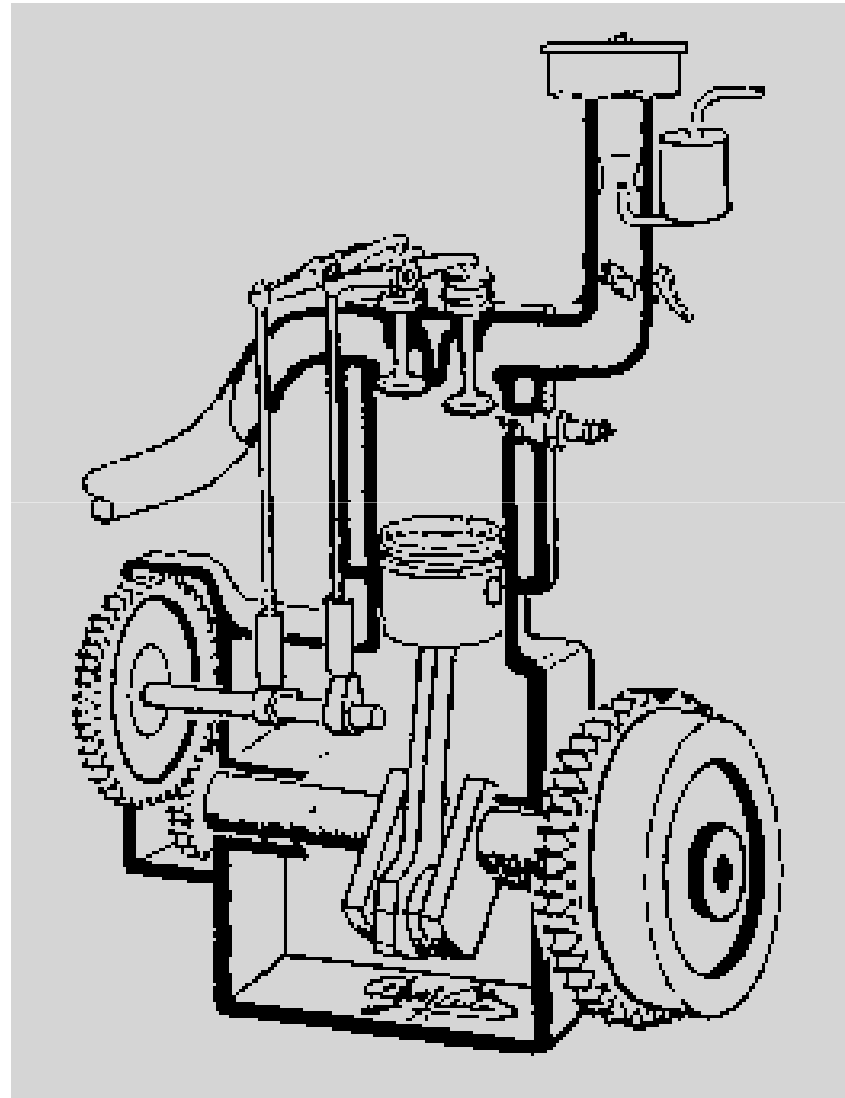


Motores alternativos



Objetivos

Parte prática

MOTORES – Algumas definições

MOTOR - Toda a máquina capaz de transformar qualquer forma de energia em energia mecânica

MOTOR TERMICO - Todo aquele que transforma energia calorífica em energia mecânica

MOTOR DE COMBUSTÃO EXTERNA - É aquele em que o combustível queimado fora dos cilindros

MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA - É um motor térmico que transforma a energia resultante da expansão dos gases da combustão de um produto energético no interior dos cilindros

MOTOR DE EXPLOSÃO - É um motor de combustão interna em que o combustível se inflama tempestuosamente por intermédio de uma Chispa. Este motor também se pode designar por de **IGNIÇÃO COMANDADA**

MOTOR DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO - É aquele que aspira ar, o qual é comprimido a uma pressão elevadíssima, o que origina um aumento de temperatura tal, que provoca a inflamação gradual e progressiva do combustível que lhe é introduzido por injeção

MOTOR DIESEL – É um motor de ignição por compressão que funciona a taxas de compressão elevadas o combustível utilizado é normalmente o gasóleo, o nome Diesel é o do inventor do referido motor **(Motores de Expansão)**

MOTOR SEMI - DIESEL - Trata-se de um motor de ignição por compressão que funciona a taxas de compressão baixas, motivo pelo qual necessita uma fonte de calor exterior para o arranque

MOTORES ALTERNATIVOS - O trabalho útil é executado por órgãos em movimento alternativo

MOTOR ELECTRICO - Todo aquele que transforma a energia eléctrica em energia mecânica

MOTOR EÓLICO É toda a máquina capaz de captar a energia do vento e transformá-la em energia mecânica. Este motor também se pode designar por aeromotor e moinho de vento

MOTOR DE TURBINA A GÁS - É um motor de combustão interna, rotativo, onde os gases da combustão fazem mover uma turbina.

MOTOR DE 4 TEMPOS - Motor de combustão interna que completa um ciclo de funcionamento durante 4 cursos do êmbolo

MOTOR DE 2 -TEMPOS - Motor de combustão interna que completa um ciclo de funcionamento durante 2 cursos do êmbolo

MOTOR MONOCILINDRICO - Possui um cilindro

MOTOR POLICILINDRICO - Mais do que um cilindro, agrupados segundo diferentes posições

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOTORES ALTERNATIVOS

Motores térmicos, são máquinas que têm por função transformar a energia calorífica em energia mecânica utilizável

A energia calorífica provem de diferentes fontes (Combustíveis de origem vária):

Energia eléctrica

Energia atómica

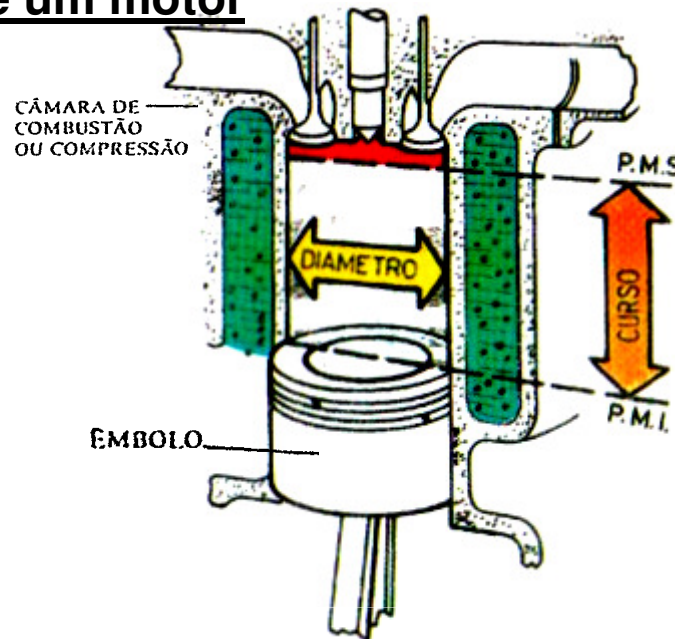
Combustíveis líquidos

Combustíveis gasosos

Motores alternativos (O trabalho útil é executado por órgãos em movimento alternativo)
dois grupos fundamentais, conforme se produz a Combustão:

- **Motores de inflamação por chispa;**
- **Motores por inflamação por compressão.**

Dados nominais de um motor



Cilindro - É o espaço de forma cilíndrica no qual se move o êmbolo com movimento retilíneo alternativo.

Ponto morto superior (P.M.S.) - Posição do êmbolo mais próxima da cabeça.

Ponto morto Inferior (P.M.I.) - Posição oposta ao P.M.S. (êmbolo está completamente em baixo antes de começar a subir)

Diâmetro – Diâmetro interior do cilindro, expresso geralmente em mm.

Curso do êmbolo - É a distância percorrida pelo êmbolo de um ponto morto ao outro (mm).

Câmara de combustão ou compressão - É o espaço compreendido entre a cabeça e o P.M.S. (cm^3)

Frequência das rotações - É o número de rotações da cambota durante 1 minuto (r.p.m)

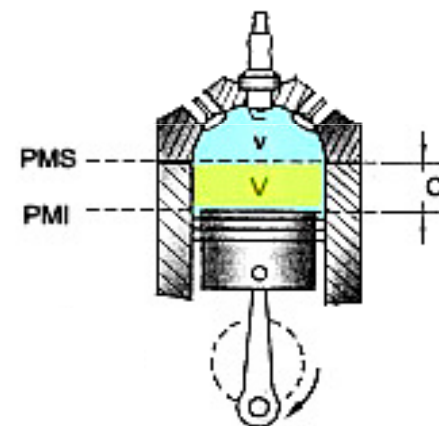
Cilindrada unitária (cm³ ou litros) - É o volume interior do cilindro desde o P.M.S. ao P.M.I.

Cilindrada total (cm³ ou litros) - É a soma das cilindradas unitárias motores)

Taxa de compressão ou relação volumétrica de compressão - É a relação existente entre o volume de ar que entra no cilindro (1º tempo) e o volume ocupado pelo mesmo ar depois de comprimido

$$\rho = \frac{V + v}{v}$$

$$\rho = \frac{\text{curso do êmbolo} + \text{câmara de compressão}}{\text{câmara de compressão}}$$



Velocidade do êmbolo (m/s) - É a velocidade média do êmbolo

Horas de funcionamento do motor - Dependem do número de rotações e são a base para a manutenção e assistência periódica (tratores)

Motores de ciclo Otto

(inflamação por chispa)

- Equipam a maioria dos motores utilizados nos automóveis !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
- Grande maioria dos motores de tracção industrial !!
- Velocípedes
- Aeronaves de turismo
- Em agricultura são utilizados em moto-serras, moto-roçadores, bombas ...
- Funcionam a 2 e 4 tempos
- Combustível utilizado é a gasolina que é um hidrocarboneto de elevado poder calórico que se evapora facilmente
- Existem dois sistemas de alimentação, a **carburação** e a **injecção**
- A injecção tem a vantagem, em motores com mais de um cilindro, de distribuir de maneira mais uniforme o combustível, de não ser sensível à aceleração e de não estar sujeito à formação de gelo, sendo mais dispendiosa a sua regulação

Motores de ciclo Diesel

(inflamação por compressão)

- Os combustíveis utilizados são hidrocarbonetos líquidos de características inferiores ao carburante usado nos motores ciclo Otto, menos voláteis e com um peso específico superior, pelo que são designados por combustíveis pesados. O mais utilizado presentemente é o gasóleo
- A alimentação é por injeção
- Os tractores agrícolas e industriais são quase exclusivamente equipados com motor Diesel
- Podem funcionar a 4 e dois tempos
- Os motores de 2 tempos não apresentam consumos superiores aos de 4 tempos, porque na fase de admissão só entra ar puro e não a mistura de combustível + ar, não havendo perda de combustível pelo escape

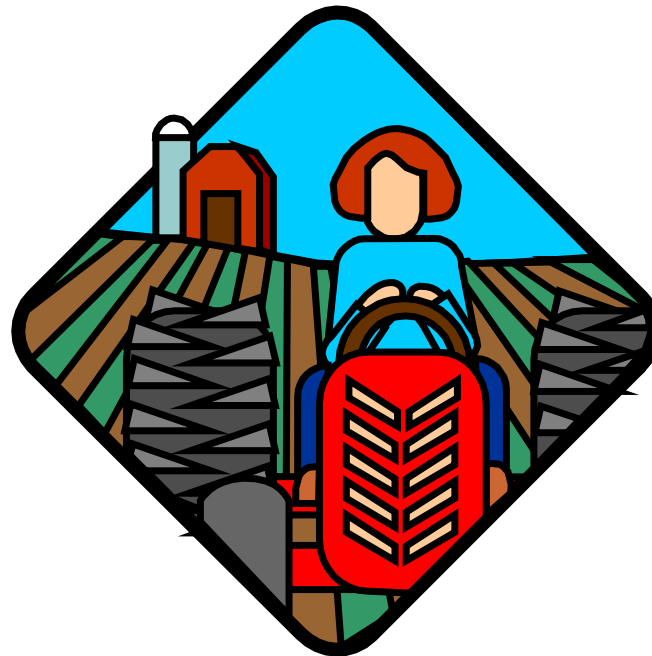
Principais diferenças entre os motores de inflamação por chispa e de inflamação por compressão

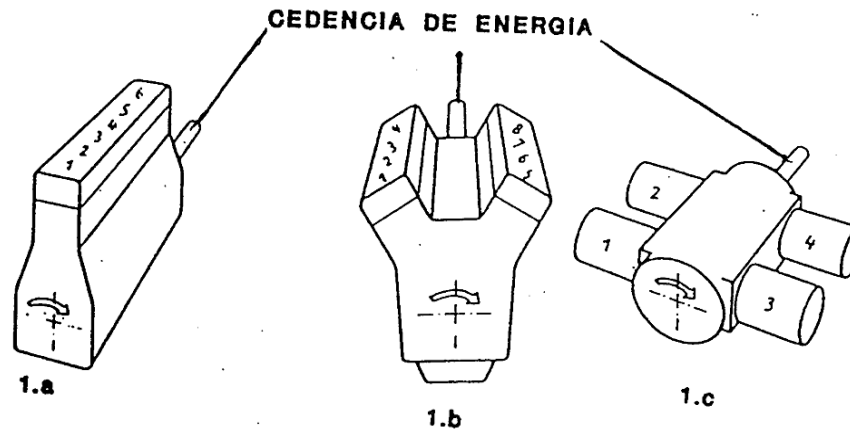
Ciclo Otto	Ciclo Diesel
Introdução do combustível A gasolina é pulverizada pelo carburador ou injectada pelos injectores sendo comprimida a mistura (<u>ar+ gasolina</u>)	O ar é introduzido na câmara através do colector que o conduz até à válvula de admissão, sendo o combustível introduzido directamente por meio de um injector. Não existe regulação de quantidade de ar, apenas de combustível.
Inflamação Exige um sistema de ignição para gerar na câmara de combustão uma chispa entre os eléctrodos de um inflamador (vela)	Utiliza a alta temperatura e pressão obtidas ao comprimir o ar no cilindro para dar início à combustão quando o combustível é injectado
Relação de compressão Varia de 6 a 10 O limite superior de compressão está limitado pela qualidade anti-detonante do combustível	Varia entre 14 e 22. Está limitado, sobretudo, pelo peso do motor
<u>Peso</u> É geralmente mais leve, para igual cilindrada	

Motores térmicos de combustão interna utilizados

CICLO DE FUNCIONAMENTO	COMBUSTIVEL UTILIZADO
4 tempos	Gasolina
2 tempos	Gasóleo (Diesel)

MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A 4 TEMPOS



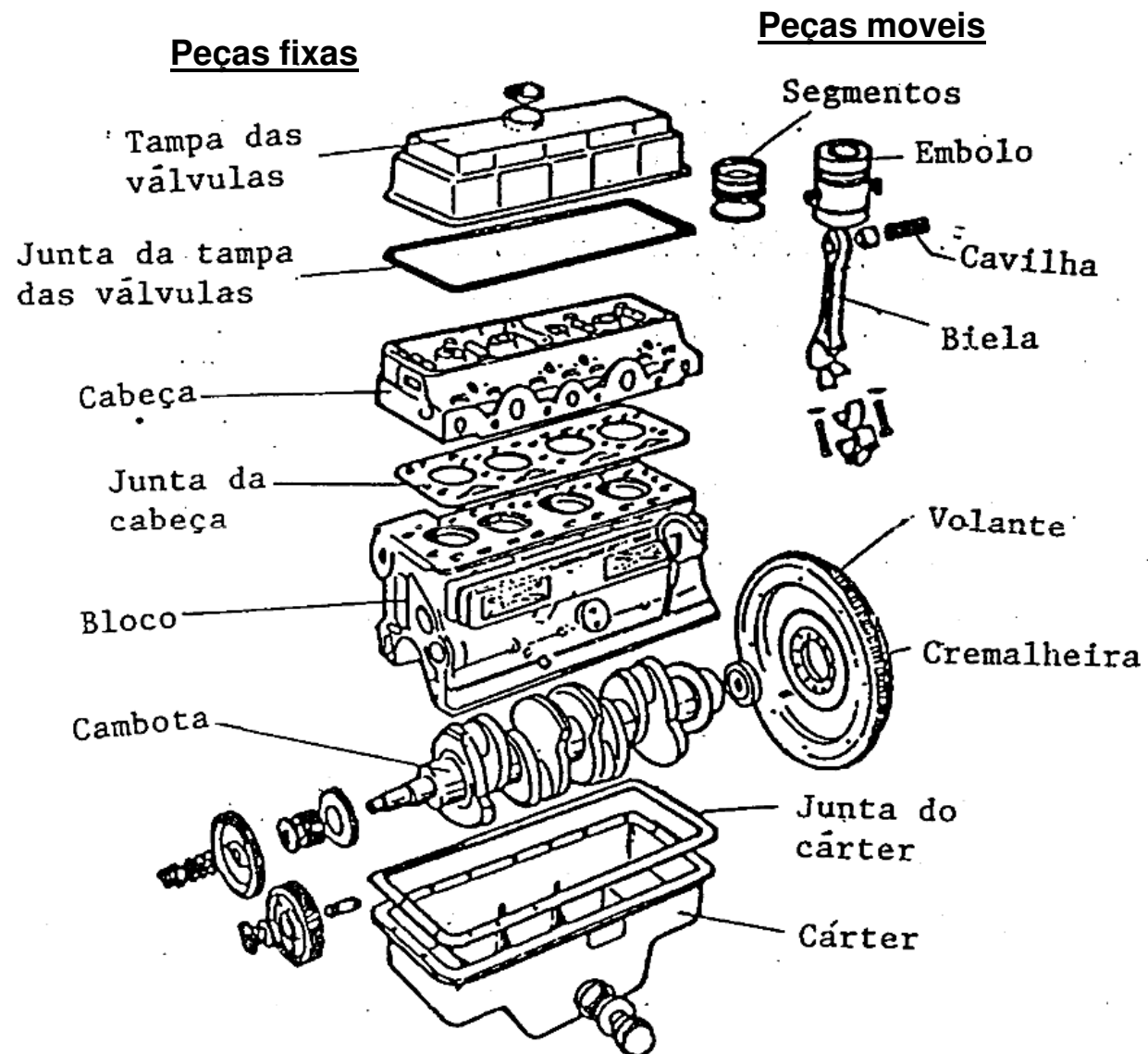
Tipos de motor

1.a) Em linha - Os cilindros do motor estão dispostos em linha

1.b) Em V - Os cilindros estão dispostos em duas linhas em forma de V

1.c) De cilindros opostos - Os cilindros estão dispostos em frente uns dos outros

Motor de Combustão interna a 4 tempos (constituição)



Peças fixas

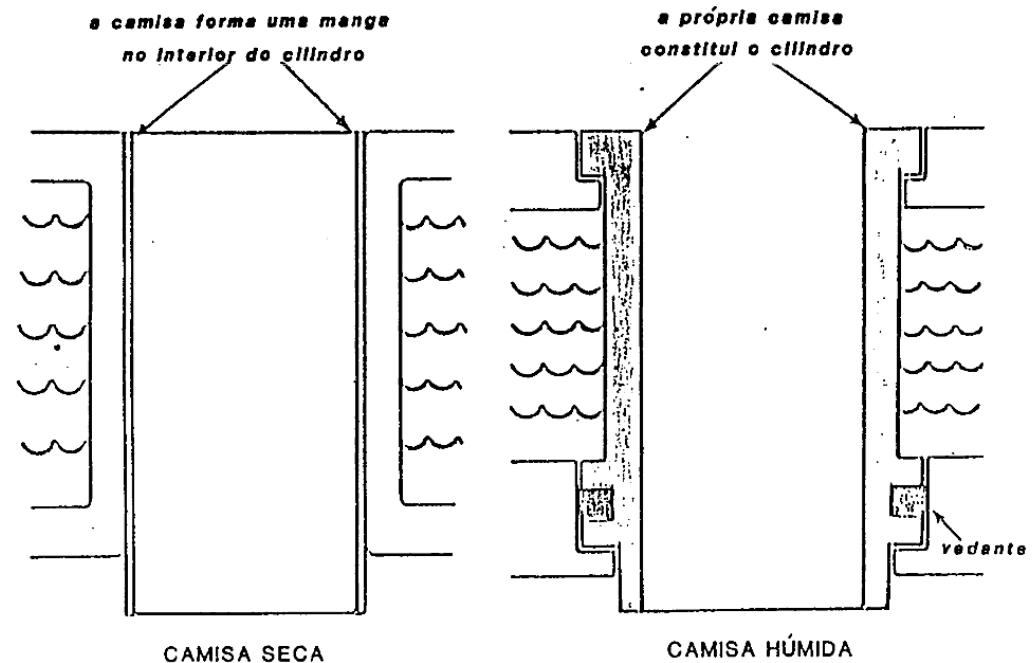
Junta da tampa das válvulas - Estabelece a vedação entre a tampa e a cabeça.

Cabeça - Parte superior do motor. Fecha a parte superior dos cilindros e é o local onde estão implantados os injectores, válvulas e balanceiros, entrada do sistema de admissão e saída do de escape
(= cúpula ou culaça)

Bloco de cilindros - É a peça fundamental, é nela que se encaixam os cilindros, que podem ser cavados no próprio bloco ou lá colocados (**Camisas do Cilindro**)

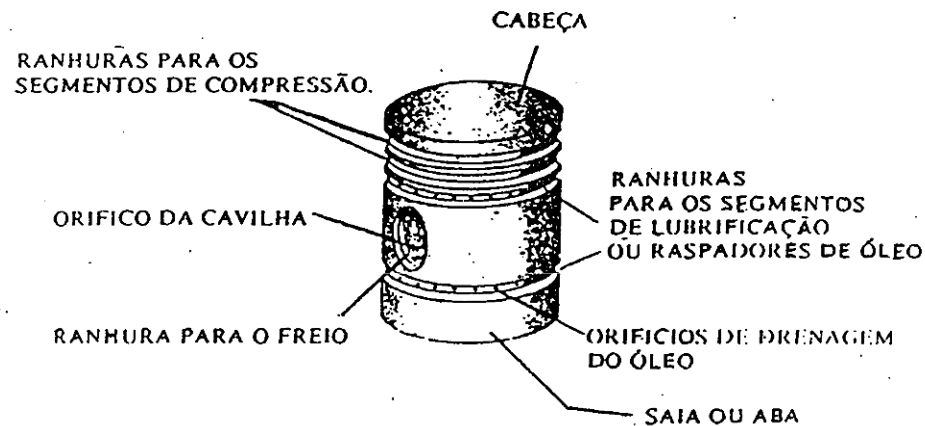
Junta do cárter - Estabelece a vedação entre o bloco e o cárter

Cárter do motor - É a parte inferior do motor e tem por função conter o óleo de lubrificação e proteger os mecanismos que se encontram no seu interior



MOVEIS

Êmbolo ou pistão - Peça cilíndrica, oca, em forma de vaso invertido, que se desloca com movimento de vai e vem dentro do cilindro. Tem duas partes: a **Cabeça**, onde se situam as ranhuras, onde se encontram os segmentos de **compressão**; **Saia**, onde existe uma ranhura para o(s) segmento(s) de **óleo** ou **raspador**.



Segmentos

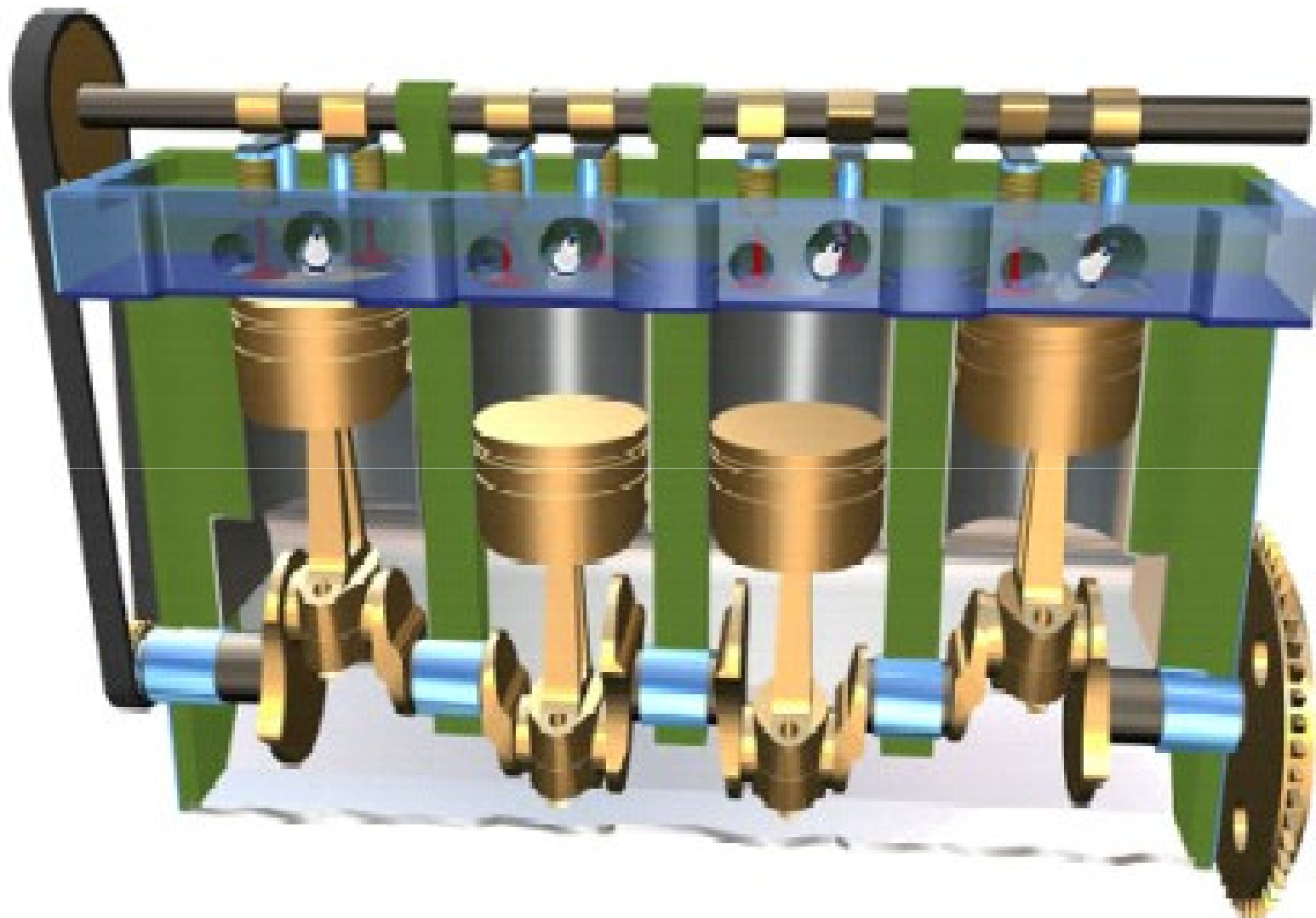
Compressão

Montados, normalmente, nas ranhuras superiores do êmbolo, asseguram a estanqueidade deste com o cilindro, impedindo fugas de gás entre a parede do cilindro e o êmbolo.

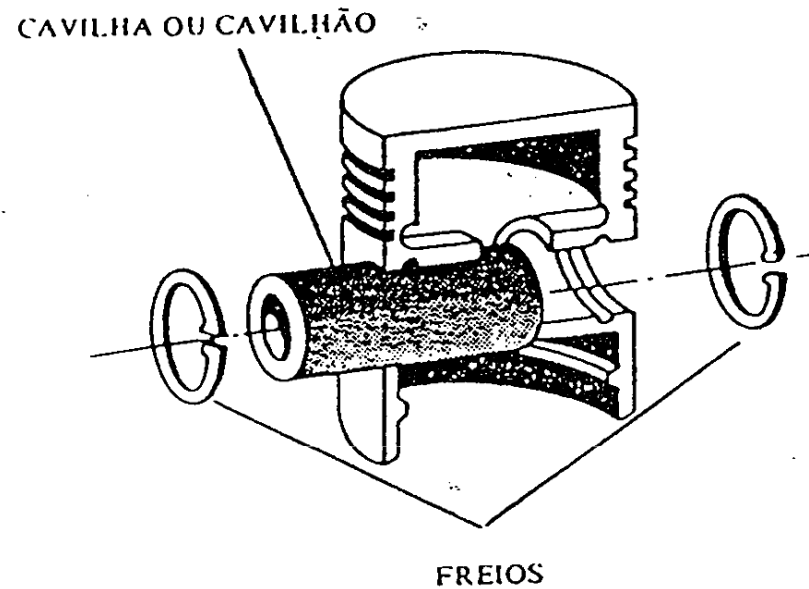
Óleo ou Raspador

Montado na ranhura inferior do êmbolo, tem a secção em U, de fundo perfurado e destina-se a raspar o óleo em excesso das paredes do cilindro e envia-lo para o cárter, através dos orifícios de drenagem existentes na ranhura.





Cavilha ou cavilhão - O êmbolo é atravessado por um eixo oco ou maciço em aço que estabelece a ligação entre este e a biela.



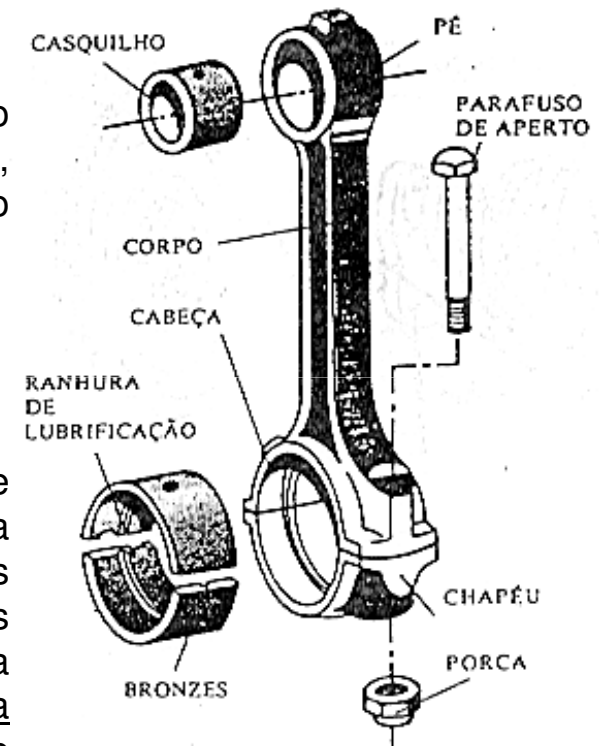
Biela - Peça que estabelece a ligação entre o êmbolo e a cambota, constituindo este conjunto um sistema de **biela - manivela** que transforma o movimento rectilíneo alternativo do êmbolo em movimento curvilíneo da cambota

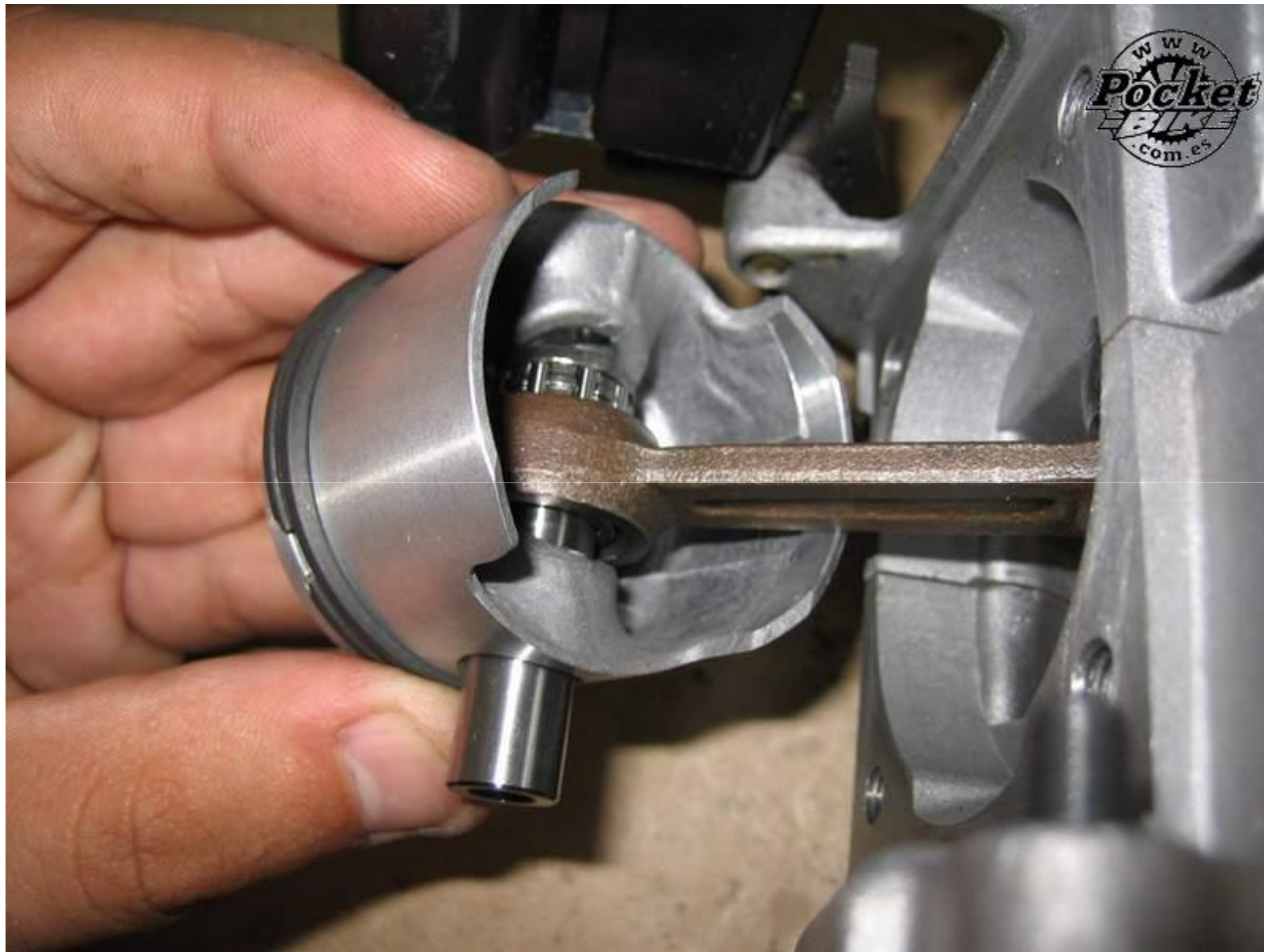
A biela é constituída por:

Pé - Extremidade menor da biela, articulado com o êmbolo por meio de uma cavilha, a qual está protegida por um casquilho de metal.

Corpo - Une o pé à cabeça.

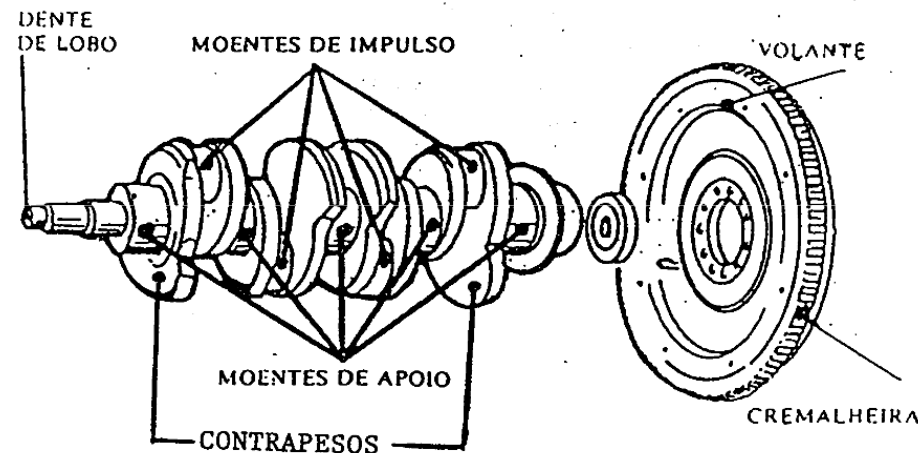
Cabeça - Extremidade maior da biela, que se articula no moente correspondente da cambota, é constituída por duas partes distintas: uma delas pertencentes ao corpo e outra denominada chapéu da cabeça da biela, as quais se unem por meio de dois parafusos.





Cambota ou veio de manivelas - É o veio principal do motor, com diversas manivelas. Uma das suas extremidades termina no dente de lobo para o arranque do motor por manivela, a outra termina num prato, para ligação ao volante.

A parte da cambota que se vai unir à biela chama-se Moente de Impulso e a que se une ao cárter Moente de apoio,



Volante - É um pesado disco que recebe da cambota o movimento de rotação. Acumula energia, que recebe da cambota durante o tempo de trabalho, a qual tem por função regularizar o movimento do motor.

Coroa dentada - Onde engrena o motor de arranque.



Perkins 400 Series



CICLOS OPERATIVOS

Chama-se ciclo operativo à sucessão de operações que o fluido activo executa no cilindro durante o funcionamento normal do motor. A duração do ciclo operativo é medida pelo número de cursos efectuados pelo êmbolo. Os motores alternativos são de 4 tempos quando o ciclo se realiza em 4 cursos do êmbolo, e de 2 tempos quando o ciclo se realiza apenas em 2 cursos.

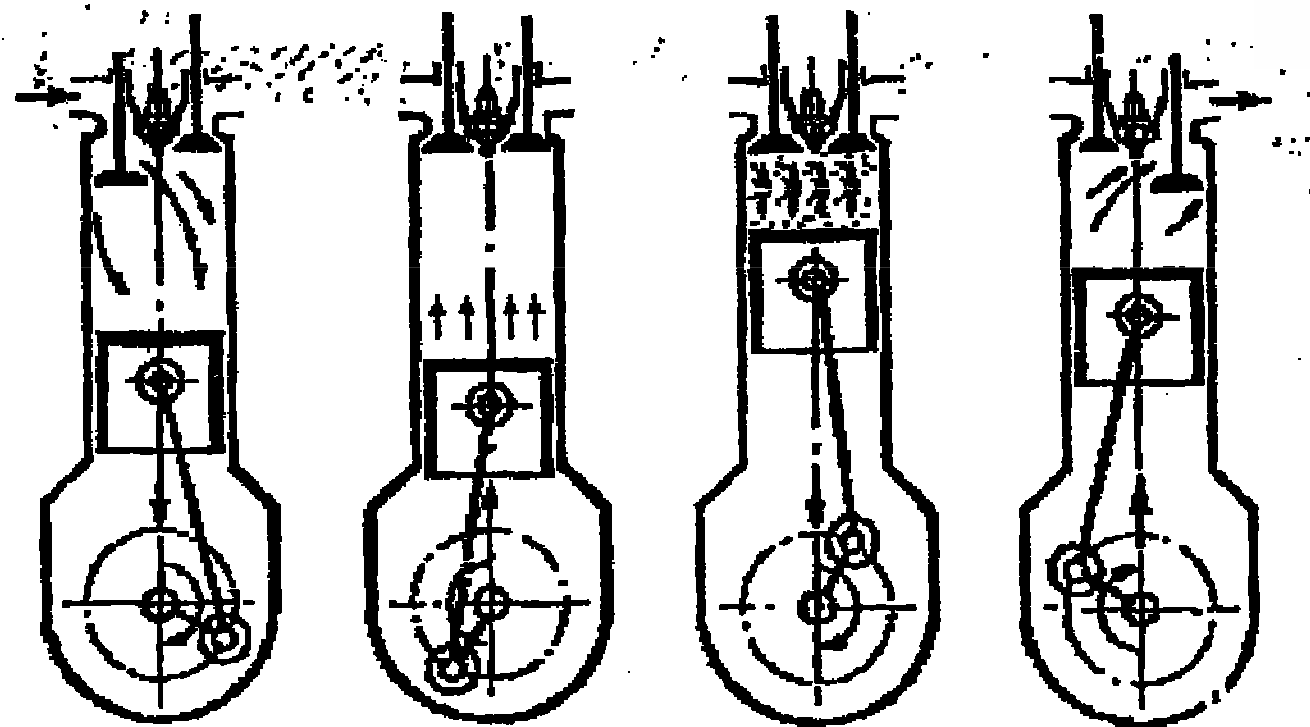
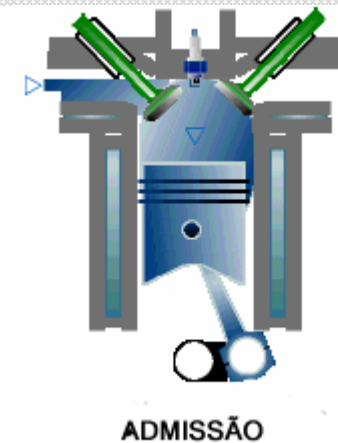
Motores de 4 tempos: Realizam 1 ciclo completo em cada duas voltas da cambota

Motores de 2 tempos: Realizam 1 ciclo completo em 1 volta da cambota.

A grande maioria dos motores que equipam as máquinas agrícolas são de 4 tempos. O ciclo de 4 tempos compreende as 4 fases:

- a) Admissão
- b) Compressão
- c) Combustão e expansão
- d) Expulsão ou escape

Fases do ciclo de 4 tempos (Ciclo Otto)



Aspiração

Compressão

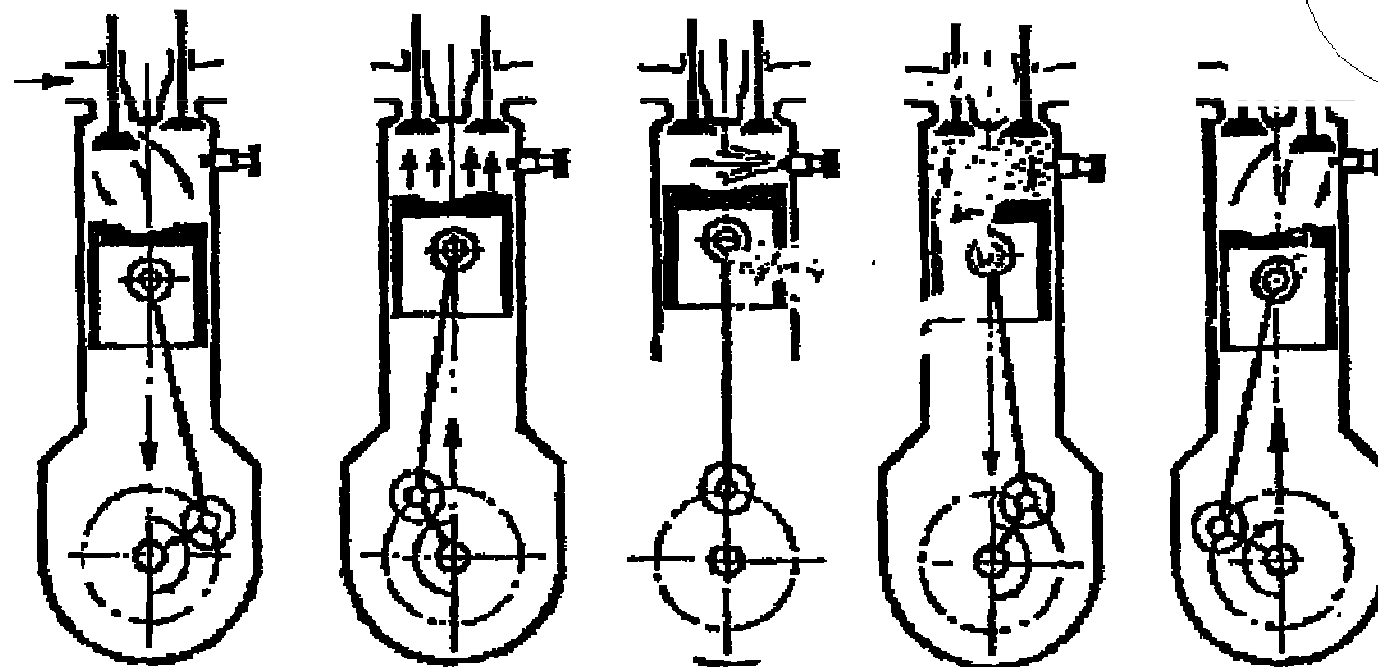
Combustão

Escape

MOTOR DE 4 TIEMPOS CICLO OTTO



Fases do ciclo de 4 tempos (Ciclo Diesel)



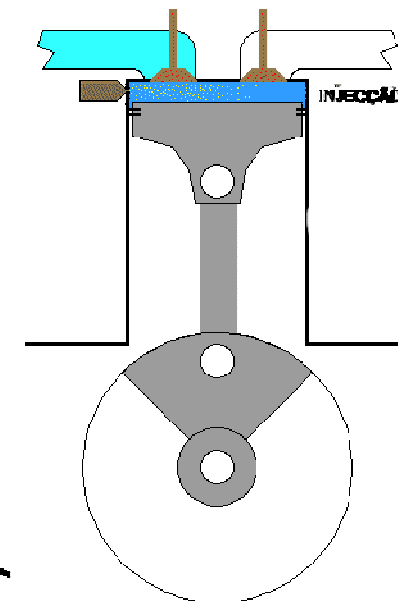
Aspiração

Compressão

Injecção

Combustão

Escape



MOTOR DE 4 TIEMPOS CICLO DIESEL



Admissão: O êmbolo ao deslocar-se do P.M.S. ao P.M.I. cria uma depressão no cilindro que aspira o fluido através do colector e da válvula de admissão. A válvula abre-se antes de se iniciar o movimento descendente do êmbolo e fecha-se depois de chegar ao P.M.I.

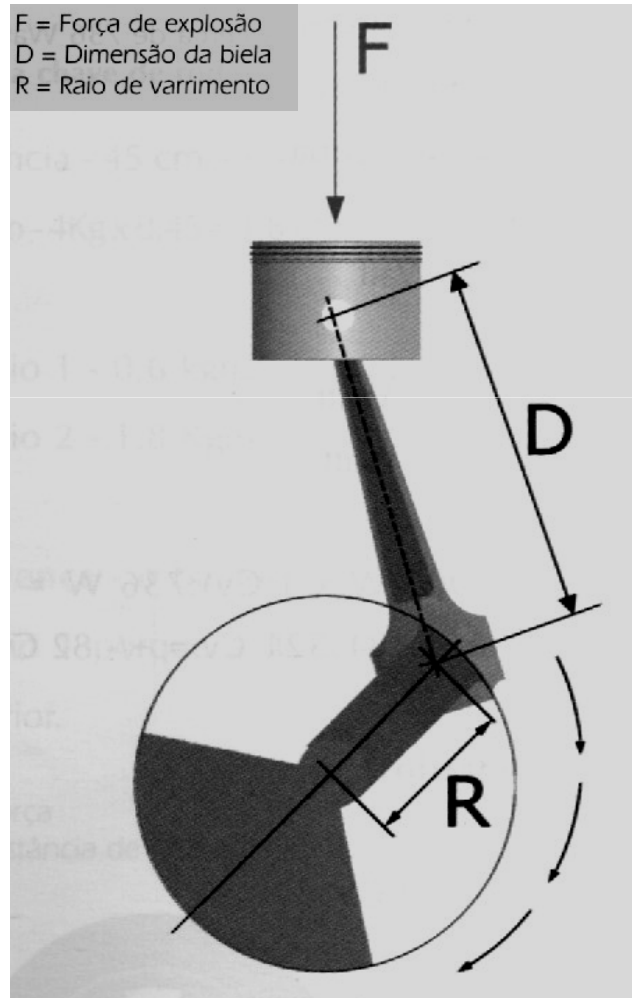
Compressão - A válvula de admissão encontra-se fechada, o êmbolo no seu movimento ascendente comprime, na câmara de compressão, o fluido até ao P.M.S.

Combustão e expansão - Próximo do final do curso ascendente produz-se a inflamação da mistura por meio de uma descarga eléctrica, ou espontaneamente pela injeção de combustível, com o consequente aumento de temperatura e pressão originado pelo calor da combustão. Os valores de pressão alcançados nesse momento são aproximadamente 2 a 4 vezes superiores aos valores atingidos imediatamente antes, pelo que o êmbolo é fortemente impulsionado no seu movimento descendente. Antes de chegar ao P.M.I. dá-se a abertura da válvula de escape e os gases resultantes da combustão, que ainda estão sobre pressão, começam a sair.

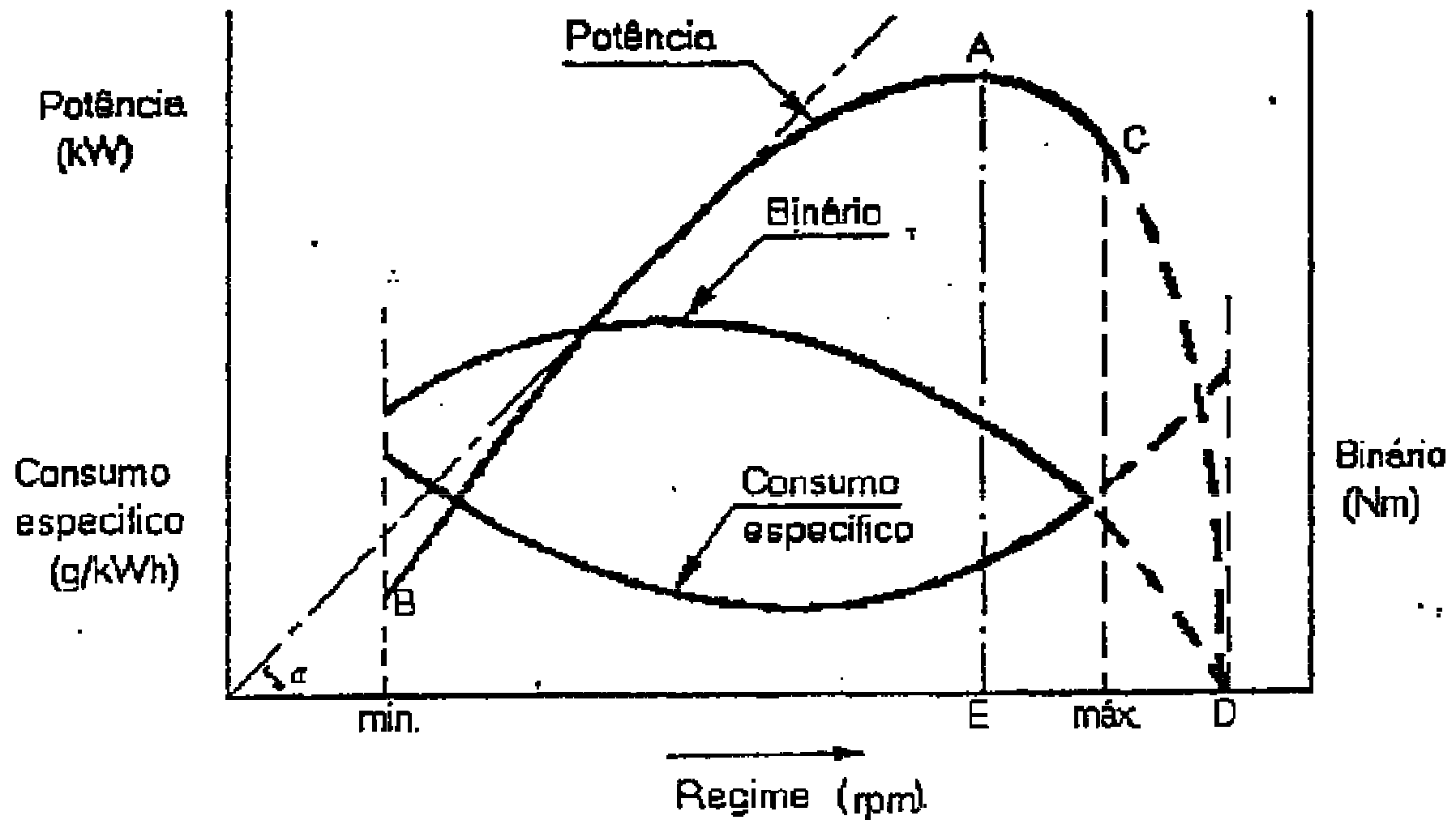
Escape - Durante o percurso ascendente até ao P.M.S. o êmbolo expulsa os gases da combustão através da válvula de escape. Fecha-se esta válvula e abre-se a válvula de admissão, começando um novo ciclo.

Características que definem a “performance” de um motor

- Potência
- Binário
- Consumo específico



Se aumentar a força de explosão ou o curso do motor (dimensão das bielas e raio de varrimento da cambota) aumenta o binário.



Curvas características de um motor.

A- Potência máxima B- Regime mínimo C- Potência correspondente ao regime máximo D- Potência nula E- Regime nominal

Factores que influenciam as prestações do motor

Rendimento Volumétrico

Número de Cilindros

Regime do Motor

Atrito

Condições Atmosféricas


Rendimento volumétrico

- O rendimento volumétrico traduz a quantidade de fluído admitido nos cilindros (relação entre a massa efectiva de fluído introduzida num cilindro por unidade de tempo, e a massa que teoricamente deveria ser introduzida no mesmo tempo), calculada com base na cilindrada e nas condições de temperatura e pressão. Esta relação designa-se por **taxa de enchimento**

- Outros factores que condicionam este rendimento são os seguintes:
 - a) A densidade do fluído admitido e a sua diluição devido aos gases residuais;
 - b) Desenho e dimensão das condutas de admissão e escape;
 - c) Os avanços e atrasos nas válvulas.

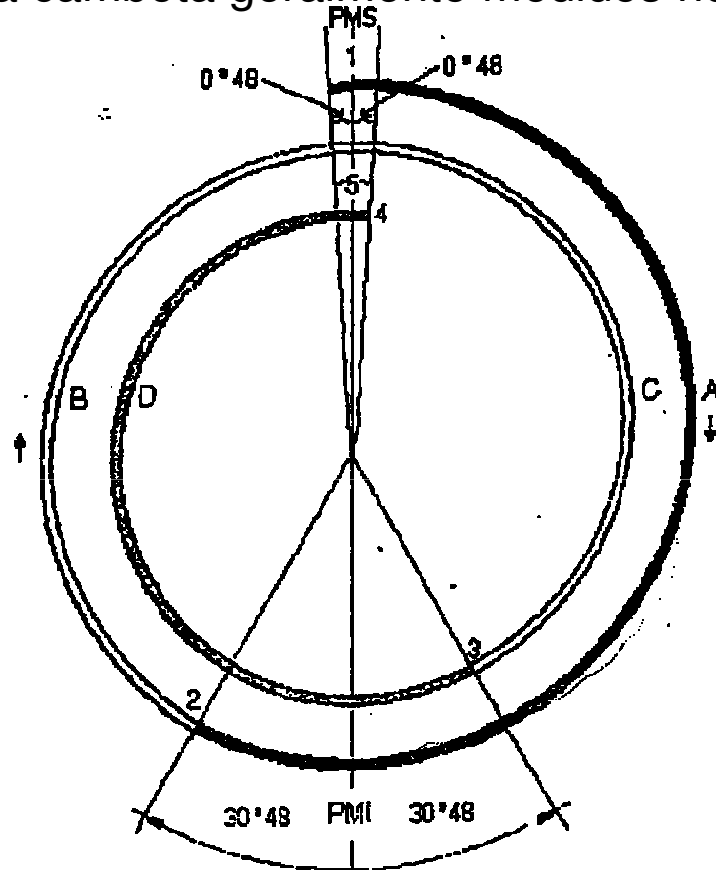
- a) A temperatura do colector de admissão e do cilindro ao cederem calor ao fluído diminuem a sua densidade e conseqüentemente o rendimento volumétrico. Os gases de escape não expulsos contribuem também para diminuir o volume de fluidos admitido.

- b) O desenho e dimensão das condutas de admissão e escape devem permitir a entrada e saída de fluidos reduzindo ao mínimo a turbulência.

- c) Abertura e fecho das válvulas não acontece nos P.M.__. 

- c) A abertura das válvula e fecho e a altura em que se dá a ignição ou a injeção, não é efectuada nos pontos mortos, mas ligeiramente desfasados destes por forma a contrariar os fenómenos de inércia, adaptando assim os ciclos aos motores mais rápidos.**
- A abertura das válvulas de admissão efectua-se antes do êmbolo atingir o P.M.S., designando-se este avanço como avanço à abertura da válvula de admissão.**
 - Sucede o mesmo com a válvula de escape, em que há um avanço à abertura da válvula de escape.**
 - Em relação 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 (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 é 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 do motor.



- 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. Neste momento os dois balanceiros encontram-se em movimento — **Válvulas em Contra-balanço.**

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.

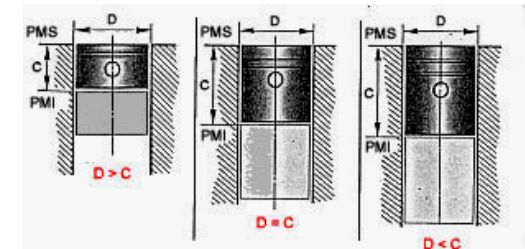
NÚMERO DE CILINDROS

- Apenas um dos tempos do ciclo operativo desenvolve trabalho.
($>n^{\circ}$ cilindros $>$ volume de trabalho)
 - 4 tempos, 4 cilindros \longrightarrow 4 tempos em 2 voltas, 2 expansões por volta.
 - 2 tempos \longrightarrow n° de expansões é igual ao n° de cilindros, desenvolve 2 vezes mais trabalho.
 - $Q_t >$ o n° de cilindros, $>$ é o número de tempos de um motor por cada volta da cambota, $>$ potência, $>$ regularidade.
 - Tb a relação entre o curso do êmbolo e o diâmetro é importante, em situações de = cilindrada, a potência é mais elevada quando os cilindros tem $> \emptyset$ ($>$ espaço para a colocação, a dimensão das válvulas, a velocidade do embolo é mais baixa).
- A relação curso / diâmetro tende para a unidade ou mesmo inferior.


Motor quadrado - Curso dos êmbolos é igual ao diâmetro dos mesmos

Motor superquadrado - É maior o curso.

Motor subquadrado - É maior o diâmetro.



REGIME DO MOTOR

- $Q_t > 0$ regime, $> q_t$ de trabalho produzido 
- O maior regime do motor é obtido pelo aumento do fluido combustível no interior do cilindros; \geq pressão no topo do êmbolo.
- O Aumento da compressão implica um acréscimo do rendimento térmico e portanto da potência.

Mas esse aumento leva:

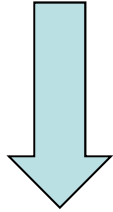
- $>$ perda por atrito;
 - Entre os segmentos e as paredes;
- $>$ carga nos moentes da cambota.

- Otto - O aumento da taxa de compressão é limitada pela detonação do combustível.
 - Diesel - Pela resistência do motor ($>$ Custo e massa)

- O aumento da potência resultante do aumento do regime vai sendo cada vez menor devido:
 - . Escape dos gases queimados e a admissão torna-se mais difícil, pelo que as expansões perdem força.
- Ao atingir um determinado regime o aumento da potência já não é proporcional ao aumento de velocidade, se se aumentar ainda mais, chega-se a um determinado valor em que a potência começa a diminuir, pois a imperfeição com que os tempos se realizam provoca diminuição de trabalho superior à obtida pelo aumento do regime.
- O regime nos tractores agrícolas é normalmente inferior a 2200 rpm.
- A velocidade do próprio êmbolo conduz a perdas por atrito.

ATRITO

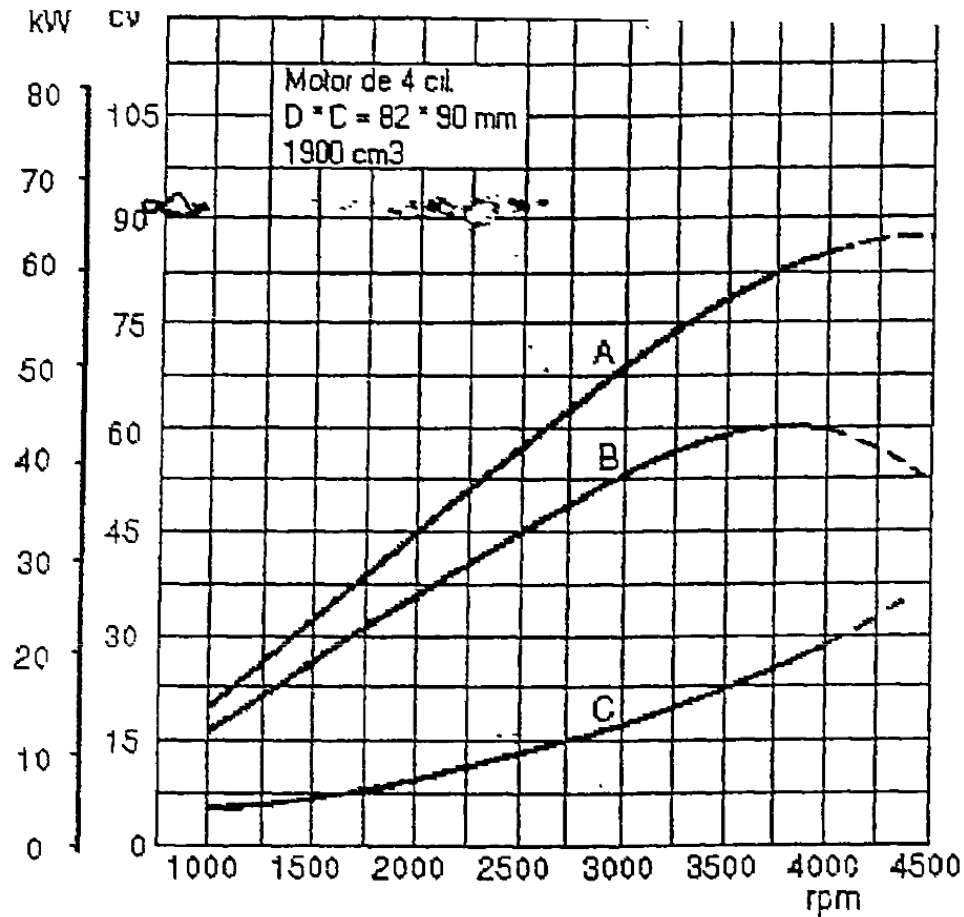
- Entre os vários componentes do motor que têm velocidade relativa.
- Dos gases nas paredes das condutas.
- Entre as moléculas do próprio fluido.



Reduz a quantidade de trabalho



- velocidade relativa, que traduz o rendimento mecânico da transmissão.
- Da dimensão da secção e forma das condutas.
- Velocidade dos fluidos

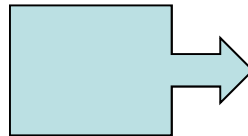


A - Potência indicada (N_i) B - Potência Efectiva (N_e) C- Perda de potência por atrito (N_p)

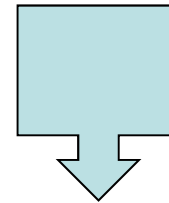
- N_i ao atingir determinado regime, começa a diminuir, devido à redução do rendimento volumétrico, acabando por chegar a um regime em que $N_p = N_i$, anulando-se a N_e .

CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS

- Pressão
- Temperatura
- Humidade



- Do ar



- Pequenas variações na prestação dos motores.

- Estudos efectuados em meios aéreos permitiram concluir que a potência é directamente proporcional a pressão e à raiz quadrada da temperatura