



1. Motores a Pistão:

Aviões de pequeno porte

Semelhante aos motores automotivos

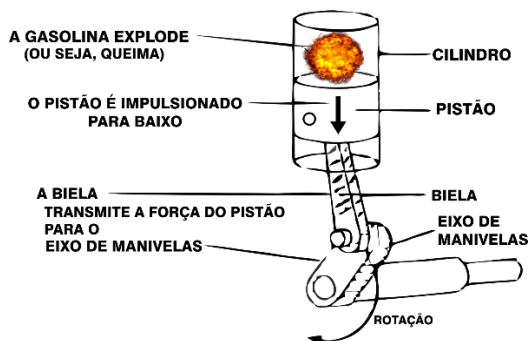
Diferenças necessárias ao uso meio aeronáutico

2. Princípio de Funcionamento:

Aproveita a energia da queima dos gases do combustível no interior de um cilindro. Os gases resultantes da combustão impulsionam um pistão em um movimento linear.

O pistão recebe a energia cinética da expansão dos gases queimados e por sua vez está ligado na Biela, peça que irá transformar o movimento em rotação por estar conectada com eixo de manivelas.

O motor funciona através de sucessão de impulsos sobre o pistão.



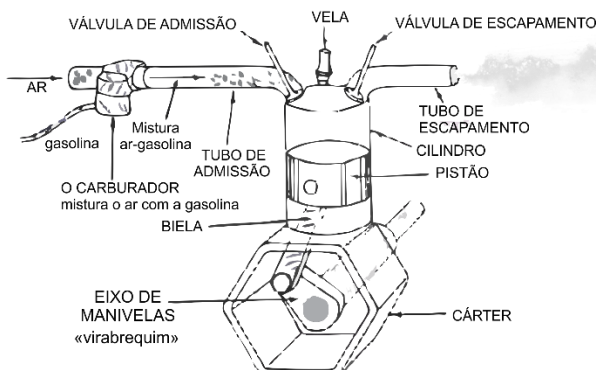
3. Os motores a pistão podem ser classificados em dois grupos:

Motores a Quatro Tempos

Motores a Dois Tempos.

O MOTOR A QUARTO TEMPOS

1. As principais partes que compõem os motores a quatro tempos são:



2. Pontos Mortos e Curso:

O pistão se movimenta no interior do cilindro, ao se movimentar o pistão encontra duas extremidades conhecidas como, na extremidade superior Ponto Morto Alto (PMA) e na extremidade inferior Ponto Morto Baixo (PMB).

A distância entre estes dois pontos mortos é conhecida como Curso.

Desenhe a compreensão de ponto morto alto (PMA), ponto morto baixo (PMB) e Curso conforme explicado em aula.

3. O Funcionamento do Motor a Quatro Tempos

Esse tipo de motor não inicia o seu movimento sozinho; é preciso girá-lo algumas vezes até que ocorra a primeira combustão, para isso deve haver um cecanismo de partida ou a partida manual deve ser realizada.

O seu funcionamento está fundamentado na repetição de CICLOS

1 CICLO = 4 ETAPAS ou 4 TEMPOS = 6 FASES

Primeiro Tempo: ADMISSÃO

O primeiro tempo chama-se ADMISSÃO.

Neste momento o pistão está se deslocando do PMA (ponto morto alto) para o PMB (ponto morto baixo) portanto esta numa trajetória descendente e a válvula de admissão esta aberta.

Neste tempo ocorre a **PRIMEIRA FASE**, que chama-se também ADMISSÃO, porque o pistão aspira a mistura de ar e gasolina para dentro do cilindro. O mecanismo que abre e fecha as válvulas é conhecido como Sistema de Comando de Válvulas e será estudado posteriormente.



Segundo Tempo: COMPRESSÃO

O segundo tempo chama-se COMPRESSÃO.

Neste momento o pistão está se deslocando do PMB (ponto morto baixo) para o PMA (ponto morto alto) portanto está numa trajetória ascendente e as duas válvulas estão fechadas.

Neste tempo ocorre a **SEGUNDA FASE**, que se chama também COMPRESSÃO, porque o pistão está comprimindo a mistura ar combustível que ficou presa no interior do cilindro. Aparentemente parece ser um desperdício de trabalho, porém se a mesma combustão produziria pouca potência mecânica e a energia do combustível seria perdida em forma de calor.

Terceiro Tempo: TEMPO MOTOR

No terceiro tempo ocorre a **TERCEIRA FASE** denominada como IGNIÇÃO, ocorre quando a vela produz a faísca, dando então início a **QUARTA FASE** denominada COMBUSTÃO.

No terceiro tempo (TEMPO MOTOR) o pistão está se deslocando do PMA (ponto morto alto) para o PMB (ponto morto baixo) portanto numa trajetória descendente, essa descida foi provocada pela forte pressão dos gases queimados que se expandem (Transforma a energia calorífica dos gases em energia cinética = expansão) na cabeça do pistão, esta é a **QUINTA FASE** denominada EXPANSÃO.

A partir deste momento o motor já pode funcionar sozinho porque o impulso dado à hélice é suficiente para mantê-lo girando até a próxima combustão. Este é o único tempo produtor de energia mecânica, os outros três tempos são denominados tempos preparatórios ou de inércia.

Quarto Tempo: ESCAPAMENTO

O quarto tempo chama-se ESCAPAMENTO, ESCAPE ou EXAUSTÃO.

Neste momento o pistão está se deslocando do PMB (ponto morto baixo) para o PMA (ponto morto alto) portanto numa trajetória ascendente e com a válvula de escapamento aberta.

Neste tempo ocorre a **SEXTA FASE** que chama-se também ESCAPAMENTO, porque os gases resultantes da queima são expulsos do cilindro pelo pistão.

Quando o pistão chega no PMA a válvula de escapamento fecha-se, encerrando o primeiro **CICLO**, então tudo se repete na mesma sequência.

Após este estudo podemos dizer que o **TEMPO** é o conjunto de fases que ocorrem quando o pistão percorre um curso.

Em homenagem ao seu idealizador este ciclo de quatro tempos é denominado **CICLO DE OTTO** (ou ciclo de Otto-Beau de Rochas).

O Ciclo de Otto é completado em quatro tempos (seis fases) ou duas voltas do eixo de manivelas (giro de **720°**), sendo que o pistão recebe apenas um impulso motor.

O motor permanece girando devido à inércia das peças girantes, principalmente a hélice.

Geralmente, os motores possuem quatro ou mais cilindros, e as combustões ocorrem em instantes diferentes em cada cilindro de modo a se auxiliarem mutuamente.

Na prática as seis fases não correspondem exatamente aos quatro tempos do ciclo teórico, pois o ciclo teórico sofre modificações que levam em consideração os seguintes fatos:

A REALIDADE...

- Combustão real não é instantânea;
- Válvulas não se abrem e nem se fecham instantaneamente;
- Válvulas e tubulações oferecem resistência à passagem dos gases/mistura;
- A mistura e os gases queimados possuem inércia, havendo portanto um retardo no início e do término do fluxo dos mesmos.

MODIFICAÇÕES...

- Devido às diferenças teórico x real, foram previstos ajustes determinados experimentalmente pelo fabricante do motor, com o objetivo de se obter a máxima eficiência durante o funcionamento do motor.

MODIFICAÇÕES SÃO FEITAS PARAGARANTIR QUE ENTRE O MÁXIMO DE MISTURA E SAIA O MÁXIMO DOS GASES QUEIMADOS:

- Avanço na abertura da válvula de admissão.
- Atraso no fechamento da válvula de admissão.
- Avanço de ignição
- Avanço na abertura da válvula de escapamento.
- Atraso no fechamento da válvula de escapamento.



•São feitas baseadas nas condições de **voo em cruzeiro**, já que essa constituía a fase mais longa do voo, sendo as outras fases (marcha lenta, decolagem, aproximação...) transitórias, e por esse fato, admite-se uma eficiência não “tão ideal” nesses casos.

MODIFICAÇÕES DA ADMISSÃO...

•OBJETIVO:

Aumentar a carga de combustível admitida no cilindro.

Compensar os efeitos de resistência que a mistura sofre ao longo das tubulações.

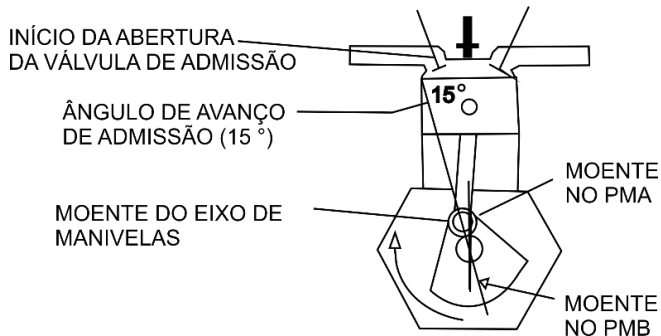
Compensar os efeitos de inércia

Avanço na abertura da válvula de admissão (AvAA)

Este avanço é a antecipação do início da abertura da válvula de admissão, para que esteja totalmente aberta quando o pistão atingir o PMA.

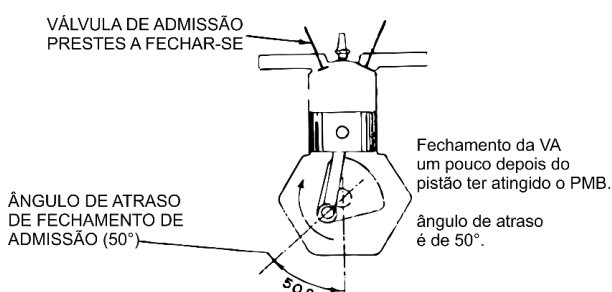
ESTE AVANÇO É MEDIDO EM GRAUS EM RELAÇÃO AO MOENTE DO EIXO DE MANIVELAS.

No exemplo, o avanço é de 15. (estas modificações iram variar de motor para motor).



Atraso no Fechamento da Válvula de Admissão (AtFA)

Este atraso no fechamento da válvula de admissão, acontece um pouco depois do pistão atingir o PMB, é muito vantajoso, porque permite com que a mistura continue sendo admitida, ou seja, permite com que a mistura que estava parada devido a inercia no tubo admissão seja admitida.



OBSERVAÇÕES

•REAL → A fase de admissão terá início no final do escapamento do ciclo anterior e acabará no terceiro tempo de compressão do ciclo atual (quando a válvula de admissão se fecha)

•REAL → O tempo de admissão não se altera, pois está vinculado ao curso do pistão.

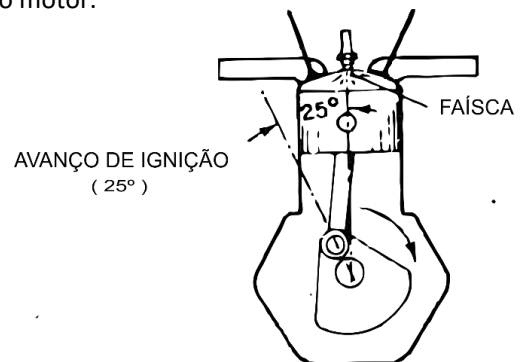
•Tempo e Fase são diferentes, embora as vezes possam estar juntas (caso teórico).

MODIFICAÇÕES NO TEMPO DE IGNIÇÃO

Deve ocorrer antes do ponto morto alto, porque a mistura leva um certo tempo para queimar.

Combustão real → Inicia-se no segundo tempo (compressão) e termina no terceiro tempo (tempo motor).

Velocidade da combustão é constante, o avanço da ignição deve ser tanto maior quanto maior a rotação do motor.



MODIFICAÇÕES NO TEMPO DE ESCAPAMENTO...

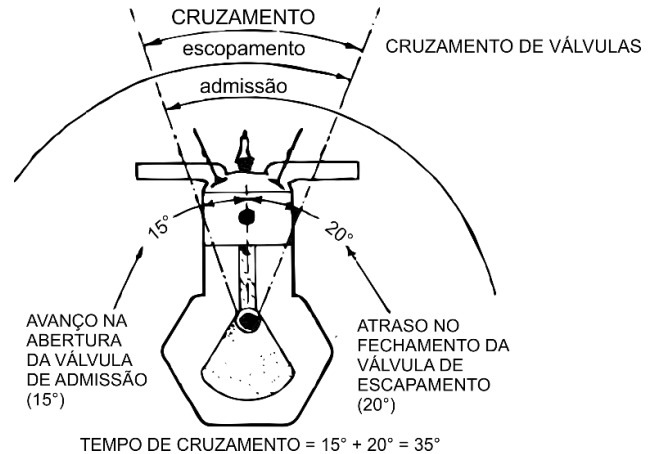
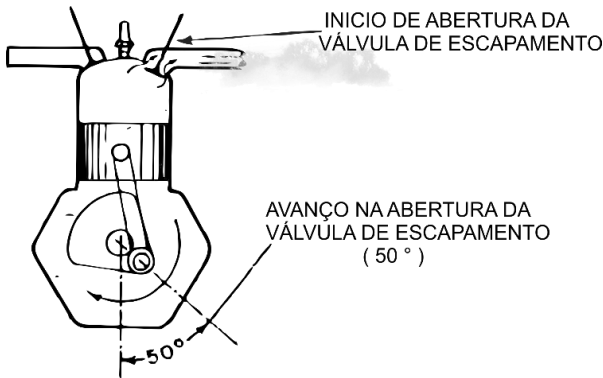
•Finalidade principal de eliminar os gases queimados de maneira mais completa possível.

•Limpeza/eliminação dos gases seja mais eficiente para não contaminar a próxima mistura de ar – combustível.

•Limpeza/eliminação dos gases seja mais eficiente porque gás queimado ocupa espaço e não produz energia.

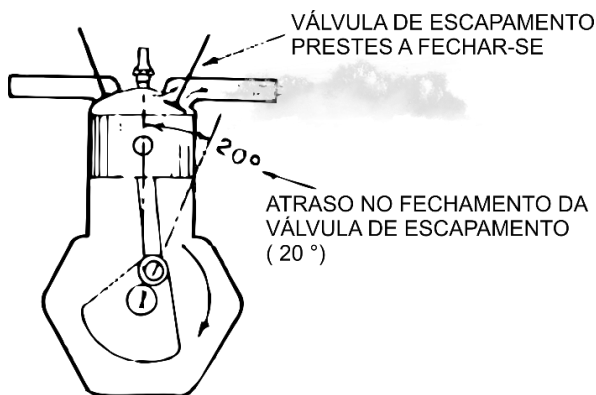
Avanço na Abertura da Válvula de Escapamento (AvAE)

Este avanço da abertura da válvula de escapamento antes do pistão atingir o PMB, para que os gases comecem logo a escapar e não exerçam muita oposição quando o pistão iniciar o curso ascendente logo a seguir.



Atraso no Fechamento da Válvula de Escapamento (AtFE)

Este atraso do fechamento da válvula de escapamento é feito para que no final do escapamento, os gases queimados continuam a sair mesmo quando o pistão atingir o PMA, devido a inércia. O atraso no fechamento da válvula tem a finalidade de aproveitar esse fato, para melhorar a expulsão dos gases resultante da queima.



CRUZAMENTO DE VÁLVULAS

- Nome dado a situação que ocorre no início da admissão.
- Duas válvulas ficam simultaneamente abertas
- Ciclo teórico isto não ocorreria
- Devido ao atraso e adiantamento das válvulas no real ocorre o cruzamento de válvulas.
- AVANÇO NA ABERTURA DA VÁLVULA DE ADMISSÃO E ATRASO NO FECHAMENTO DA VÁLVULA DE ESCAPAMENTO.

MODIFICAÇÕES NO TEMPO DE ESCAPAMENTO...

- Finalidade principal de eliminar os gases queimados de maneira mais completa possível.
- Limpeza/eliminação dos gases seja mais eficiente para não contaminar a próxima mistura de ar – combustível.
- Limpeza/eliminação dos gases seja mais eficiente porque gás queimado ocupa espaço e não produz energia.

Avanço na Abertura da Válvula de Escapamento (AvAE)

Este avanço da abertura da válvula de escapamento antes do pistão atingir o PMB, para que os gases comecem logo a escapar e não exerçam muita oposição quando o pistão iniciar o curso ascendente logo a seguir.

O cruzamento de válvulas é consequência das modificações (ciclo teórico x ciclo real), por isso favorece o funcionamento do motor na fase de cruzeiro, embora possa prejudicá-lo em outras condições.

O MOTOR A DOIS TEMPOS

Recebe este nome porque o seu ciclo é constituído por apenas dois tempos.

Mecanicamente é bastante simples e tem poucas peças móveis.

O próprio pistão funciona como válvula deslizante, abrindo e fechando as **janelas ou luzes**, por onde a mistura é admitida e os gases residuais da queima são expulsos, dessa forma não existem válvulas de admissão ou de escapamento.



Primeiro Tempo

Admitindo que o motor já esteja em funcionamento, o pistão sobe, comprimindo a mistura no cilindro e produz uma rarefação no cárter (parte inferior). O pistão ao estar próximo do PMA dá-se a ignição e a combustão da mistura. Ao mesmo tempo, dá-se a admissão da mistura nova no cárter, devido a rarefação que se formou durante a subida do pistão.

Desenhe a compreensão segundo a explicação do primeiro tempo:

Segundo Tempo

Neste tempo, os gases da combustão se expandem, então o pistão desce, comprimindo a mistura no cárter. Quando o pistão está próximo ao PMB, o próprio pistão abre a janela de escapamento, permitindo a saída dos gases resultantes da queima. A seguir abre-se a janela de transferência, e a mistura comprimida no cárter invade o cilindro, expulsando os gases queimados.

Desenhe a compreensão segundo a explicação do primeiro tempo:

IMPORTANTE

Durante o ciclo dois tempos ocorrem também as seis fases, sendo:

No primeiro tempo → (admissão, compressão, ignição e combustão)

No segundo tempo → (expansão e escapamento).

VANTAGENS DO MOTOR A DOIS TEMPOS :

- Mais simples
- Mais leve
- Mais potente, porque produz um tempo motor em cada volta do eixo manivelas.
- Custo menor, sendo por este motivo um motor muito utilizado em aviões "ultraleves" e autogiros.

Contudo, não é usado nos aviões em geral devido as seguintes desvantagens.

DESVANTAGENS DO MOTOR A DOIS TEMPOS:

- Pouco econômico, porque uma parte da mistura admitida no cilindro foge juntamente com os gases queimados.
- Após o escapamento, uma parte dos gases queimados permanecem no cilindro e acaba contaminando a nova mistura.
- Se aquece mais, devido a combustão que acontecem com maior frequência.
- A lubrificação é imperfeita, porque é necessário diluir o óleo lubrificante no combustível.
- O motor é menos flexível, sua eficiência diminui mais acentuadamente quando variam as condições de rotação, altitude, temperatura e etc.

