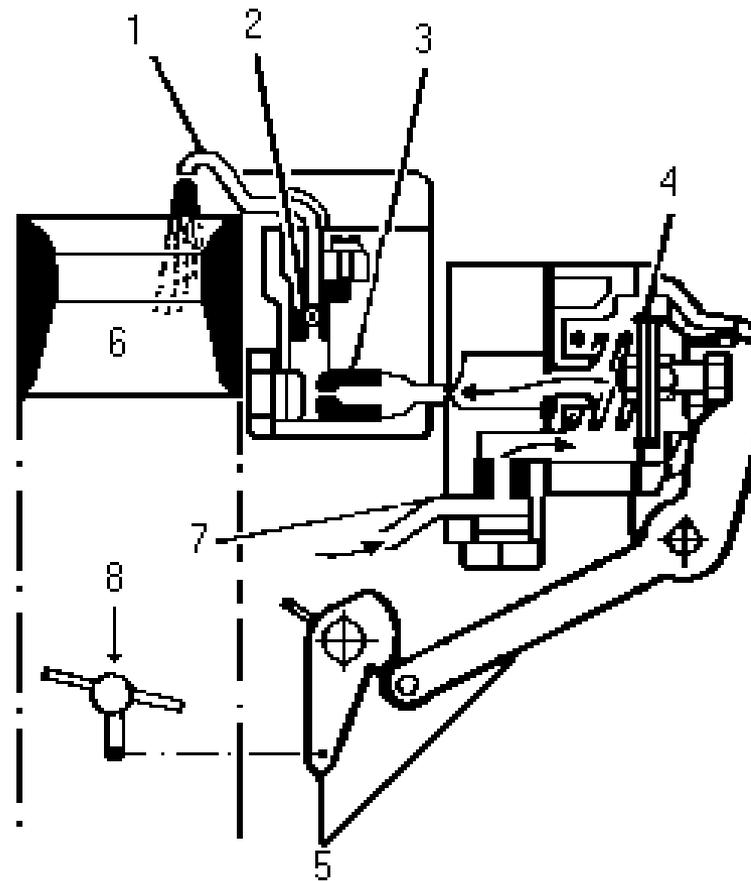
**1- Calibrador de ar 2- "Gicleur" 3- Circuito de marcha normal 4- Entrada de gasolina 5- By-pass de progressividade 6- Parafuso de regulação da riqueza da mistura do circuito do mínimo 7- Parafuso para regulação da posição da borboleta do acelerador**

Funcionamento do circuito da reprise:

O circuito de reprise permite obter um débito adicional de gasolina por forma a tornar possível as acelerações bruscas.

Este circuito, constituído basicamente por uma bomba de membrana ou êmbolo, tem o seu acionamento dependente dos comandos do acelerador.

A aspiração de gasolina pela bomba efetua-se durante o fecho da borboleta e a saída quando da abertura desta; o retorno da membrana à sua posição inicial é assegurado por uma mola.



Esquema de uma bomba de reprise de membrana.

1- Injetor 2- Válvula de saída de gasolina 3- Doseador da bomba 4- Membrana  
5- Excêntrico e alavanca de comando 6- Bico 7- Válvula de aspiração  
8- Borboleta do acelerador.

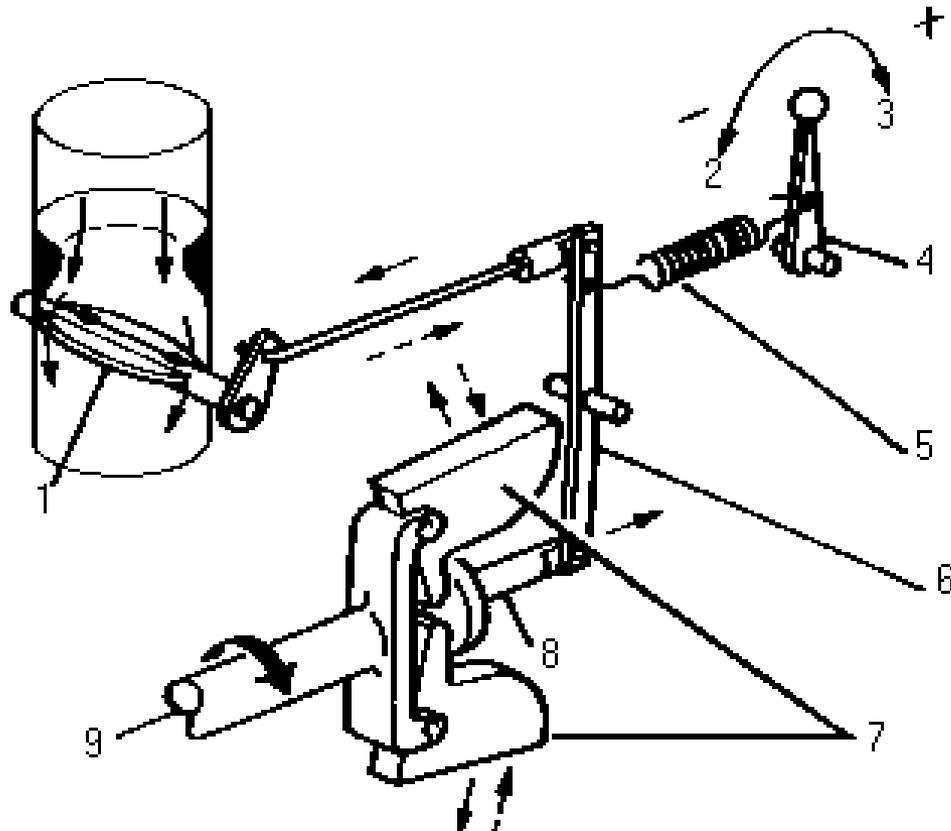
# Departamento de Agronomia

Os reguladores dos carburadores:

Os reguladores existentes nos carburadores têm como objetivo **fazer variar o débito da mistura dentro de determinados limites, em função das variações do regime (carga) a que o motor está sujeito, sem intervenção direta do operador.**

Relativamente à sua **constituição** inclui duas massas que, quando o motor está em funcionamento, têm movimento de rotação, um sistema de alavancas e batentes para transmissão de movimento à borboleta do acelerador e uma mola cuja tensão é regulada pela alavanca do comando do regulador.

**Depois do operador definir a velocidade de rotação, a variação desta faz com que as massas se afastem, ou aproximem, conforme o regime aumenta ou diminui, sendo esta variação de movimento transmitido à borboleta do acelerador, que diminui ou aumenta a secção de passagem da mistura, mantendo o regime mais ou menos constante.**



Representação de um regulador centrífugo

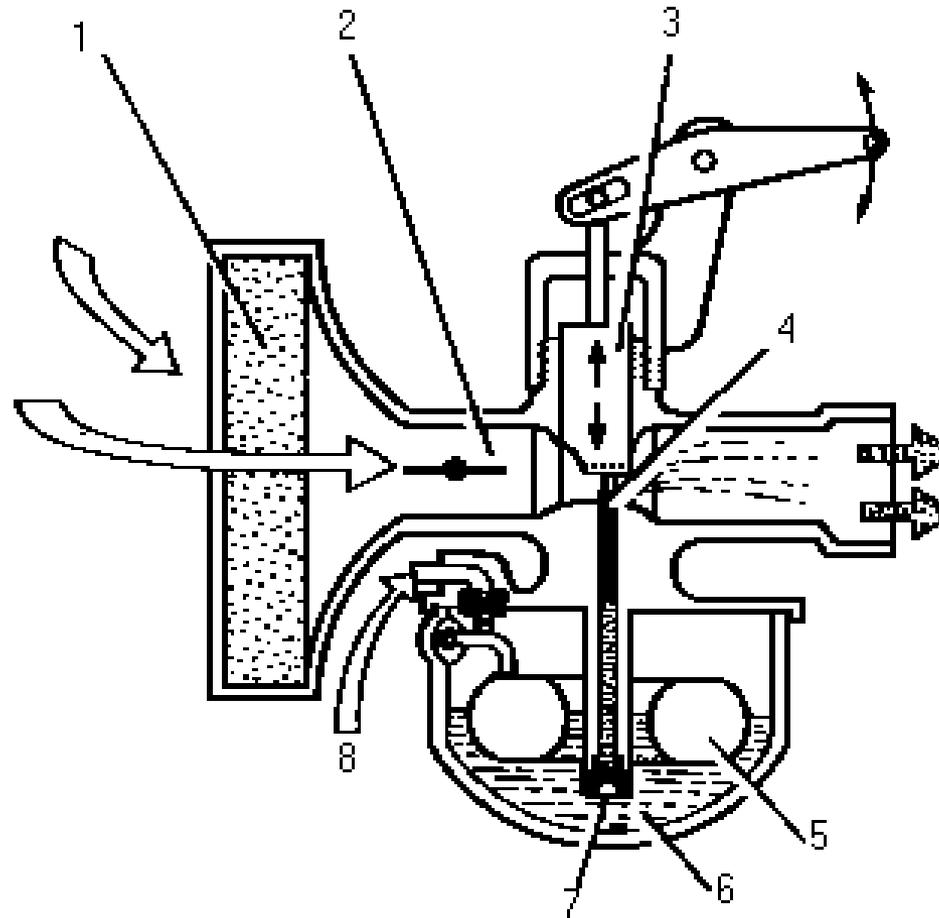
1- Borboleta do acelerador 2- Posição de velocidade lenta 3- Posição de velocidade rápida 4- Alavanca do acelerador 5- Mola do regulador 6- Alavanca do regulador 7- Massas 8- Batente 9- Eixo de rotação.

Os carburadores de êmbolo obstruidor e agulha cônica:

Este tipo de carburador, bastante comum nos motores a dois tempos, é constituído por uma cuba de nível constante, um doseador e um êmbolo com agulha.

Relativamente ao seu funcionamento a deslocação do êmbolo, comandada pelo operador, faz com que a agulha cônica regule a quantidade de gasolina, sendo o volume de ar função da posição do êmbolo que obstrui mais ou menos o corpo do carburador.

Este tipo de carburador é muito utilizado nos atomizadores de dorso.



Carburador de **êmbolo obstruidor e agulha cônica**

1- Filtro de ar 2- Borboleta de arranque a frio 3- Êmbolo 4- Agulha 5- Boia 6- Cuba  
7- Doseador de gasolina 8- Entrada de gasolina

## Os carburadores multiposição

Os carburadores multiposição, também designados por carburadores de membrana, **são caracterizados por poderem funcionar em qualquer posição.**

São muito utilizados em equipamentos agrícolas portáteis, como as motosserras.

Estes carburadores, que são muito compactos e **não apresentam a cuba a nível constante, são constituídos por uma bomba de alimentação (membrana), uma câmara de amortecimento, uma câmara de dosagem, um circuito de marcha normal e um do mínimo (ralenti).**

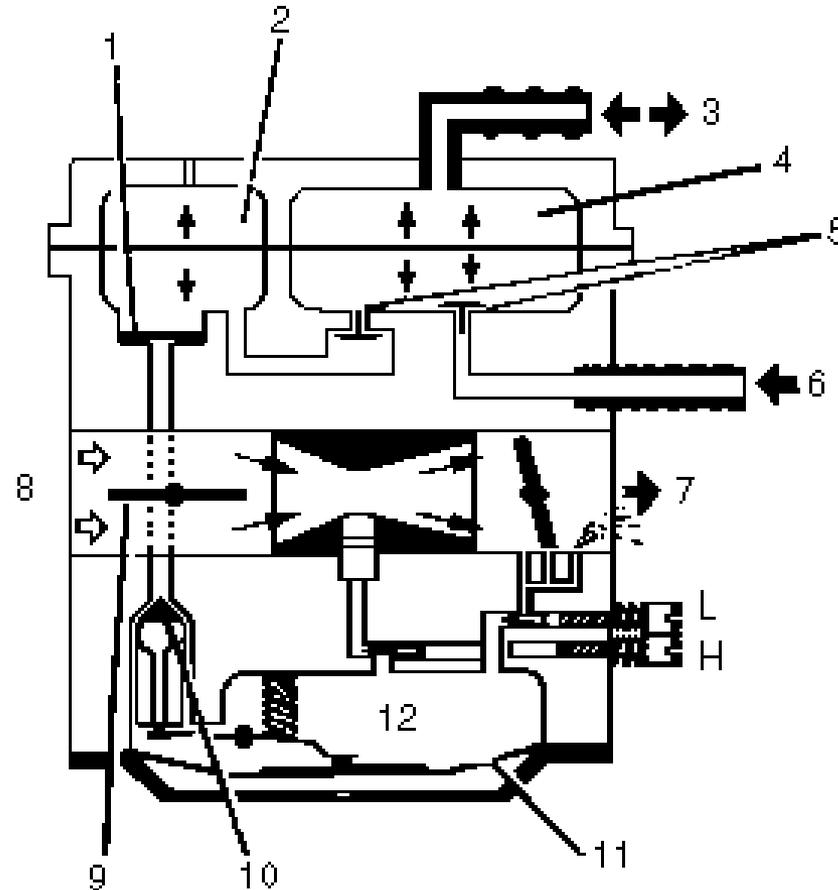
## Constituição:

- uma **bomba de alimentação**, que tem uma membrana que está sujeita às pulsações do cárter do motor, cuja deformação provoca a aspiração e saída da gasolina; a aspiração da gasolina do reservatório e a saída para a câmara de amortecimento são controladas por válvulas. **A regularização da pressão do combustível da bomba é assegurada pelas deformações da membrana da câmara de amortecimento;**
- uma **câmara de amortecimento** que, com uma membrana, regulariza a pressão do combustível da bomba;

## Constituição (cont):

- uma **câmara de dosagem** em que uma agulha, cujo movimento é comandado por uma membrana, impede a entrada de combustível quando o motor está parado;
- um **sistema de dosagem**, que é o responsável pela regulação nos circuitos de marcha normal (H) e do mínimo (L).

Na 1ª situação a regulação é obtida por um parafuso de regulação da riqueza da mistura e, na 2ª situação a regulação é efetuada junto da borboleta do acelerador através de orifícios de progressividade.



Representação de um carburador membrana

1- Filtro 2- **Câmara de amortecimento** 3- Cárter motor 4- **Bomba de alimentação**

5- Válvulas 6- Entrada de gasolina 7- Saída de ar + gasolina 8- Entrada de ar

9- Borboleta de arranque a frio 10- Agulha 11- Membrana 12- **Câmara de dosagem**

## A carburação com o gás de petróleo liquefeito

O sistema de alimentação de um motor que utilize gás de petróleo liquefeito (GPL) é constituído por um reservatório, um distribuidor com várias válvula, uma câmara de expansão - vaporização e um misturador.

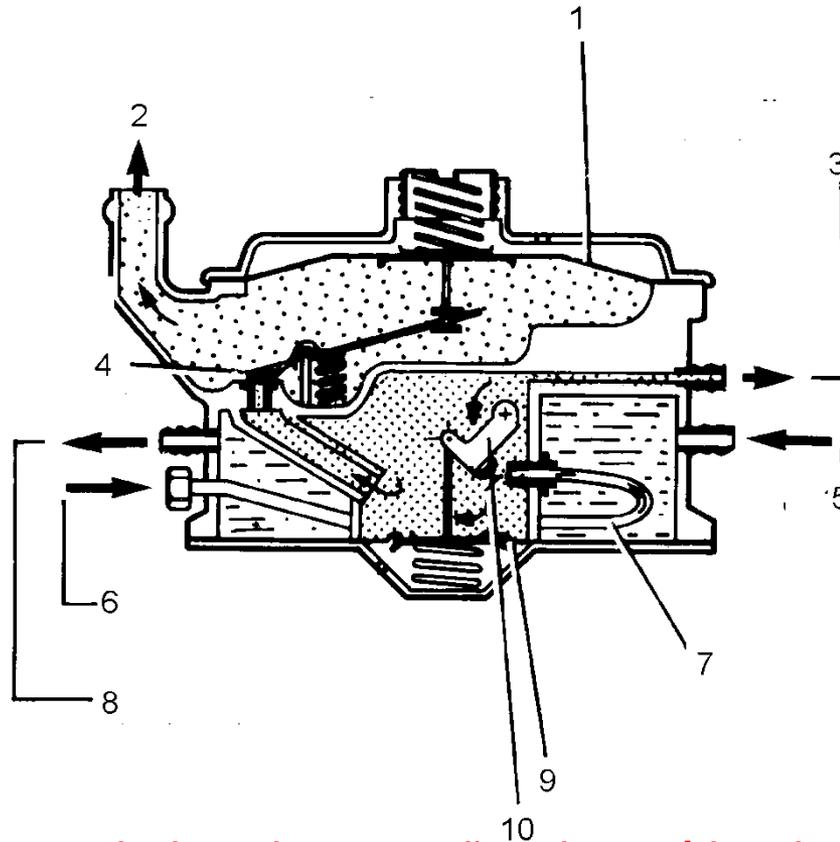
### Constituição:

- um reservatório, geralmente de aço, com uma capacidade que varia entre os 50 e 150 litros, e com uma pressão interior de 4 - 5 bar.
- um distribuidor, que se encontra no interior de uma caixa estanque, ventilada, apresenta uma torneira, com válvula anti - retorno, para enchimento do reservatório, uma válvula para saída do gás liquefeito, um indicador de nível com mostrador e um limitador de enchimento (80-85%), comandado por uma boia, para permitir a dilatação do gás; caso se verifique alguma rutura nas condutas um limitador de débito evita a saída do gás.

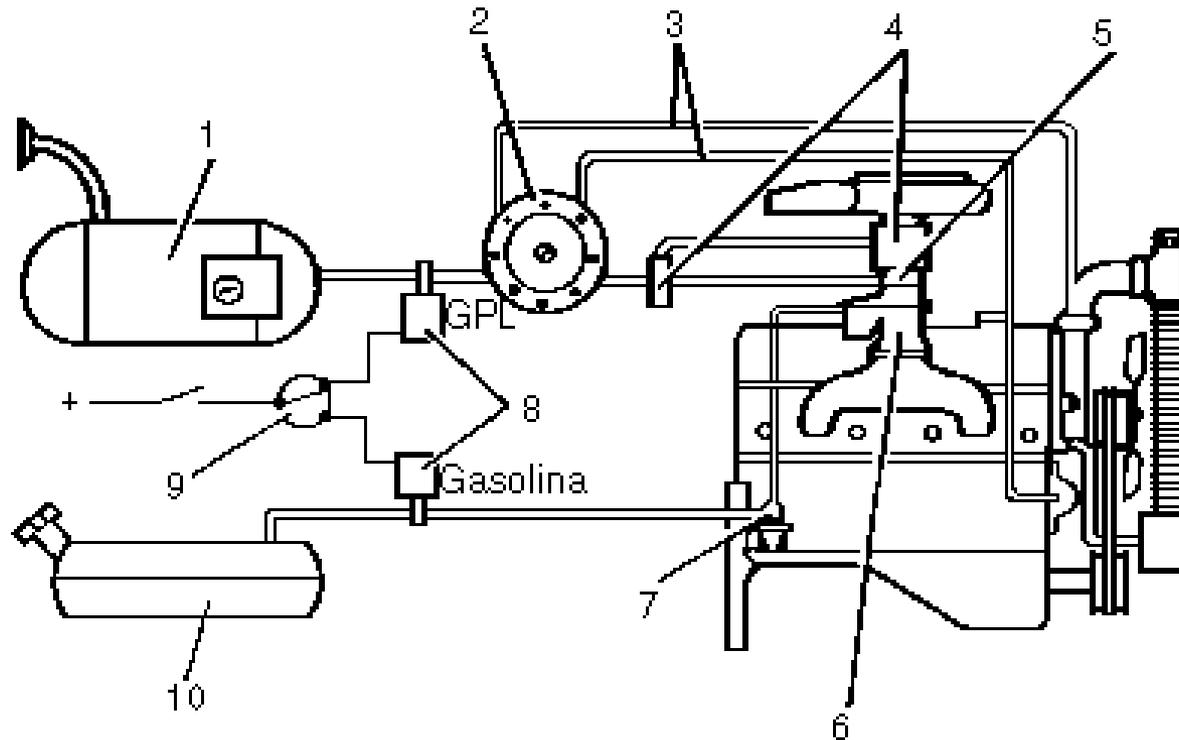
# Departamento de Agronomia

- uma electroválvula de segurança que controla a chegada do gás liquefeito à câmara de expansão - vaporização. Esta serve, como o nome indica, para reduzir a pressão do gás liquefeito que permite a sua passagem à forma de vapor;
- um misturador que, no caso dos motores que funcionam apenas com GPL, encontra-se colocado no início do coletor de admissão, e nos de bicarburação junto do carburador. No primeiro caso o misturador é constituído por uma válvula de esfera que regula a quantidade de mistura e no segundo é diretamente acionado pela depressão das condutas de admissão; neste caso um comutador permite mudar o combustível de gasolina para GPL ou vice-versa.

# Departamento de Agronomia



- 1- Membrana do regulador de pressão da saída de gases 2- Saída dos gases expandidos e vaporizados, para o motor 3- Saída dos gases para o dispositivo de ralenti e arranque a frio 4- Válvula reguladora do débito de saída 5- Entrada do líquido de aquecimento 6- Chegada dos GPL 7- Serpentina de aquecimento 8- Saída do líquido de aquecimento 9- Membrana da câmara de distensão 10- Válvula de entrada



Representação de um sistema de alimentação de um motor com bicarburação.

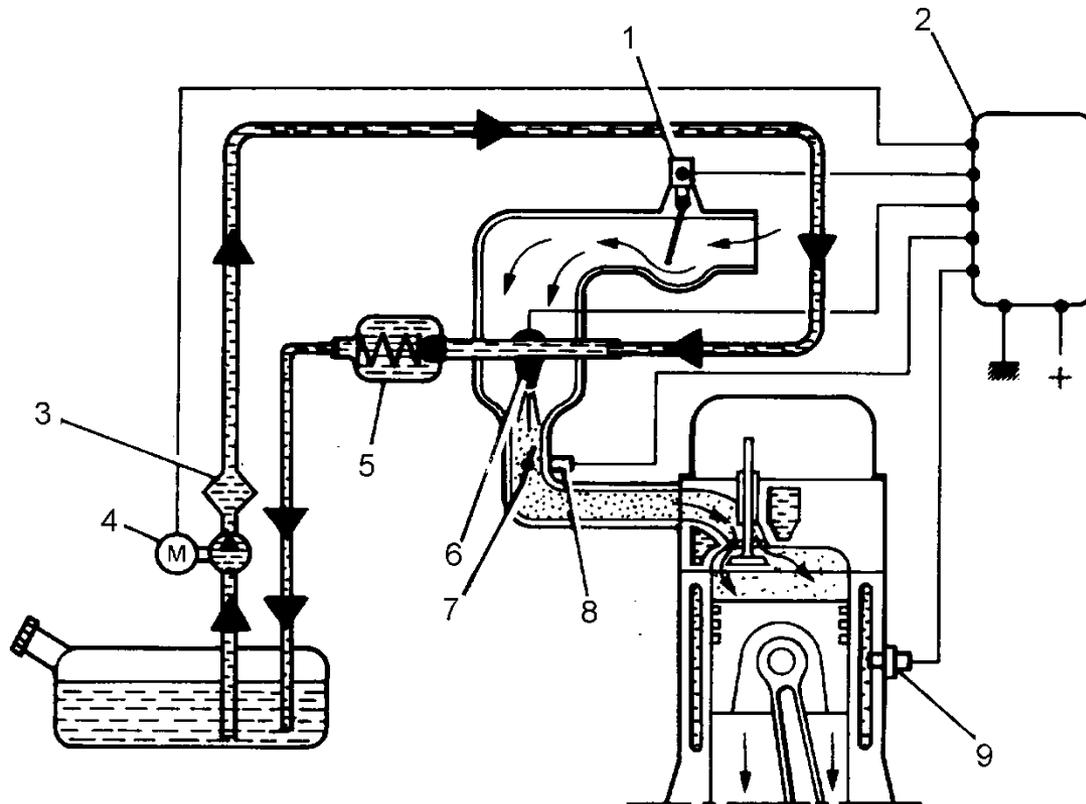
- 1- Reservatório de GPL
- 2- Câmara de expansão – vaporização
- 3- Conduitas de aquecimento
- 4- Regulador de débito do gás
- 5- Misturador
- 6- Carburador
- 7- Bomba de gasolina
- 8- Electroválvulas
- 9- Seletor de gasolina - GPL
- 10- Reservatório de gasolina

## Algumas medidas para diminuir a poluição atmosférica:

- melhoramento da estanquicidade dos reservatórios;
- reciclagem dos vapores do cárter no carburador;
- ajustar o início da ignição às diferentes situações;
- utilizar circuitos no carburador que melhorem a homogeneidade e proporção da mistura;
- melhorar as técnicas de injeção;
- utilizar conversores catalíticos nos escapes.

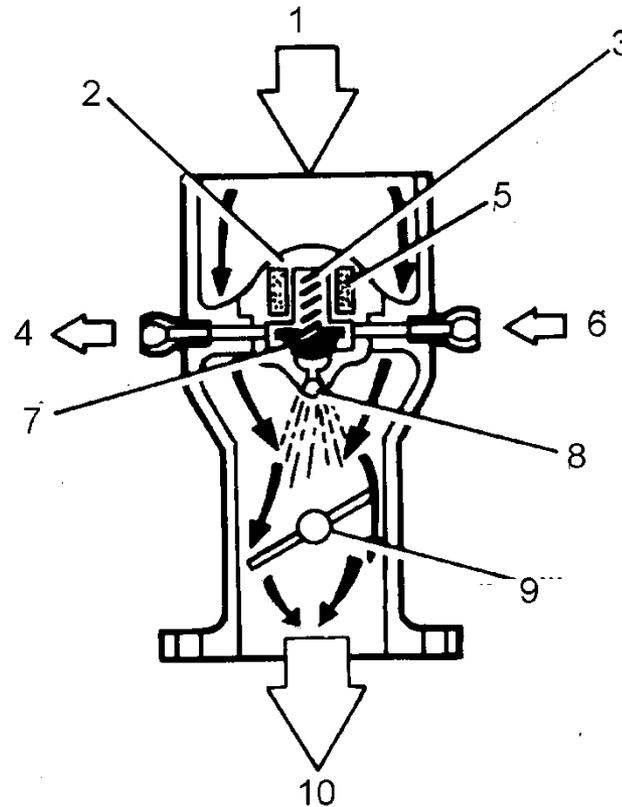
## Fatores relativos ao motor:

- condutas de admissão em bom estado;
- filtro de ar se encontre limpo;
- válvulas afinadas;
- sistema de alimentação e ignição a funcionar corretamente.



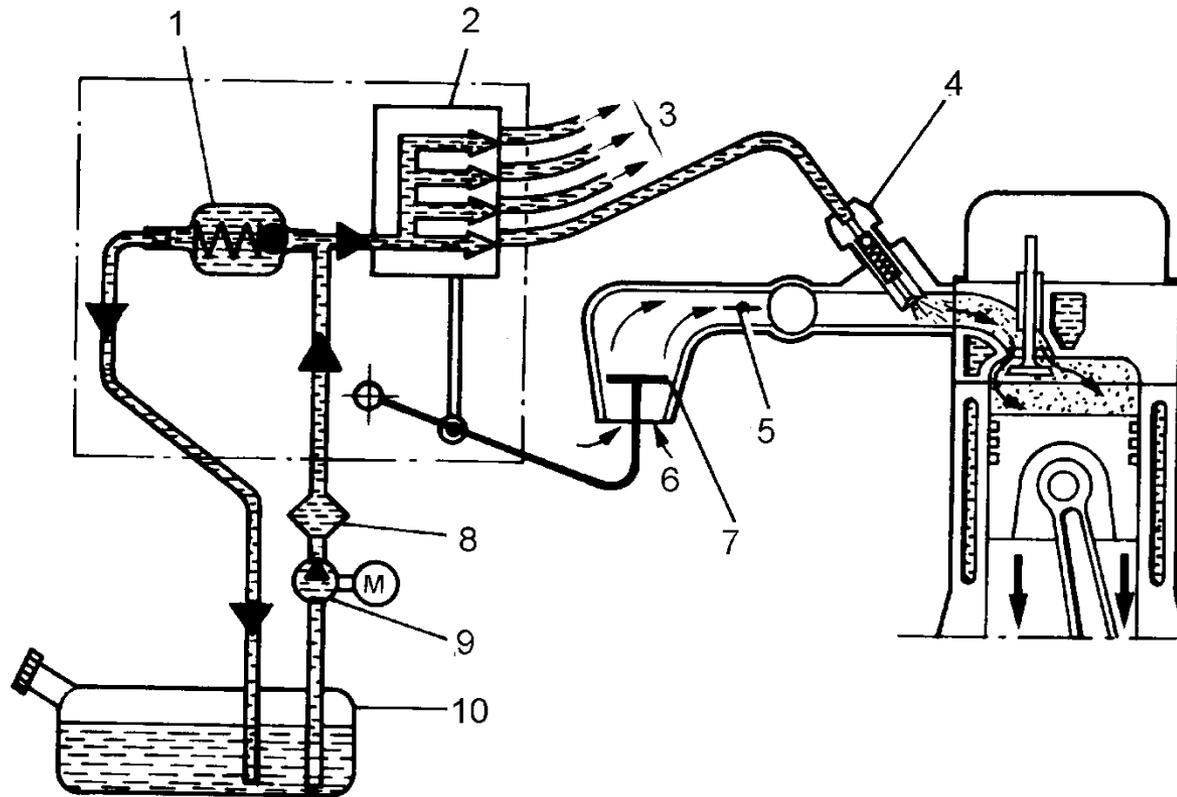
## Injeção monoponto

1- Sonda de débito do ar 2- Calculador 3- Filtro 4- Bomba elétrica 5- Regulador de pressão 6- Injetor 7- Borboleta 8- Captor de posição da borboleta 9- Sonda de temperatura



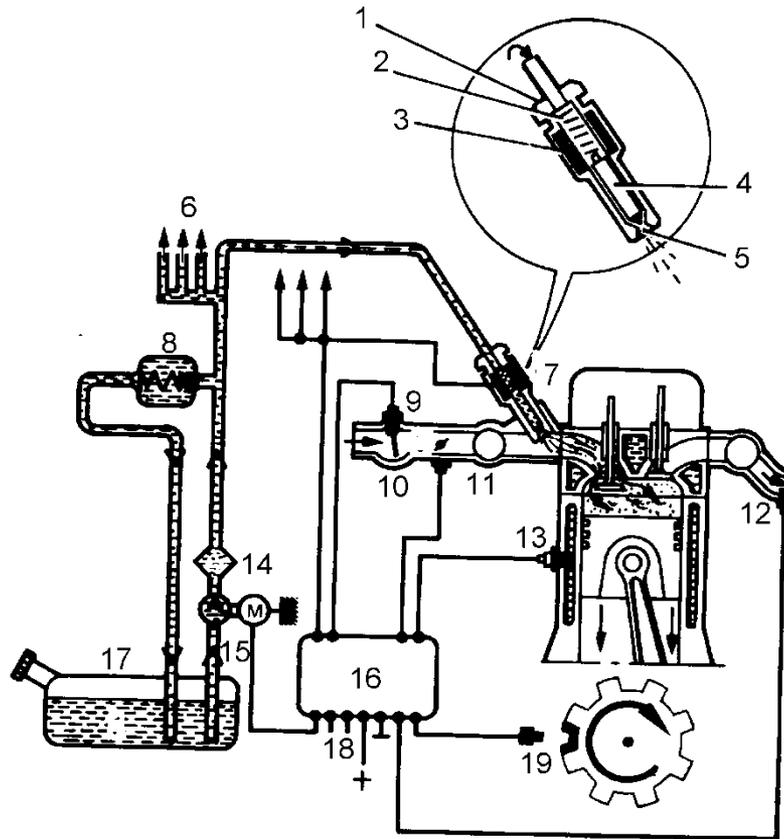
## Injetor monoponto

1- Entrada de ar 2- Corpo do injetor 3- Mola 4- Saída da gasolina para o regulador e reservatório 5- Bobina do eletroímã 6- Chegada da gasolina sob pressão 7- Válvula 8- Orifícios do injetor 9- Borboleta do acelerador 10- Saída da mistura ar - gasolina para os cilindros



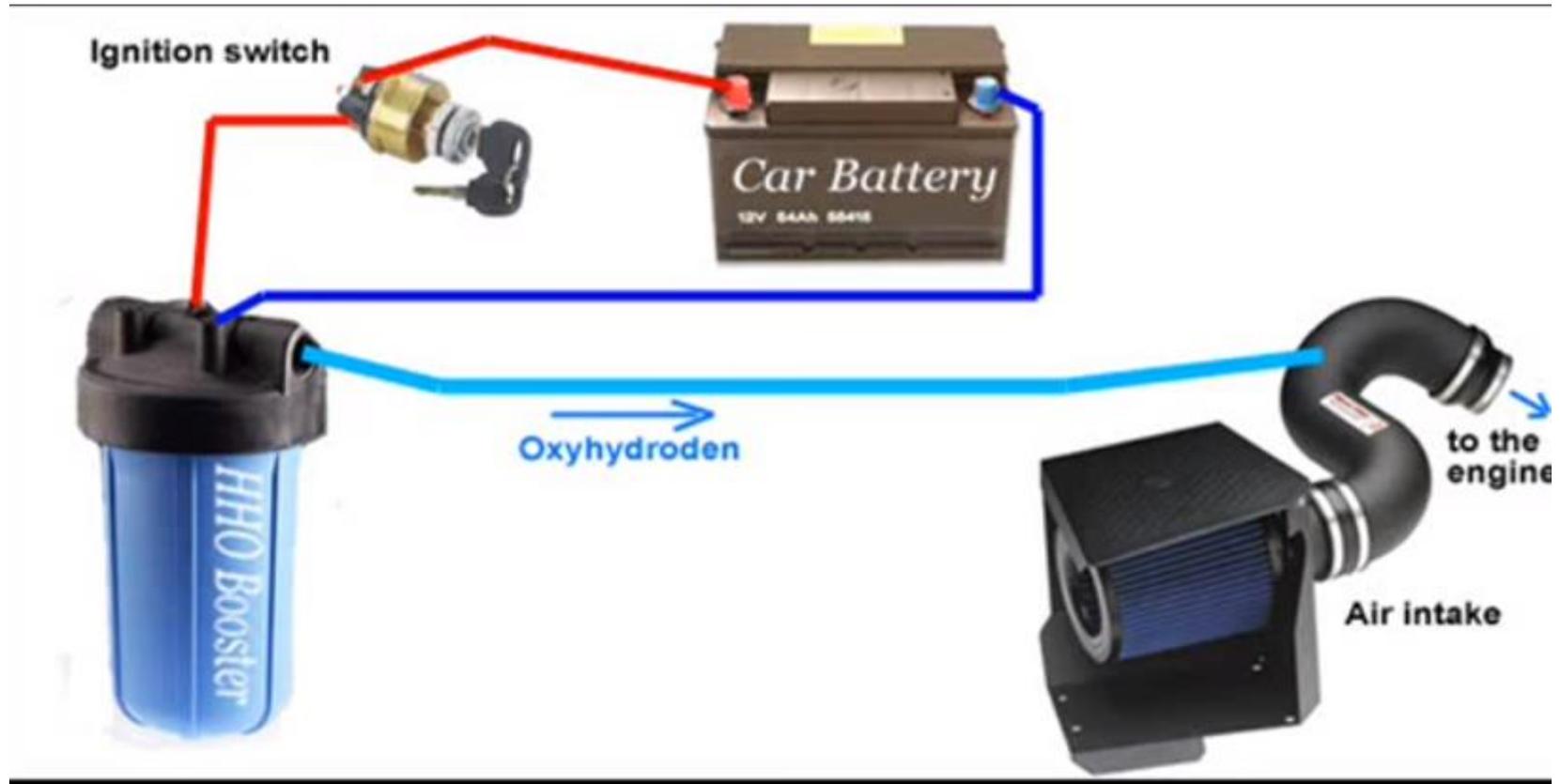
## Injeção multiponto

1- Regulador de pressão 2- Doseador distribuidor 3- Saídas para os outros cilindros 4- Injetor 5- Borboleta 6- Ar 7- Debímetro 8- Filtro 9- Bomba elétrica 10- Reservatório



## Injeção multiponto intermitente

- 1- Corpo 2- Mola 3- Bobina 4- Válvula 5- Orifício 6- Saídas para os injetores  
7- Injetor eletromagnético 8- Regulador de pressão 9- Sonda de débito de ar  
10- Borboleta do acelerador 11- Sonda de posição da borboleta 12- Sonda dos gases de escape 13- Sonda da temperatura 14- Filtro 15



Hidrólise da água para produção de hidrogénio