

**O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS MOTORES A QUATRO TEMPOS  
1993**

**ÍNDICE**

1- Introdução .....	3
2- Constituição do sistema de distribuição .....	3
2.1- Válvulas .....	3
2.2- Órgãos de comando das válvulas .....	5
3- Ajuste da folga das válvulas .....	7
4- Avanços e atrasos na distribuição .....	8
Bibliografia .....	10

## 1- Introdução

O funcionamento dos motores de combustão interna baseia-se na pressão resultante da combustão de um fluído no interior de um cilindro que, durante esta fase, deve ser estanque. Este deve, no entanto, estar em contacto com o exterior quando da admissão do fluído e da saída dos gases resultantes da combustão.

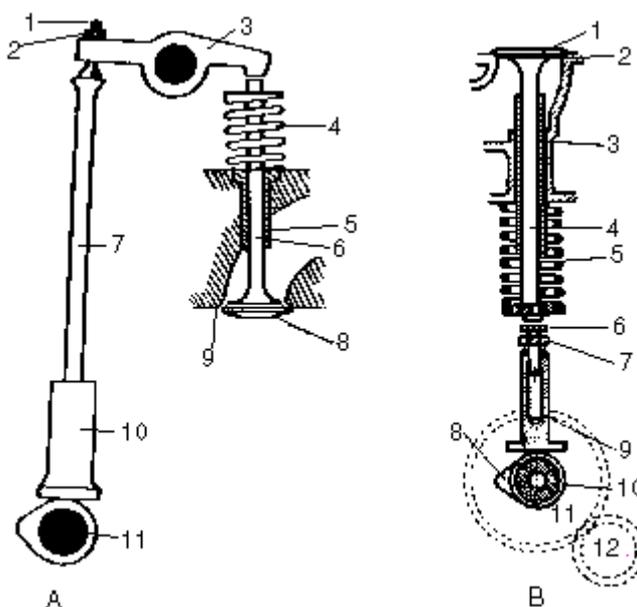
Assim, para que seja possível darem-se todas as fases do ciclo operativo, é fundamental que exista um conjunto de dispositivos que regulem a entrada e saída dos gases nos cilindros, que, nos motores de quatro tempos, constitui o sistema de distribuição.

## 2- Constituição do sistema de distribuição

O sistema de distribuição é constituído fundamentalmente por válvulas e órgãos de comando das válvulas.

### 2.1- Válvulas

As válvulas, que são os elementos que ao abrir e fechar permitem ou não a ligação dos cilindros com o meio exterior, estão colocadas no seguimento dos cilindros, **válvulas à cabeça** (a abertura das entradas estão situadas na câmara de combustão), ou ao lado daqueles, **válvulas laterais**.



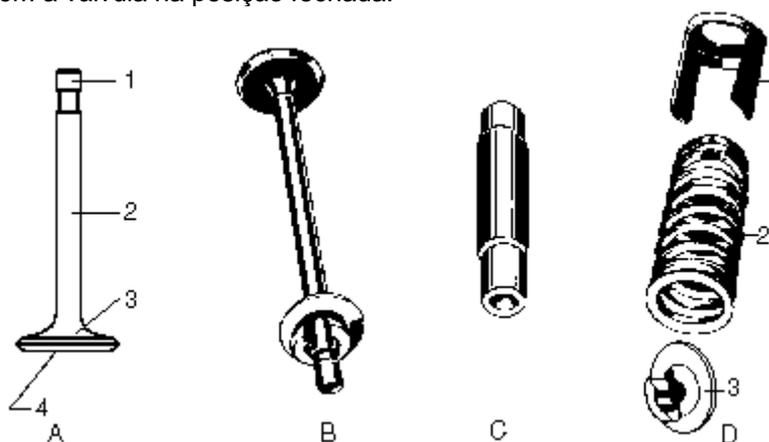
**Figura 1-** Sistemas de distribuição com válvulas à cabeça (A) e laterais (B).

A: 1- Parafuso de afinação da folga 2- Porca de fixação do parafuso de afinação 3- Balanceiro (martelo) 4- Mola da válvula 5- Guia da válvula 6- Válvula 7- Vareta 8- Cabeça da válvula 9- Sede da válvula 10- Taco 11- Came

B: 1- Cabeça da válvula 2- Sede da válvula 3- Guia da válvula 4- Haste da válvula 5- Mola da válvula 6- Porca de afinação da folga 7- Contraporca para fixação da porca de afinação 8- Came 9- Taco 10- Árvore de cames 11- Roda dentada 12- Carreto

Fonte: Estevez (1976)

Relativamente à sua constituição estas têm uma cabeça, uma haste e um pé. A cabeça tem a forma de cogumelo achatado com o bordo chanfrado, em bisel, que assenta sobre a sede da válvula. A haste, que é alongada e tem movimento alternativo no interior da guia da válvula, apresenta um acabamento e folgas muito precisas, para ajudar o arrefecimento e evitar a passagem de óleo para os cilindros; as guias, juntamente com o óleo projectado pelos balanceiros, asseguram o arrefecimento das válvulas. As folgas entre as hastes das válvulas e as guias estão geralmente compreendidas entre 0.025 - 0.075 mm, para as de admissão, e 0.050 - 0.10 para as de escape. O pé, que é a parte terminal da válvula, oposta à cabeça, e que é endurecido por tratamento térmico ou apresenta um troço de metal duro, tem um entalhe que serve para fixar as molas que mantêm a válvula na posição fechada.



**Figura 2-** Representação de uma válvula e diferentes peças de fixação

A: 1- Pé 2- Haste 3- Cabeça 4- Chanfro

B: Válvula com prato

C: Guia da válvula

D: 1- Guia da mola 2- Mola 3- Anilha cônica

Fonte: Estevez (1976)

As válvulas de admissão, que estão sujeitas a temperaturas inferiores às de escape, são geralmente feitas em aço ou níquel, enquanto estas últimas são geralmente feitas de aço ou tungsténio; a cabeça das válvulas de admissão têm um diâmetro superior, pois a entrada de ar para o interior dos cilindros, no caso dos motores atmosféricos, resulta apenas da depressão criada pela deslocação do êmbolo para o seu ponto morto inferior (PMI). A utilização de mais que um par de válvulas por cilindro é frequente nos motores dos automóveis por forma a facilitar o fluxo dos fluídos, sobretudo a altas rotações.

Como se pode observar na figura 2 (A), a cabeça da válvula apresenta em toda a sua periferia um pequeno chanfro que permite, quando na posição de fechada (assente na sua sede), que a estanquicidade seja "absoluta"; caso isto não se verifique a compressão no interior do cilindro baixa, diminuindo o rendimento do motor, e a válvula e a sua sede danificam-se rapidamente devido à acção térmica e corrosiva dos gases.

A sede das válvulas, que não é mais que uma banda circular, feita de uma liga especial, onde se apoia a cabeça daquelas, tem uma área muito pequena, para que a pressão seja suficientemente elevada para esmagar os resíduos carbonosos que aí se venham a depositar; nos

motores com válvulas à cabeça as sedes encontram-se na cabeça do motor e no caso nas válvulas laterais no bloco motor.

## 2.2- Órgãos de comando das válvulas

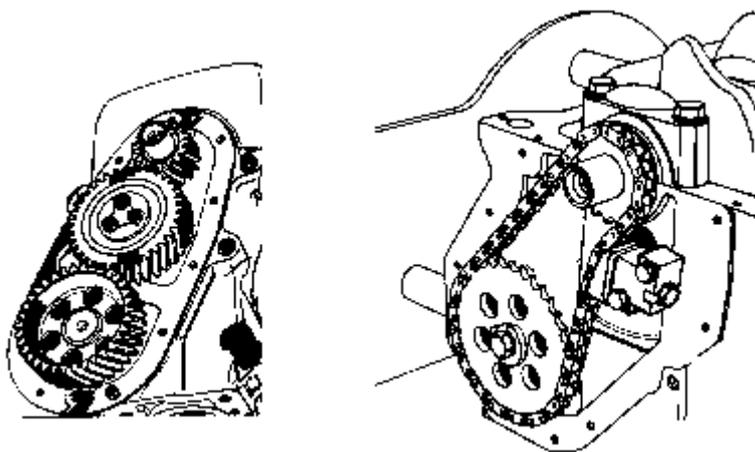
Os principais órgãos de comando das válvulas laterais são a árvore de cames (veio de ressaltos ou de excêntricos), os tacos (impelidores), as válvulas e as molas das válvulas; esta disposição lateral das válvulas utiliza-se nos motores de ciclo Otto de pequena - média potência, sendo a árvore de cames colocada no bloco motor, imediatamente por baixo das válvulas que estão viradas para baixo, sendo o seu accionamento directo (não há balanceiros). Esta solução tem sido progressivamente abandonada pois interfere com o desenho a dar à câmara de combustão.

Nos motores com válvulas à cabeça a árvore de cames, que recebe o movimento da cambota (veio de manivelas) por meio de engrenagens ou correntes de elos, atua direta ou indiretamente nos balanceiros, que rodam em torno do seu eixo, abrindo as válvulas; quando a atuação é indireta o came da árvores empurra o taco e este a vareta que pressiona uma das extremidades do balanceiro.

A disposição das válvulas à cabeça permite colocar a árvore de cames ao lado do bloco motor, o que facilita o seu accionamento pela cambota e melhora a sua lubrificação, ou junto aos balanceiros, sendo neste caso mais complicado o seu accionamento e lubrificação; o accionamento das válvulas laterais é mais directo e preciso que a primeira situação anterior, permitindo reduzir a inércia das peças em movimento. Determinados motores apresentam a árvore de cames à cabeça atuando os ressaltos diretamente nos balanceiros ou pé das válvulas.

Para além destes tipos de sistemas de distribuição existem outras soluções, nomeadamente os que utilizam duas árvores de cames à cabeça, uma para as válvulas de admissão e outra para as de escape; os sistemas mais complexos utilizam-se nos veículos de competição e desportivos.

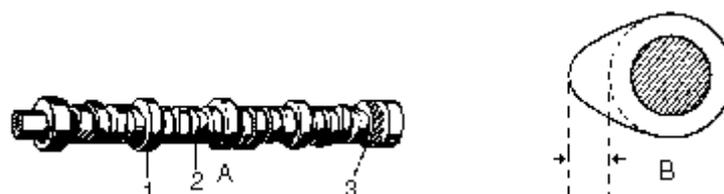
Relativamente ao accionamento do sistema de distribuição a árvore de cames recebe movimento da cambota, que é transmitido por rodas dentadas montadas nas extremidades anteriores daqueles veios ou através de uma corrente; caso os carretos se encontrem bastante afastados monta-se um carreto intermédio. Considerando que o ciclo operativo de um motor de quatro tempos se efectua em duas voltas da cambota a velocidade de rotação da árvore de cames é metade da cambota.



**Figura 3-** Transmissão de movimento da cambota para a árvore de cames através de um carreto intermédio ou por corrente.

Fonte: Estevez (1976)

Quando o motor está em funcionamento a cada posição da cambota corresponde apenas uma posição da árvore de cames pelo que os carretos de transmissão destes veios apresentam marcas para se proceder à sua montagem correcta.

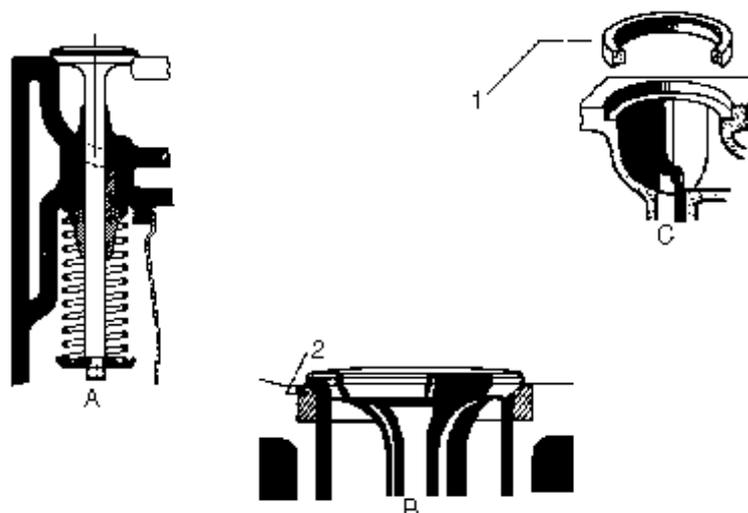


**Figura 4-** Representação de uma árvore de cames

A- Vista geral de uma árvore de cames B- Corte transversal de uma árvore de cames  
1- Apoio 2- Ressalto 3- Carreto para accionamento do distribuidor e a bomba de óleo.

Fonte: Estevez (1976)

Como se pode observar na figura 4 a árvore de cames apresenta tantos pares de ressaltos quantos o número de cilindros; estes ressaltos permitem a transformação do movimento rotativo em alternativo necessário à abertura das válvulas



**Figura 5-** Representação de um esquema relativo à montagem de uma válvula (A), pormenor da sede da válvula (B) e do anel de assentamento da válvula (C).

Fonte: Estevez (1976)

Relativamente à disposição das válvulas e molas estas são montadas como se mostra na figura 5 A, ou seja, a distensão da mola, que se encontra comprimida entre o prato de retenção da mola, fixo por duas cunhas cónicas, e a guia da válvula, comprime a cabeça desta contra a sede de assentamento.

### 3- Afinação da folga das válvulas

Considerando que as válvulas estão sujeitas a importantes variações de temperatura, especialmente as de escape, é fundamental que exista uma folga entre o pé da válvula e o elemento que o pressiona, pois, caso contrário, quando da sua dilatação poderiam não se fechar completamente. A folga excessiva implica também um mau funcionamento do motor pois conduz a um atraso na abertura e a uma antecipação no fecho.

As folgas entre os pés das válvulas e os balanceiros (tacos) dos motores são fixadas pelos construtores, pois de acordo com a construção o efeito da dilatação é variável; a folga é maior nas válvulas de escape do que nas de admissão. Salvo indicações em contrário, as folgas preconizadas referem-se ao motor a frio (parado pelo menos 6 a 10 horas) e são da ordem de 0,20 a 0,30 mm para as de escape e 0,10 a 0,20 mm para as de admissão.

Antes de proceder à verificação das folgas, utilizando um jogo "apalpa folgas", e depois de ter retirado a tampa das válvulas é preciso referenciá-las de modo a distinguir as de admissão das de escape. É necessário também conhecer a ordem de inflamação, dado que a afinação deve ser feita, em cada cilindro, com a árvore de manivelas (cambota) colocada de tal modo que o êmbolo respectivo se encontre no ponto morto superior, no fim da compressão. Neste momento, a que corresponde a inflamação, as válvulas desse cilindro estão bem fechadas e prontas a serem verificadas. A identificação da ordem de inflamação deve ser feita observando a sequência dos contrabalanços das válvulas de cada cilindro; o contrabalanço, ou seja o movimento simultâneo das duas válvulas de um cilindro, obtém-se devido ao avanço da abertura da válvula de admissão e atraso no fecho da válvula de escape.



**Figura 6-** Afinação das válvulas de um motor com válvulas à cabeça

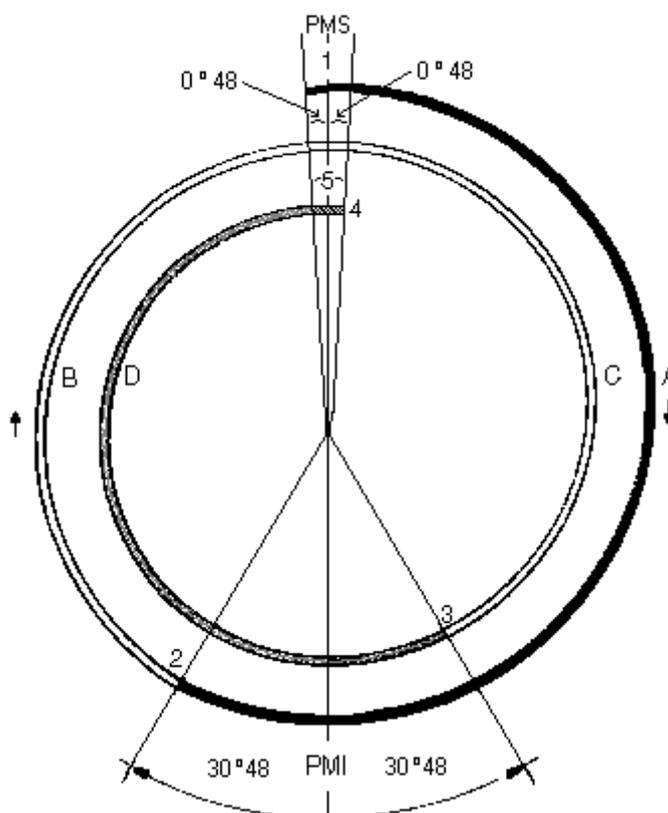
Fonte: CNEEMA (1976)

#### 4- Avanços e atrasos na distribuição

Contrariamente ao referido nos ciclos teóricos, a abertura e fecho das válvulas, e o momento em que se dá a ignição ou injeção, não é efetuada nos pontos mortos, mas ligeiramente desfasados destes por forma a contrariar os fenómenos de inércia adaptando os ciclos operativos aos motores rápidos.

Assim, a abertura das válvulas de admissão efectua-se antes do êmbolo atingir o seu ponto superior, designando-se este avanço como **avanço à abertura da válvula de admissão**, o mesmo sucedendo com a válvula de escape, em que há um **avanço à abertura da válvula de escape**. Relativamente ao fecho destas válvulas ele dá-se com um ligeiro atraso, o que permite um maior enchimento do cilindro pelo aumento do tempo de admissão, e uma mais completa saída dos gases de escape; estes atrasos designam-se respectivamente por **atraso ao fecho da válvula de admissão** e **atraso ao fecho da válvula de escape**.

Considerando a abertura e fecho das válvulas o rendimento volumétrico será tanto maior quanto maior for o intervalo de tempo entre aquelas duas operações; os dados referentes à abertura e fecho das válvulas são representados num **diagrama circular de distribuição**, sendo os seus valores indicados pelo construtor em graus de rotação da cambota, geralmente medidos no volante motor.



**Figura 7-** Representação de um diagrama circular de distribuição

A- admissão B- Compressão C- Expansão D- Escape

1- Avanço à abertura da válvula de admissão 2- Atraso no fecho da válvula de admissão

3- Avanço à abertura da válvula de escape 4- Atraso no fecho da válvula de escape 5- Ângulo em que as duas válvulas se encontram abertas.

Fonte: CNEEMA (1976)

Como se pode verificar no diagrama há um curto espaço de tempo em que as duas válvulas se encontram abertas, uma no fim do tempo de escape e a outra no princípio da admissão; este movimento simultâneo das duas válvulas designa-se por contrabalanço.

## Bibliografia

Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Sintra. Galucho

CEMAGREF. (1991). Les tracteurs agricoles. Technologies de l'agriculture. Antony. CEMAGREF.

CNEEMA- Livre du Maitre. (1976). Tracteurs et machines agricoles. Tome I. Antony. CNEEMA

Estevez, S. (1976). Tecnologia do automóvel. Barcelona. Plátano Editora

Pugliesi, M. (1976). Manual completo do automóvel. S.Paulo. Hemus

Sully, F.; Unstead, P. (1978). Motores de automóvel. Vila da Feira. Editorial Presença.