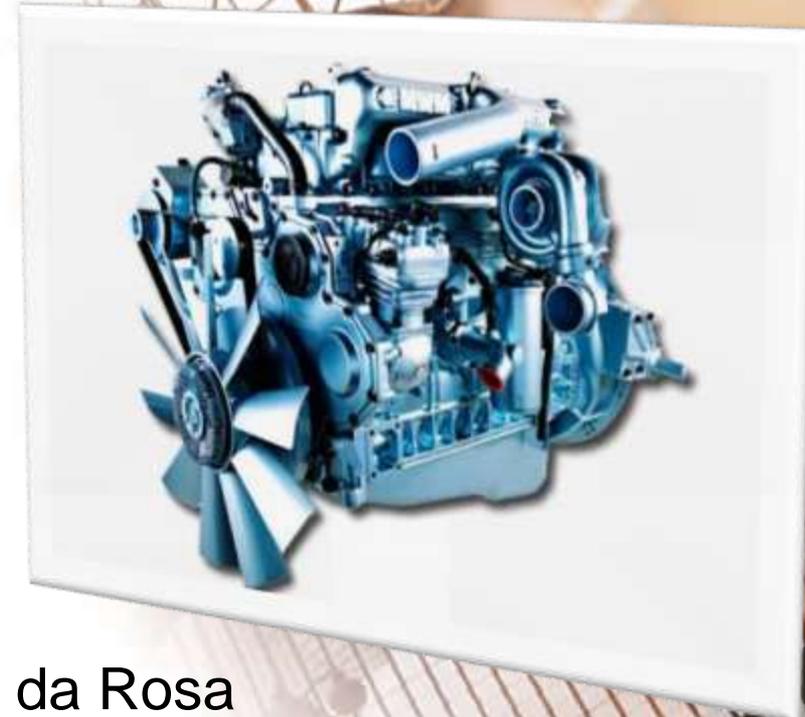
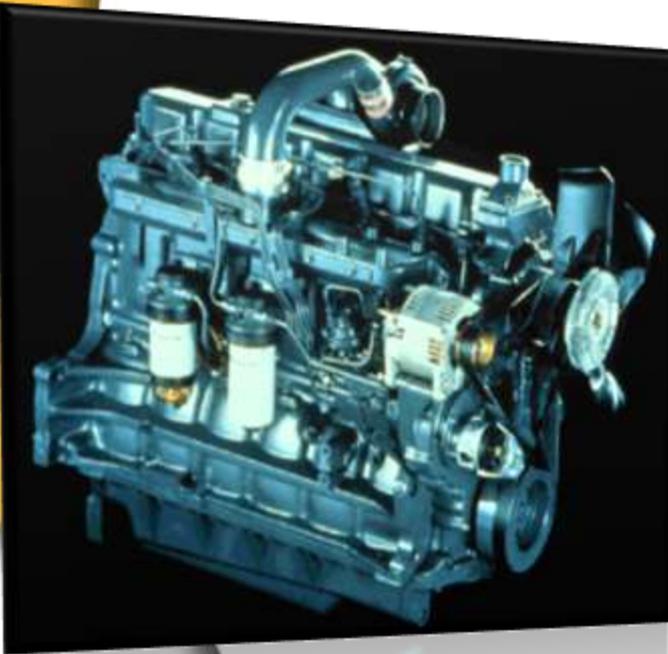


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RS

CAMPUS SERTÃO

CURSO SUPERIOR EM AGRONOMIA

DISCIPLINA DE TRATORES AGRÍCOLAS

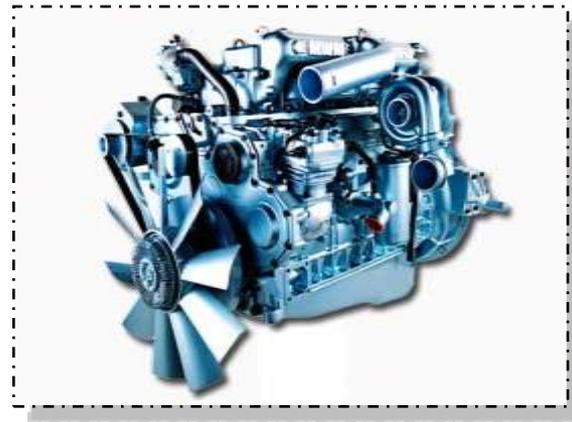


Motores

Prof. Dr. David Peres da Rosa

O que é um motor?

- O motor térmico de combustão interna é um conjunto de mecanismos o qual convertem energia térmica em energia mecânica.



Energia termoquímica



Energia mecânica



PATENT-URKUNDE

1861207



AUF GRUND DER ANGEHEFTETEN BESCHREIBUNG UND ZEICHNUNG IST DURCH BESCHLUSS DES KAISERLICHEN PATENTAMTES

an *Rudolf Diesel*, Ingenieur,
in *Berlin*

EIN PATENT ERTHEILT WORDEN.

GEGENSTAND DES PATENTES IST:



VERSETZT 7 APRIL 1898

*Arbeitsverfahren und Ausführungsart für
Verbrennungskraftmaschinen.*

ANFANG DES PATENTES: 28. Februar 1892.

DIE RECHTE UND PFLICHTEN DES PATENTINHABERS SIND DURCH DAS PATENTGESETZ
VOM 7. APRIL 1877 (REICHSGESETZBLATT S. 100) BÄND. IN BESTANDT.

ZU URKUND DER ERTHEILUNG DES PATENTES IST DIESE AUSFERTIGUNG
ERFOLGT.

Berlin, den 23. Februar 1893.

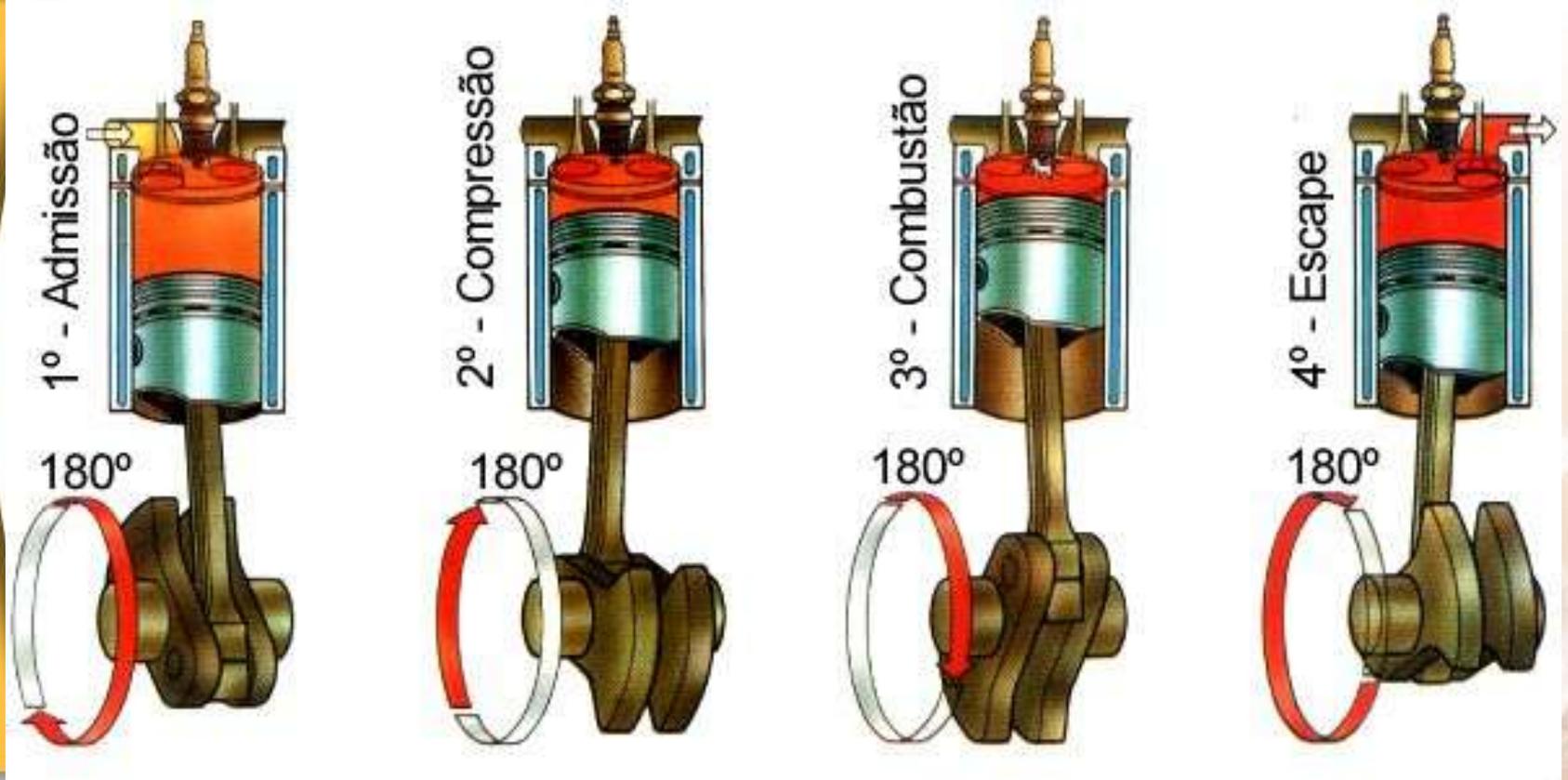
KAISERLICHES PATENTAMT.

Bezeugt durch Hank

Bev.-Vorsteher des Kaiserlichen Patentamtes.

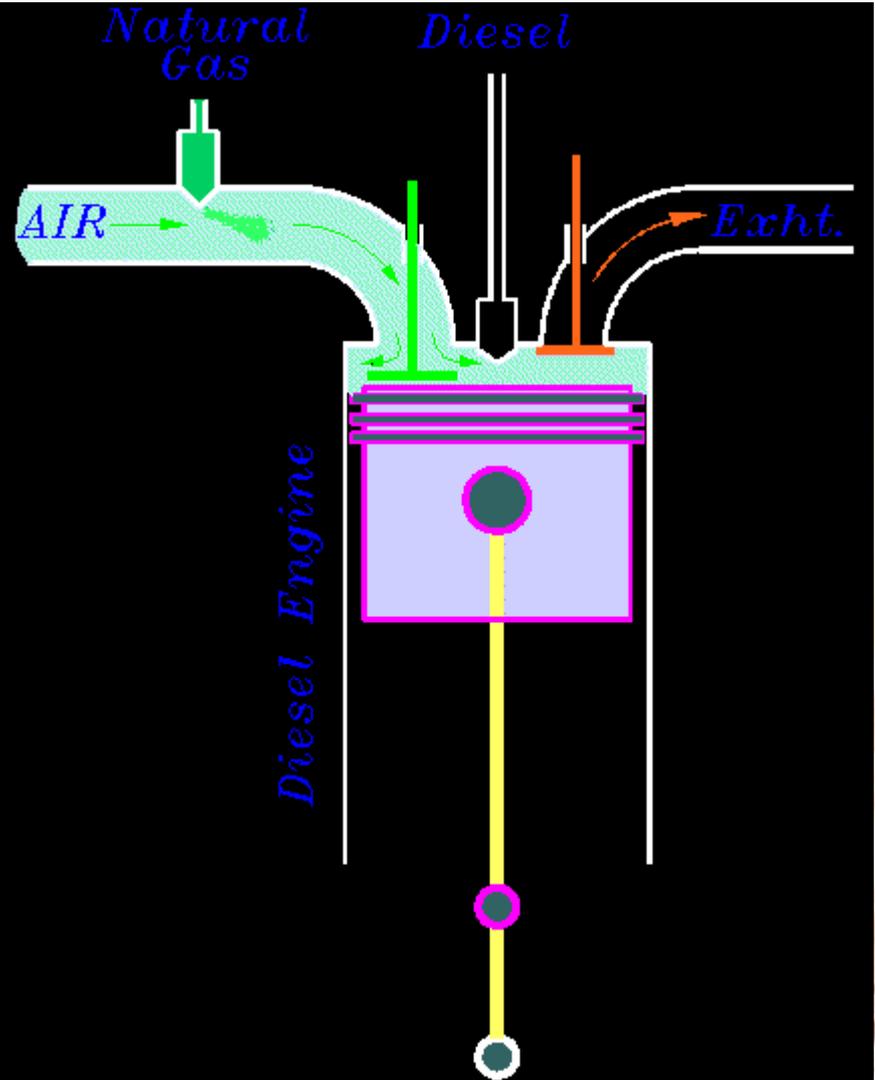


Ciclo Otto



Fonte: <http://www.envenenado.com.br/howwork/4tempos/motor01.html>

Ciclo Diesel



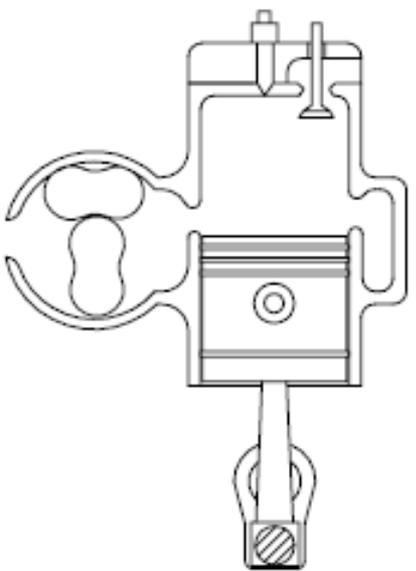


Motores de dois tempos

Características e funcionamento

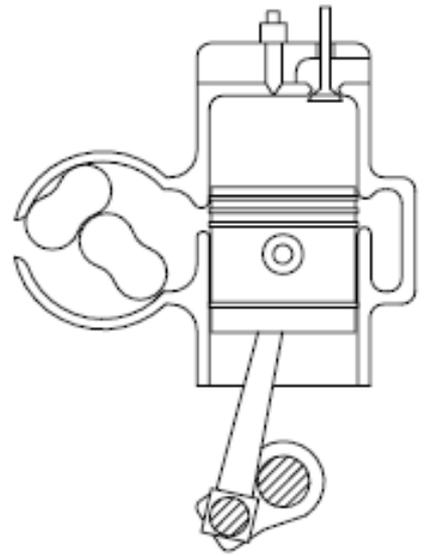
Motor 2 tempos Diesel

www.joseclaudio.eng.br

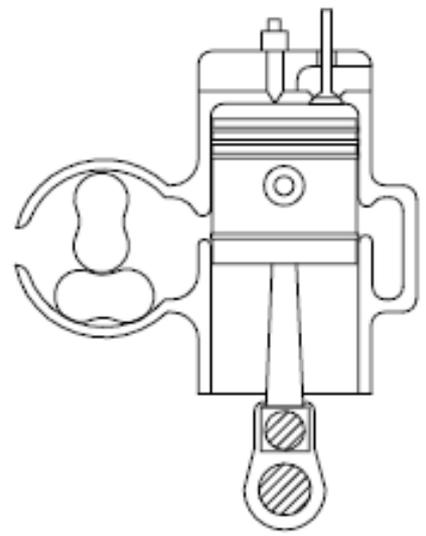


PRIMEIRO TEMPO

Admissão

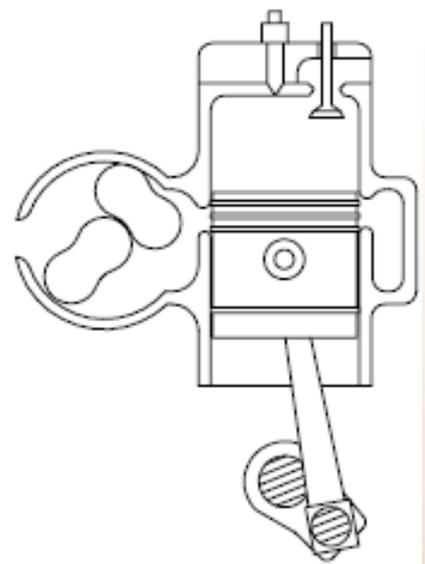


Compressão



SEGUNDO TEMPO

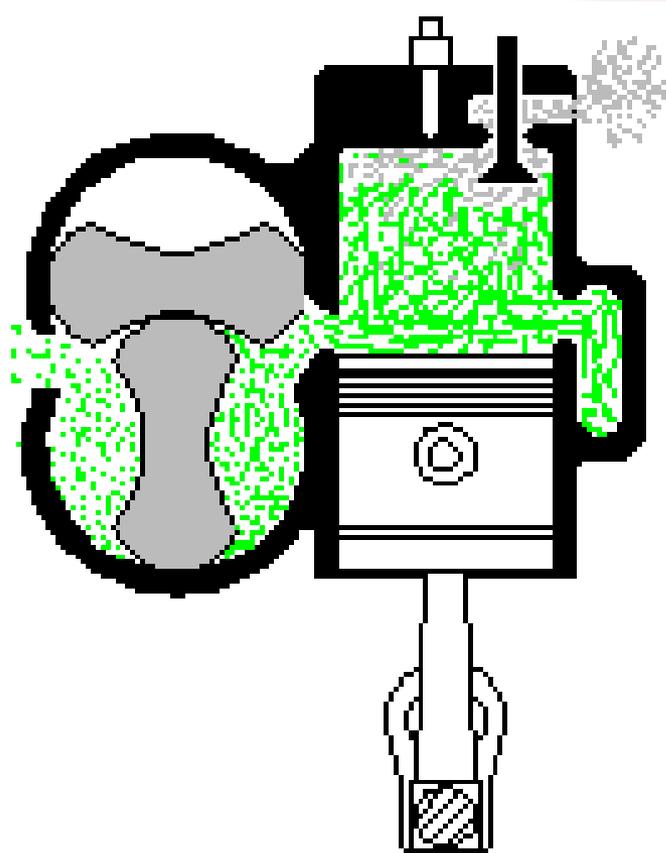
Potência



Escapamento

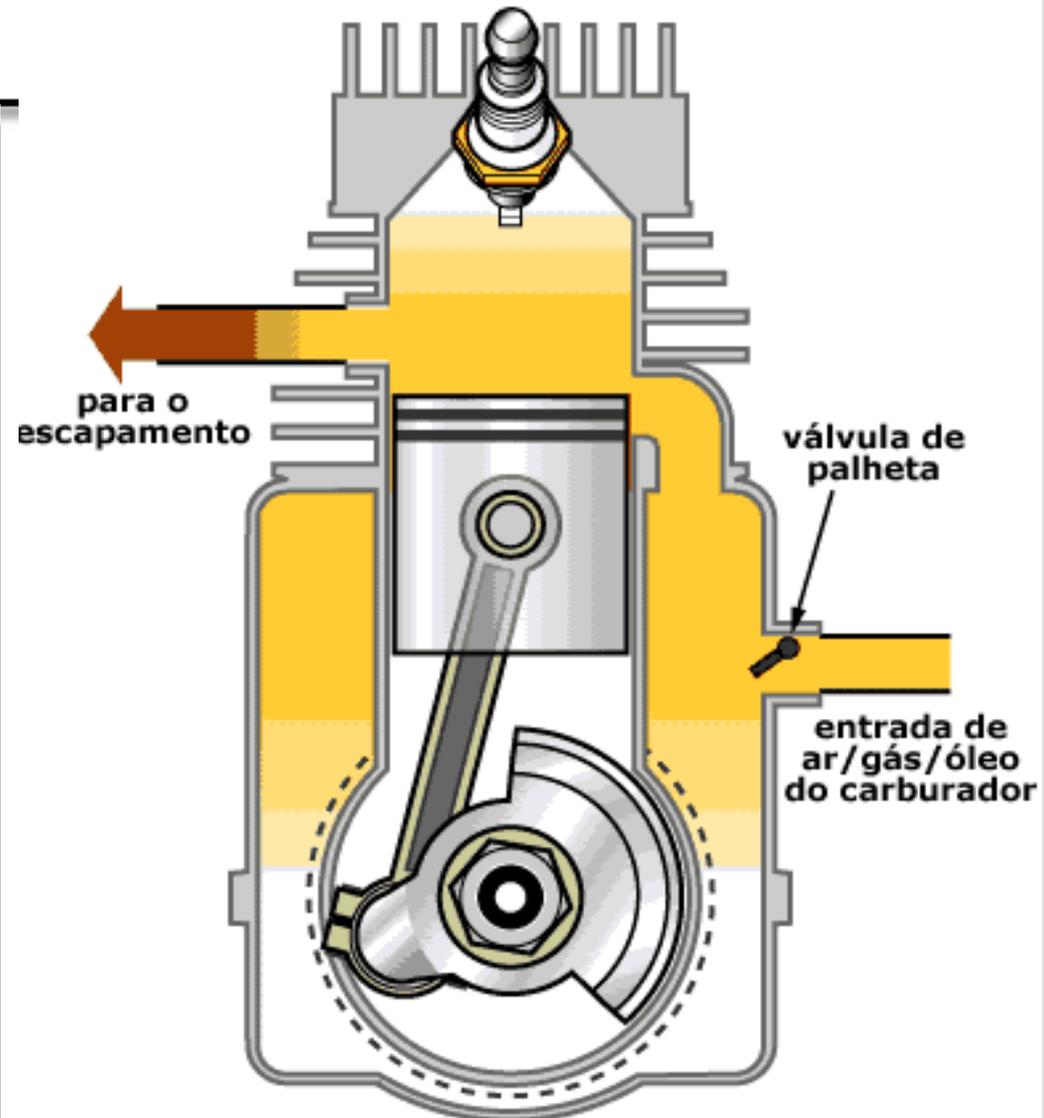
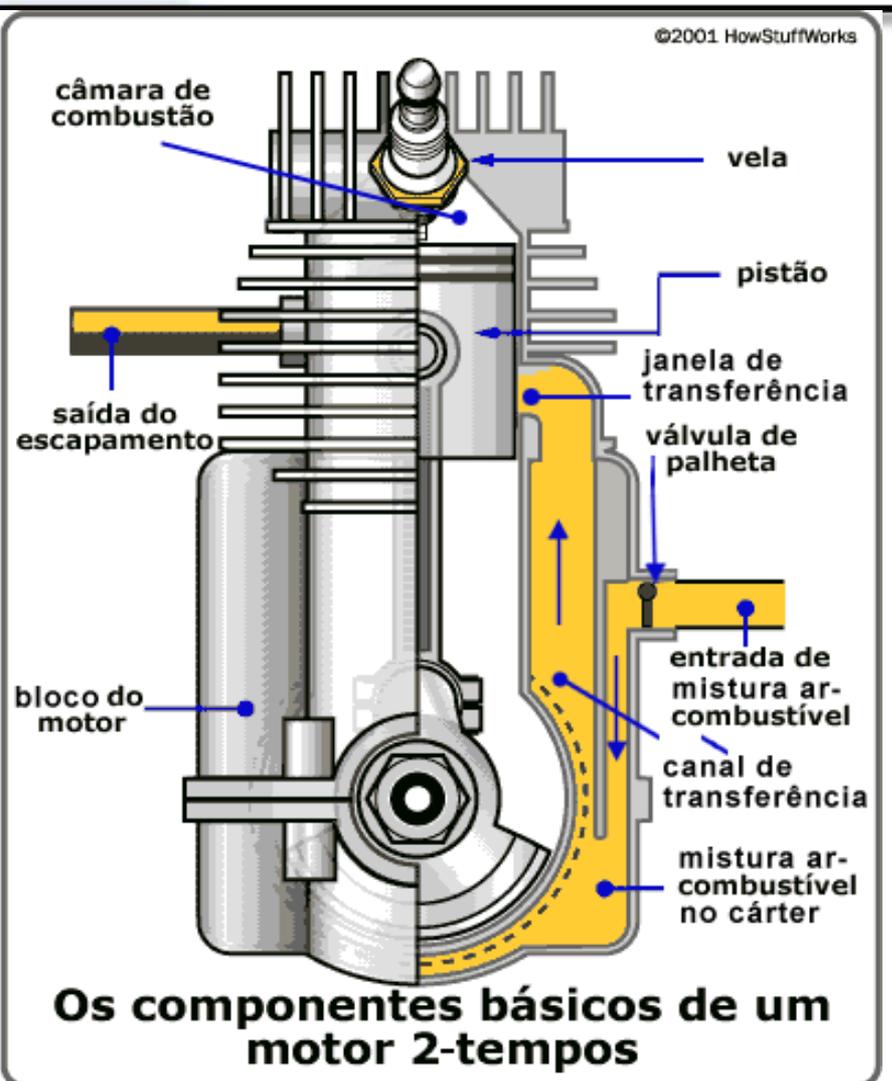


Funcionamento

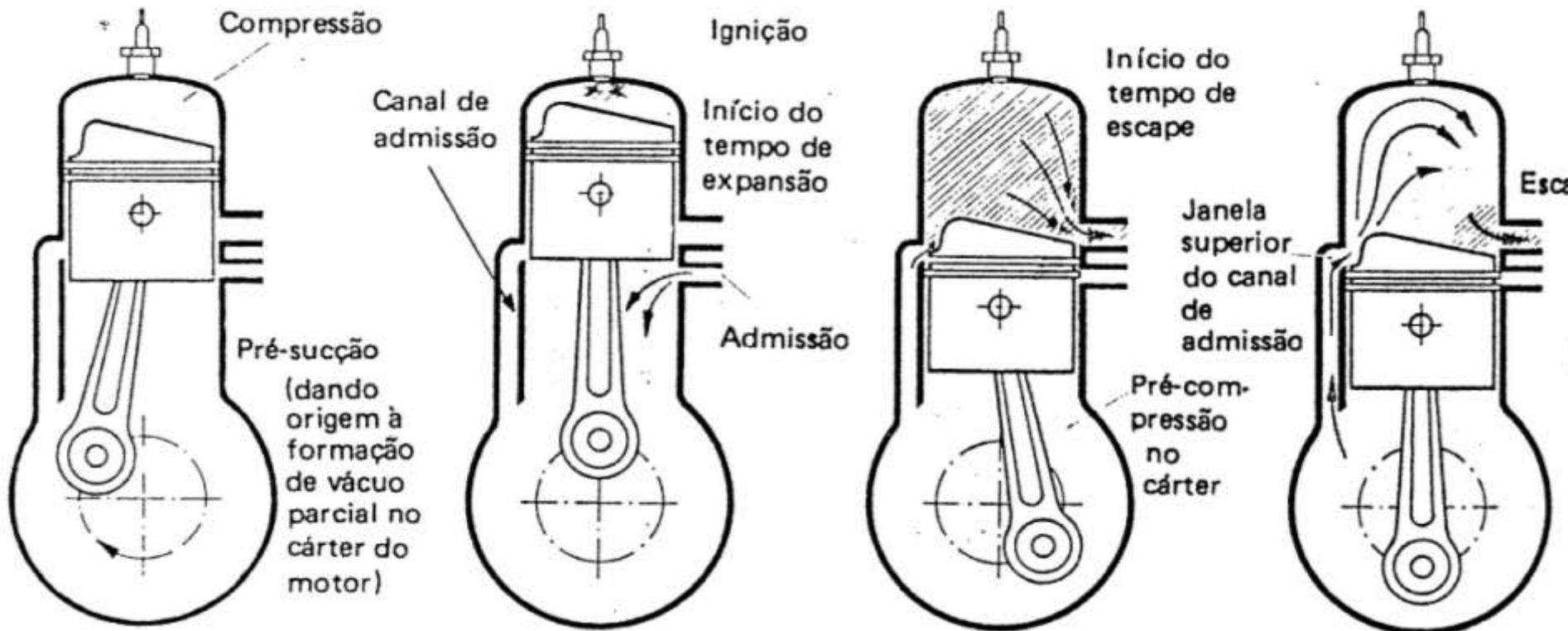


Motor a gasolina 2 tempos

©2001 HowStuffWorks



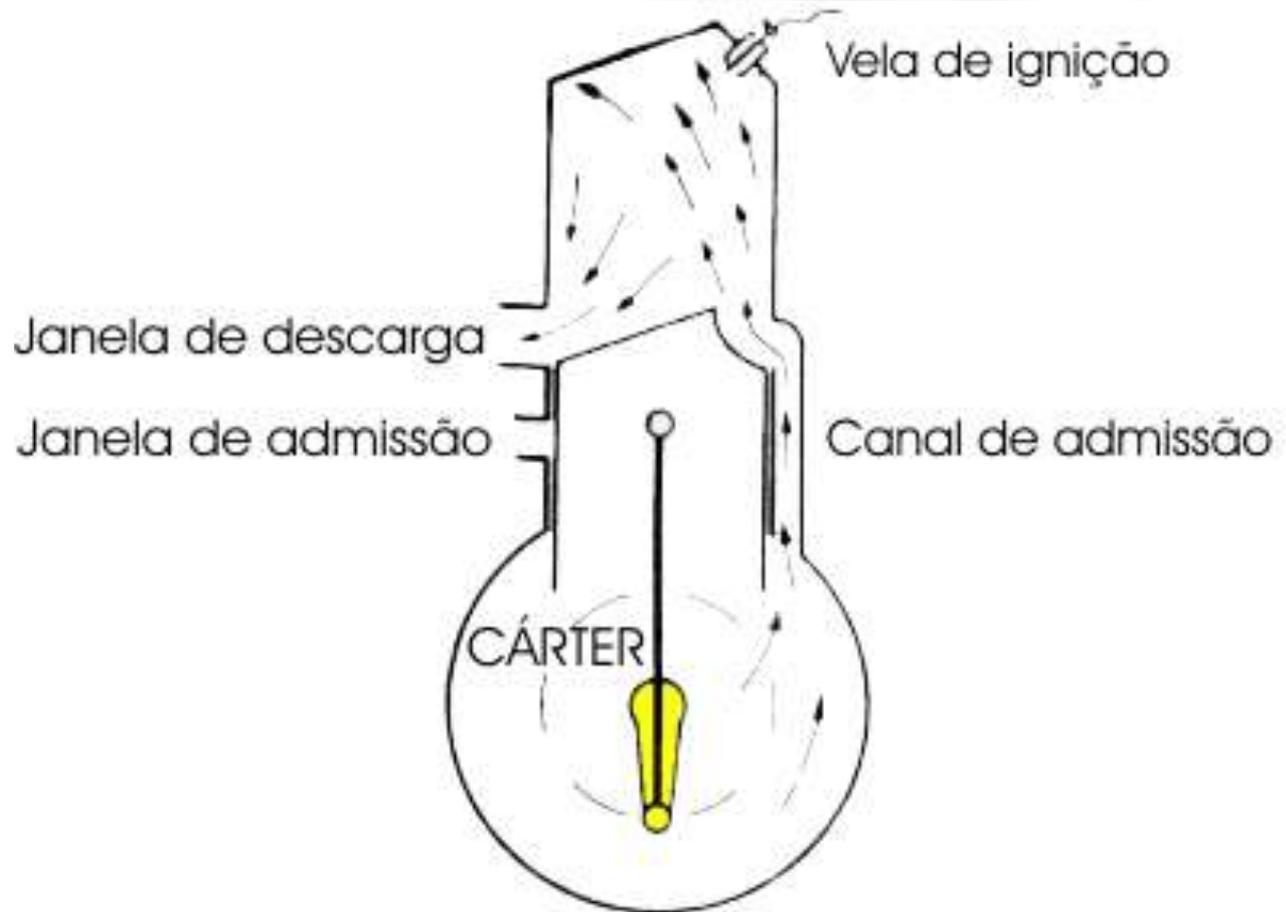
Motor de 2 tempos – Gasolina ou Álcool



Detalhe do escoamento de gases

Motores 2-tempos podem funcionar em qualquer posição, o que pode ser muito útil em equipamentos como as motosserras. Já um motor 4-tempos normal pode ter problemas com o fluxo de óleo a menos que esteja de pé, e resolver essa deficiência pode deixar o motor mais complexo.

(<http://ciencia.hsw.uol.com.br/motor-2-tempos1.htm>)



Comparação entre os ciclos 4T

Características	Diesel	Otto
1- Ignição	calor de compressão	centelha elétrica
2-Rendimento	30 a 36%	25 a 30%
3-Alimentação do combustível	por bico injetor	por carburador/inj.eletrônica
4-Combustível	óleo diesel	gasolina, álcool, etc..
5-Admissão	ar filtrado	mistura gasosa
6-Quantidade de ar	constante	variável/constante
7-Proporção ar/combustível	14:1, 100:1 (em peso)	10:1 a 20:1
8-Temperatura na Câmara	até 700 ⁰ C	até 2200 C
9-Temperatura de descarga	480 ⁰ C	700 C
10-Partida	mais pesada	mais leve
11-Velocidade	500 a 2500 RPM	400 a 7000 RPM
12-Peso por cv	+/- 9 Kg/cv	+/- 4,5 Kg/cv
13-Custo inicial	alto	menor (30 a 50%)
14-Estrangulador	presente	ausente
15-Razão de Compressão	15 a 24:1	6 a 13:1

Comparação de motores ciclo Otto 2 tempos em relação ao ciclo Otto de 4 tempos

Vantagens

- Peso por cv produzido é menor

Construção mais simples (hermético)

Operam em dois sentidos de rotação

Desvantagens

Polui o ambiente

Controle de mistura gasosa é mais difícil (ciclo Otto)

Mistura do álcool à gasolina tem limite (23% em SP, 18% outros)

Controle de mistura gasosa é mais difícil (ciclo Otto);

Problemas de lubrificação

- Motores 2-tempos não chegam nem perto de atingir a durabilidade de motores 4-tempos. A falta de um sistema de lubrificação dedicado faz com que as partes se desgastem muito mais rápido.
- O óleo para motores 2 -tempos é caro, e é necessário colocar cerca de 20 ml dele a cada litro de [gasolina](#) (a proporção é 50:1) Seu carro gastaria mais ou menos 2 litros de óleo a cada 1.000 km se tivesse motor 2-tempos.
- Os motores 2-tempos não usam o combustível de maneira eficiente, o que significa que você faria menos quilômetros por litro.

(<http://ciencia.hsw.uol.com.br/motor-2-tempos1.htm>) ¹⁴

- Motores 2-tempos são muito poluentes. Na verdade, tanta poluição que é provável que você não os veja por aí daqui a algum tempo. Essa **poluição** é criada por dois motivos. O primeiro é a queima do óleo junto com o combustível. O óleo deixa todos os motores 2-tempos um tanto quanto fumacentos (embora não tanto quanto no passado).
- (<http://ciencia.hsw.uol.com.br/motor-2-tempos1.htm>)

Comparação de motores ciclo diesel com ciclo Otto ambos de 2 tempos

Ciclos termodinâmicos

Construtiva

Lavagens

Ciclo diesel

1º tempo: admissão e Compressão

2º tempo: expansão e escape

Compressor de ar S/janelas

C.Otto

1º tempo: ocorre compressão e admissão .

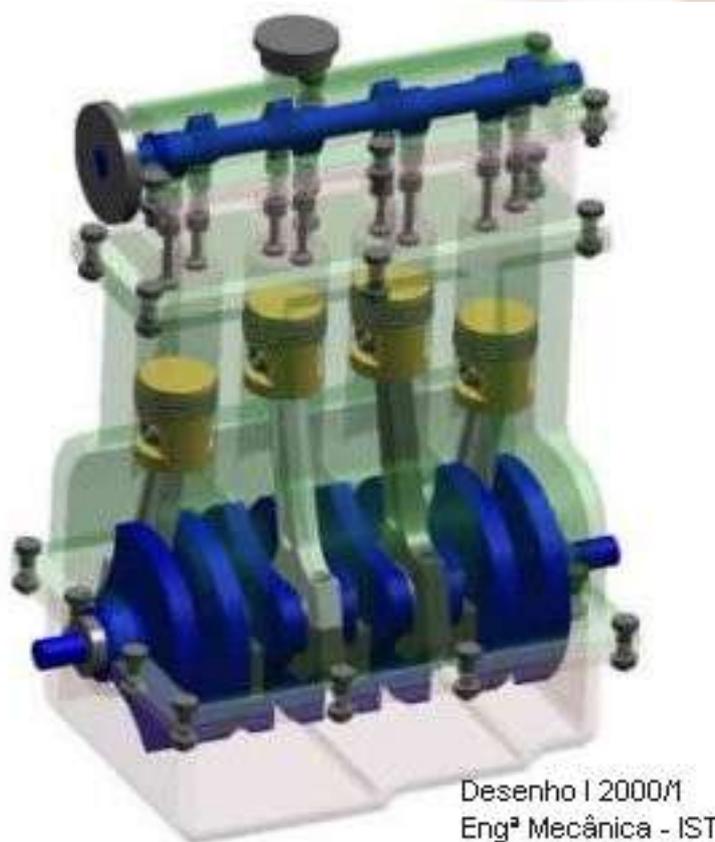
2º tempo: ocorre expansão e escape.

S/compressor
Janelas de admissão e escape e canal de alimentação

Configuração dos ciclos

- 1 – Admissão;
- 2 – Compressão;
- 3 – Escape;
- 4 – Combustão;

Obs: A seqüencia pode ser alterada.



Motores multicilindros



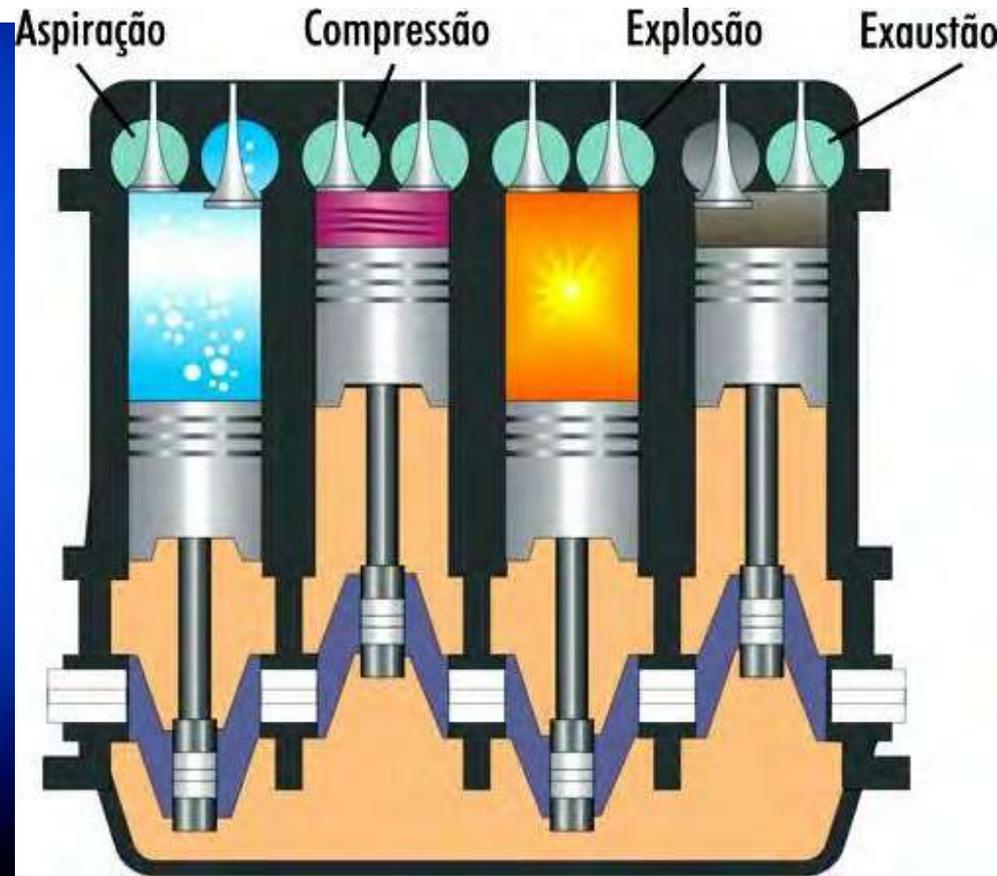
1 cilindro



7cv



MONOCILINDROS X POLICILINDROS



<http://aranha.dv.utfpr.edu.br/www.dv/professores/arquivos/Jean%20Carlo%20Possenti/UNID.%201%20-%201.4.1%20Mecaniza%E7%E3o%20Agr%EDcola.pdf>

www.stihl.com.br/produtos/Imagens%5CMotosserra%5CCilindro20390.jpeg

26,5cv



30cv





62cv



50cv

50cv



57cv



30cv

20cv





75cv



75cv

50cv



75cv

290cv



140cv



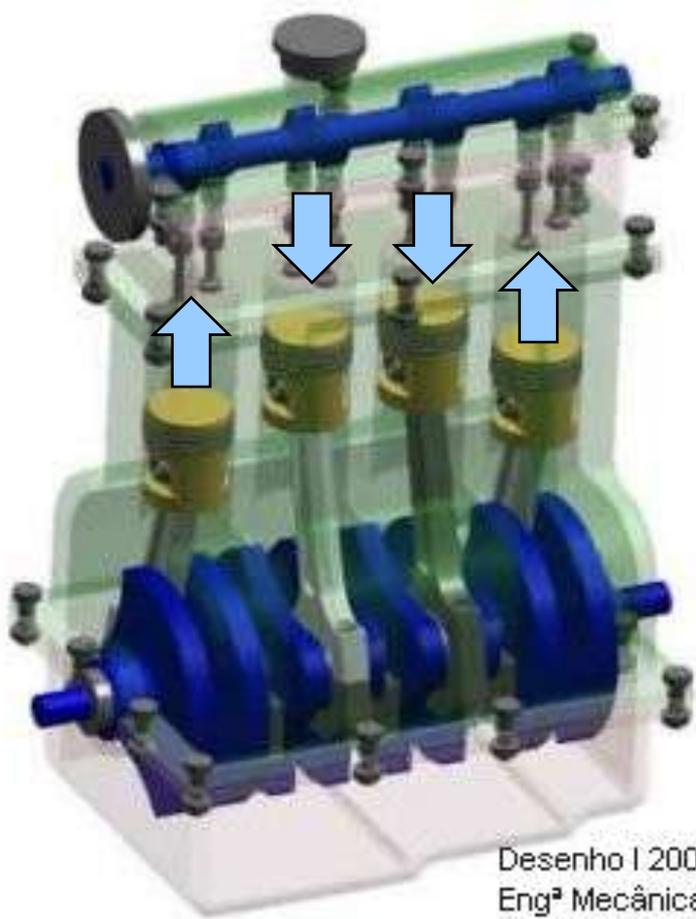
223cv



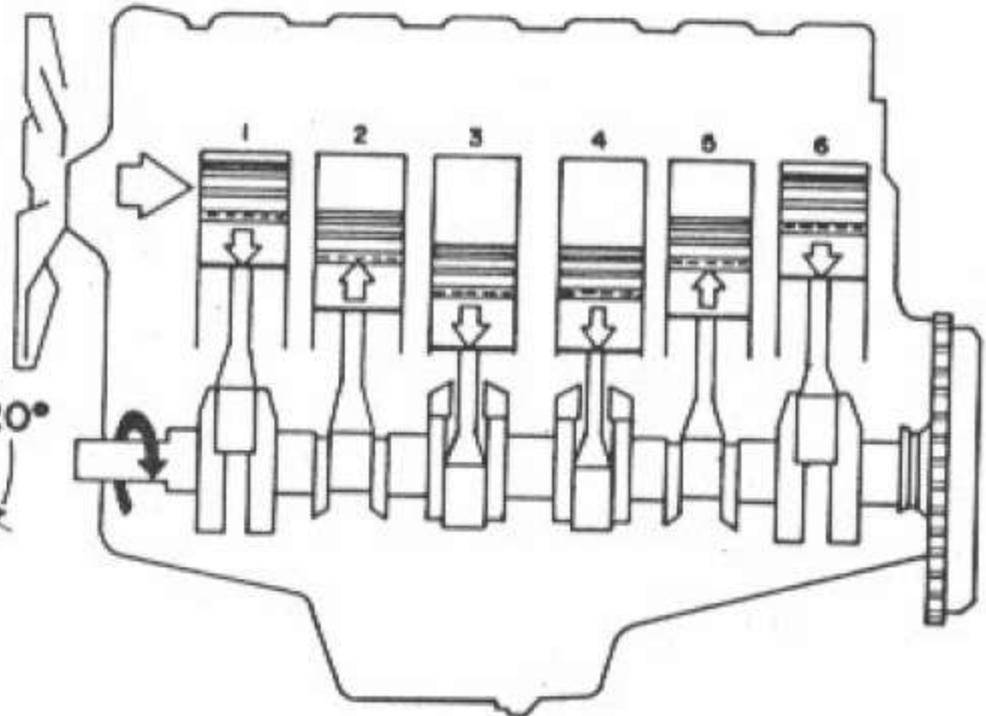
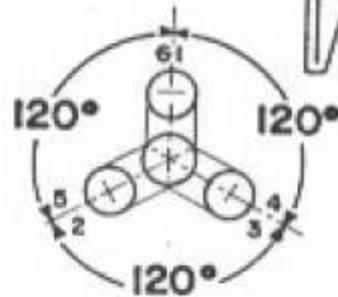
270cv



Configuração do movimento



Desenho I 2000/1
Eng^o Mecânica - IST



Configuração dos ciclos

Motor 4 tempos de 2 cilindros

Âng. ADM	Cilindros	
	1	2
0-180	comb	adm
180-360	esc	compr
360-540	adm	comb
540-720	compr	esc

ADM – Árvore de adm ou virabrequin

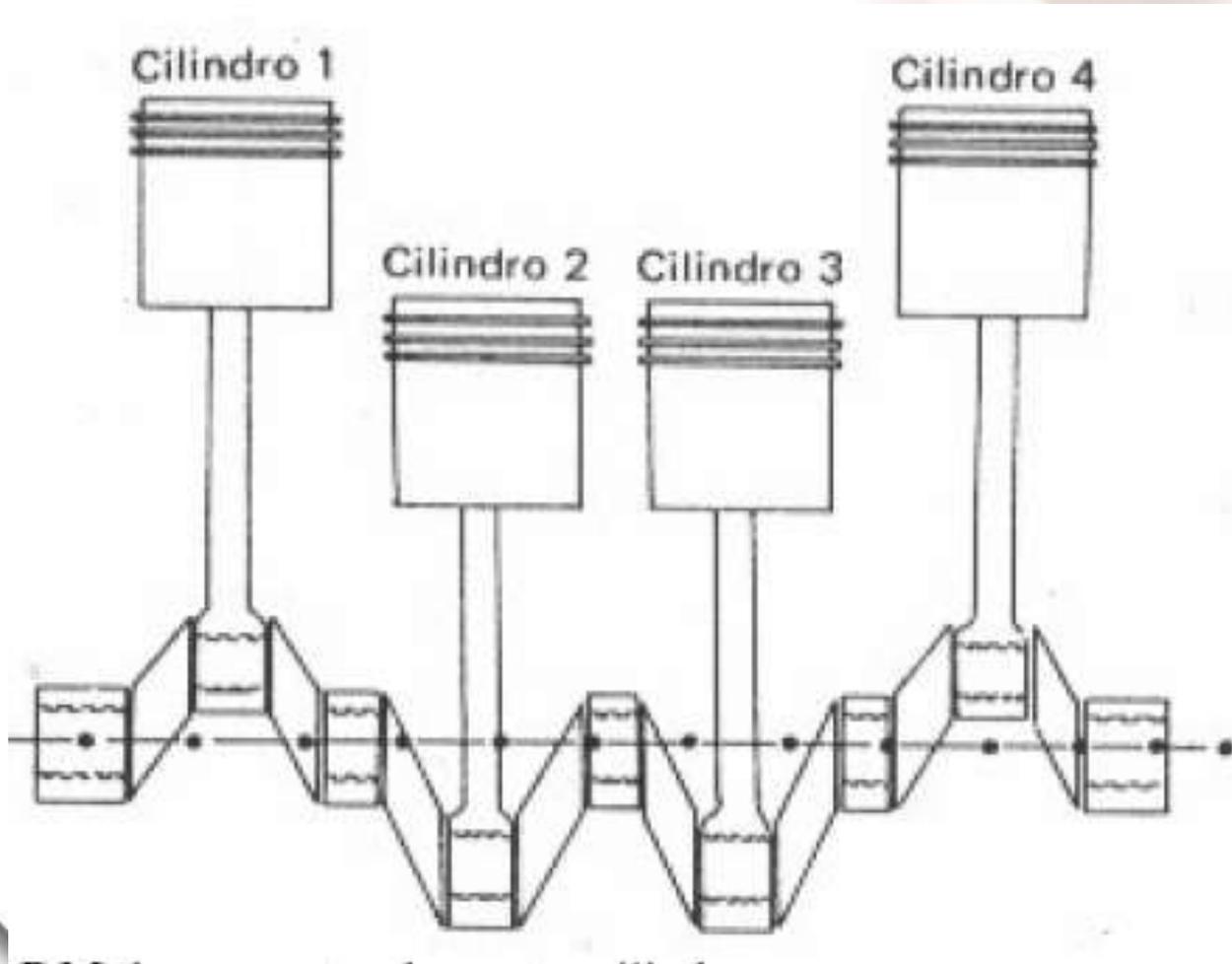
Configuração dos ciclos

Motor 4 tempos de 3 cilindros

Âng. ADM	Cilindros		
	1	2	3
0-60	comb	adm	esc
60-120	comb	compr	esc
120-180	comb	compr	adm
180-240	esc	compr	adm
240-300	esc	comb	adm
300-360	esc	comb	compr
360-420	adm	comb	compr
420-480	adm	esc	compr
480-540	adm	esc	comb
540-600	compr	esc	comb
600-660	compr	adm	comb
660-720	compr	adm	esc

Motor quatro cilindros

Como é a ordem de explosão?



Configuração dos ciclos

Motor 4 tempos de 4 cilindros

	Cilindros			
Âng. ADM	1	2	3	4
0-180	comb	esc	compr	adm
180-360	esc	adm	comb	compr
360-540	adm	compr	esc	comb
540-720	compr	comb	adm	esc

ADM – Árvore de adm ou virabrequin

Configuração dos ciclos

Motor 4 tempos de 6 cilindros

Âng.ADM	Cilindros					
	1	2	3	4	5	6
0-60	comb	esc	adm	comb	compr	adm
60-120	comb	esc	compr	esc	compr	adm
120-180	comb	adm	compr	esc	comb	adm
180-240	esc	adm	compr	esc	comb	compr
240-300	esc	adm	comb	adm	comb	compr
300-360	esc	compr	comb	adm	esc	compr
360-420	adm	compr	comb	adm	esc	comb
420-480	adm	compr	esc	compr	esc	comb
480-540	adm	comb	esc	compr	adm	comb
540-600	compr	comb	esc	compr	adm	esc
600-660	compr	comb	adm	comb	adm	esc
660-720	compr	esc	adm	comb	compr	esc

Configuração dos ciclos

Motor 4 tempos de 8 cilindros

Âng. ADM	Cilindros							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0-90	comb	adm	esc	compr	compr	adm	esc	comb
90-180	comb	compr	adm	compr	comb	adm	esc	esc
180-270	esc	compr	adm	esc	comb	compr	adm	esc
270-360	esc	comb	compr	esc	esc	compr	adm	adm
360-450	adm	comb	compr	comb	esc	comb	compr	adm
450-540	adm	esc	comb	comb	adm	comb	compr	compr
540-630	compr	esc	comb	adm	adm	esc	comb	compr
630-720	compr	adm	esc	adm	compr	esc	comb	comb

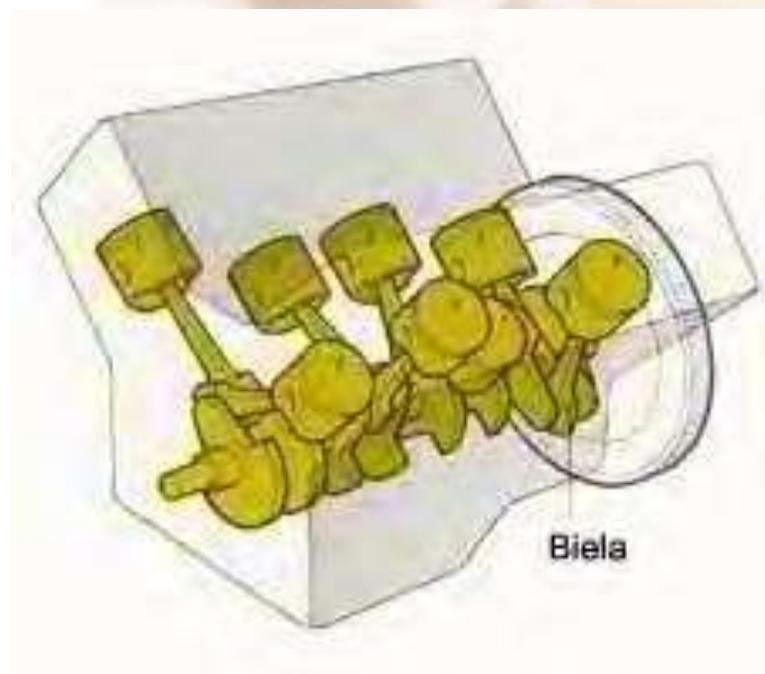
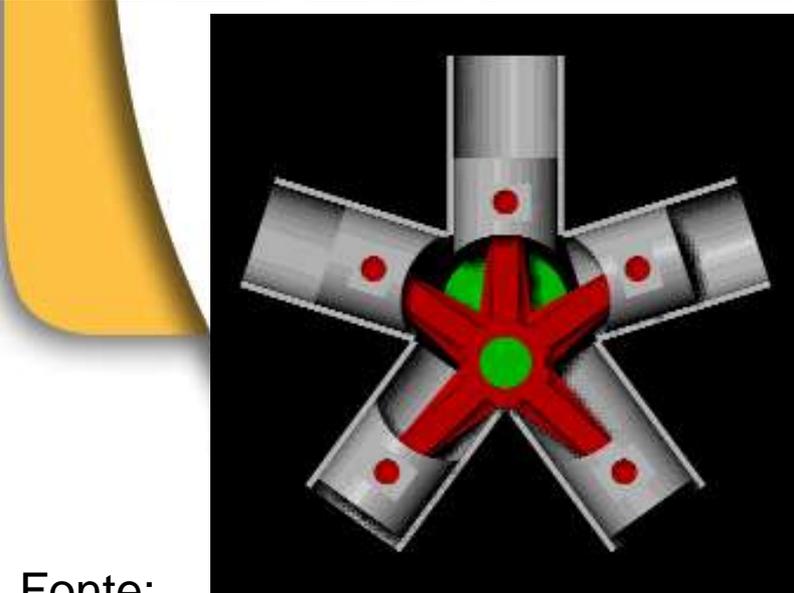
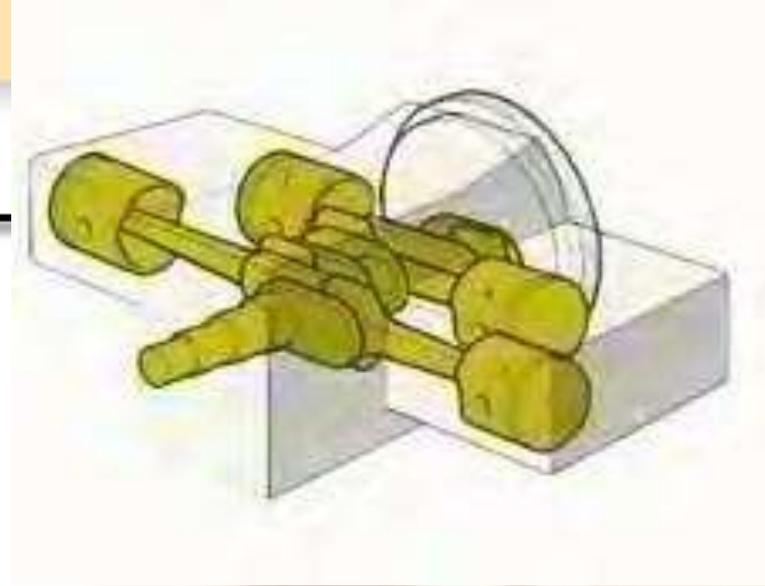
Comb – combustão

Adm – admissão

compr – compressão

esc - escape

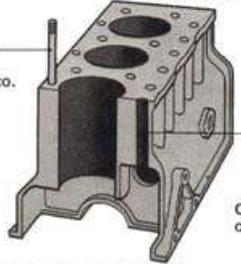




Fonte:
mg353.imageshack.us/.../7695/041020050
025mg.jpg

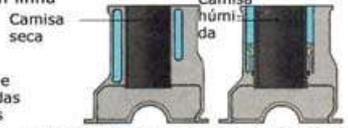
Bloco de um motor 4 cilindros em linha

Os parafusos que fixam o cabeçote dos cilindros são enroscados no bloco.



Cavidade, ou guia, que permite a passagem das hastes impulsoras das válvulas no seu movimento para cima e para baixo.

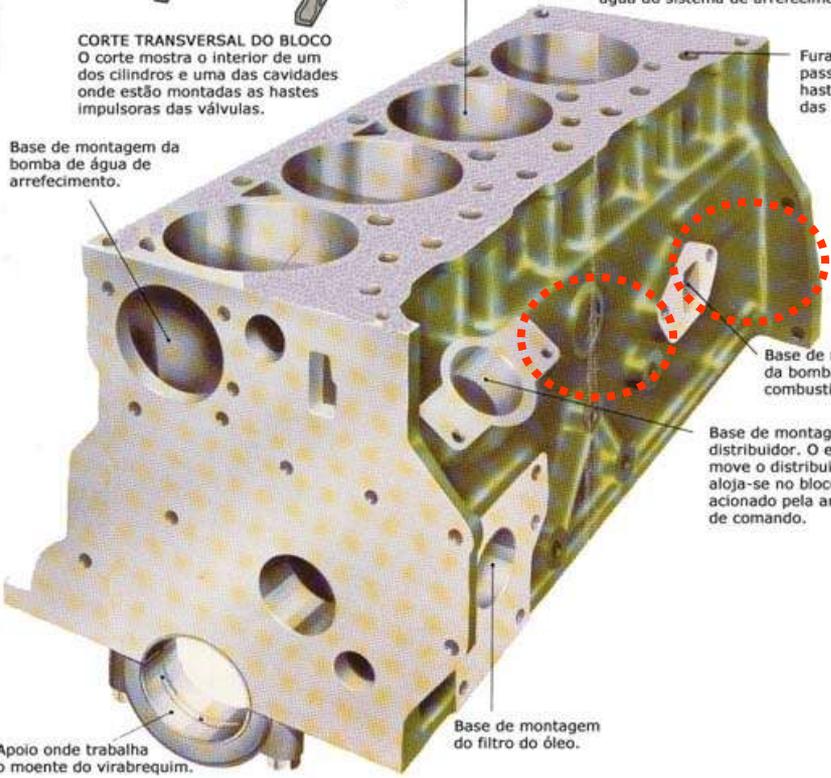
Cilindro onde trabalham os pistões



CAMISAS. Uma camisa seca é rodeada pelo metal do bloco do motor. É utilizada por vezes, para restaurar uma cavidade gasta, devolvendo-lhe o seu diâmetro original. Numa camisa húmida grande parte da sua superfície encontra-se em contato com a água do sistema de arrefecimento.

CORTE TRANSVERSAL DO BLOCO
O corte mostra o interior de um dos cilindros e uma das cavidades onde estão montadas as hastes impulsoras das válvulas.

Base de montagem da bomba de água de arrefecimento.



Furação para passagem das hastes impulsoras das válvulas.

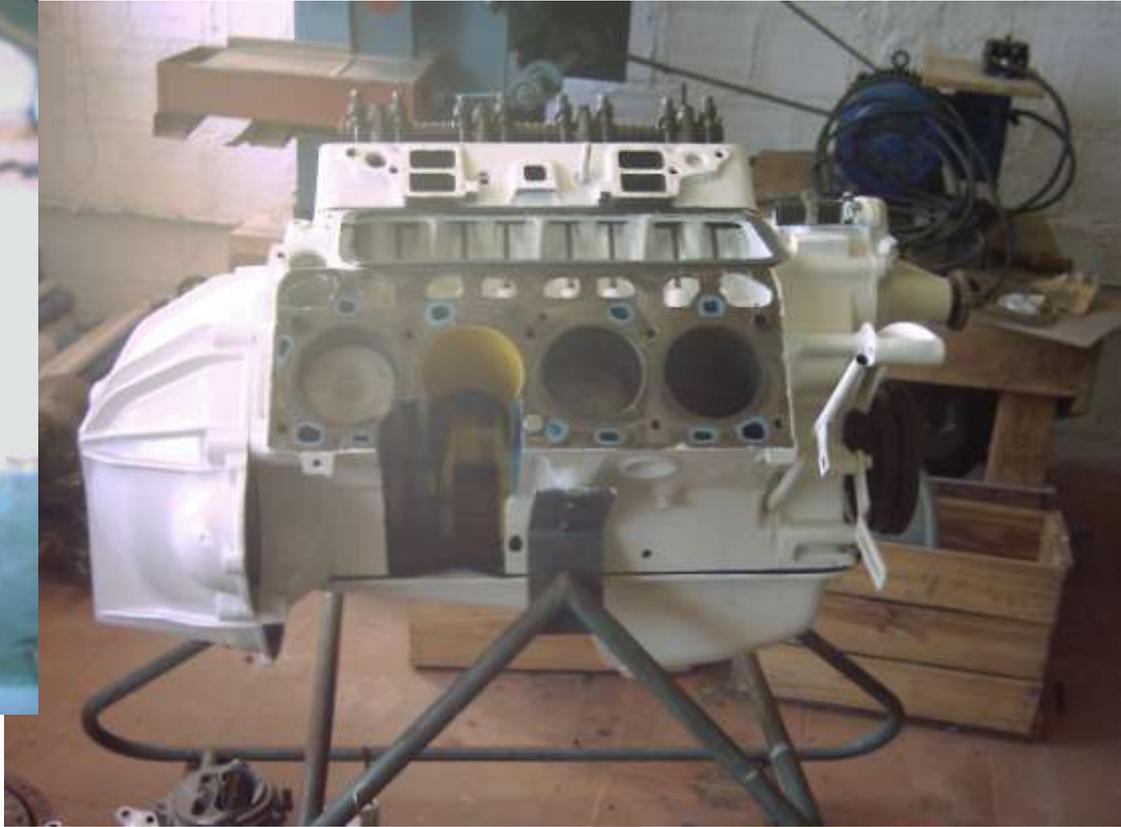
Base de montagem da bomba de combustível.

Base de montagem do distribuidor. O eixo que move o distribuidor aloja-se no bloco e é acionado pela árvore de comando.

Base de montagem do filtro do óleo.

Apoio onde trabalha o moente do virabrequim.





Conceitos básicos

- PMI
- PMS
- Curso
- Diâmetro
- Câmara de combustão

- **Volume total da câmara**
- **Torque**
- **Potências**
- **Rotação**
- **Taxa de compressão**
- **Torque do motor**
- **Rendimentos do motor**

Torque

A

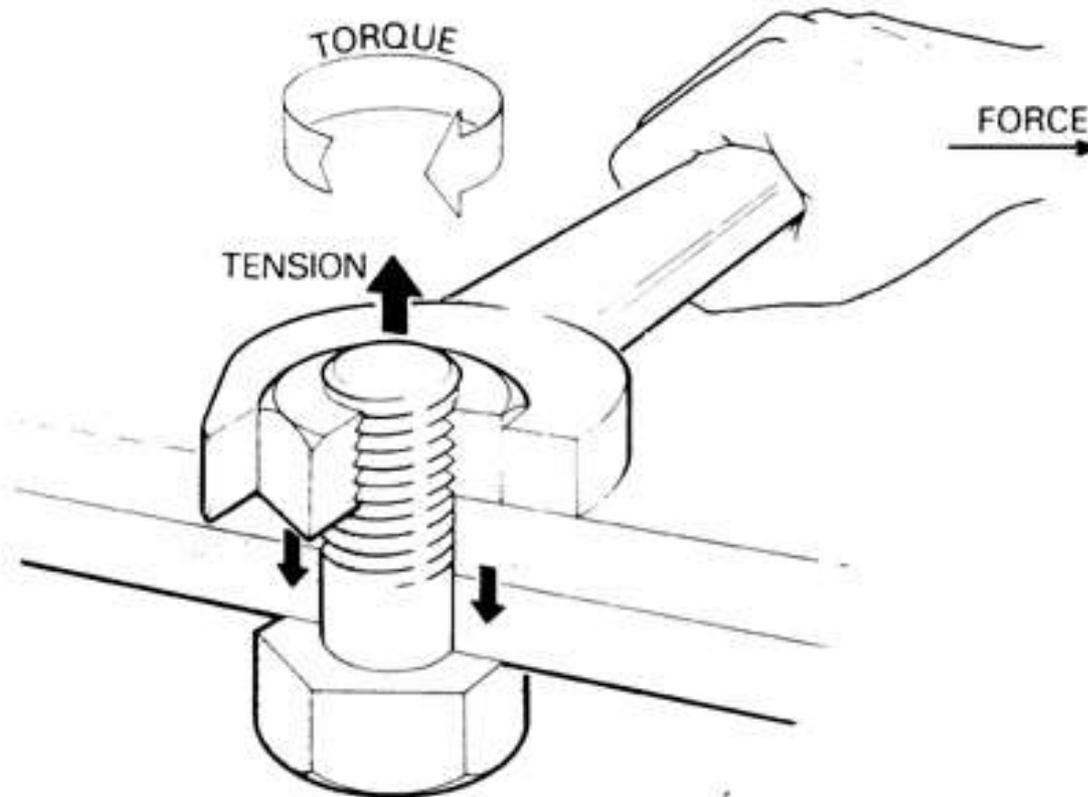


Tabela-Poder calorífico e densidade de combustíveis.

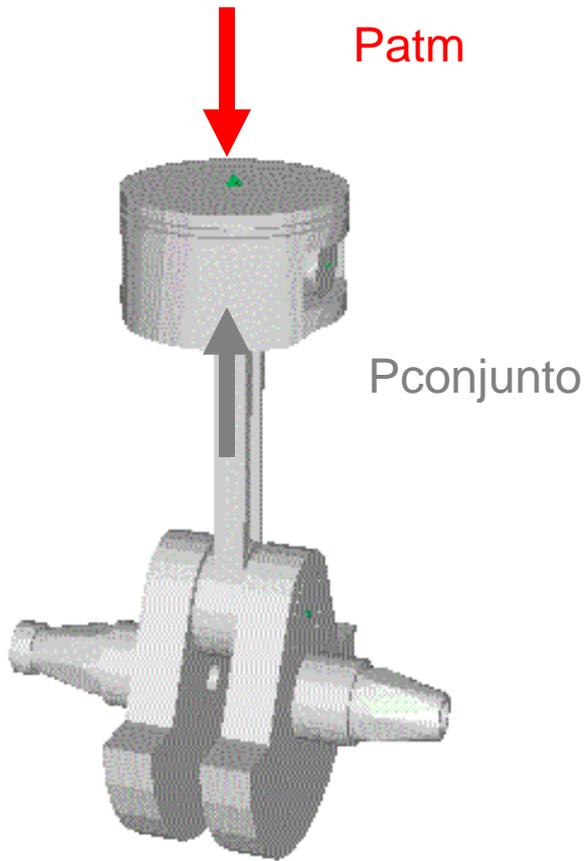
Combustível	Densidade (kg/L)	Poder Calorífico Superior		Relação Estequiométrica Ar/Combustível
		(kJ/kg)	kCal/kg	
Butano	0,580	49500	11831	15,50
Propano	0,509	50300	12022	15,70
Gasolina Comum	0,735	47600	11377	15,20
Diesel N. 1	0,823	45700	10923	15,00
Diesel N. 2	0,834	45500	10875	15,00
Álcool Metílico	0,792	22700	5426	6,49
Álcool Etilico	0,785	29700	7099	9,03
Álcool Butílico	0,805	36100	8628	11,20

Unidades usuais de potência

hp (horse power)	76 kgf.m.s ⁻¹
cv (cavalo vapor)	75 kgf.m.s ⁻¹
cv	0,736 kw
hp	0,746 hp

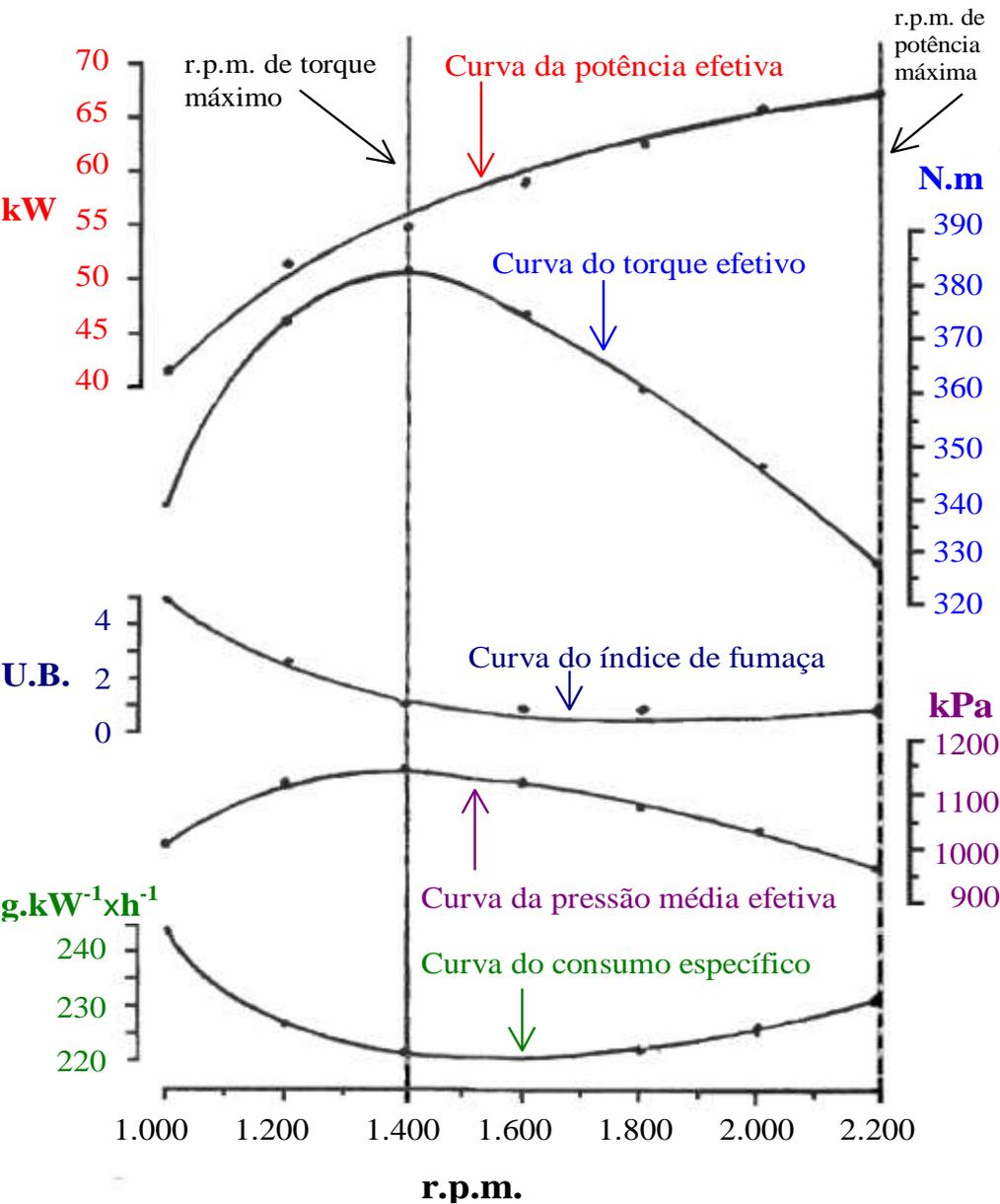
Tabela de perdas de potências

Altitude (m)	Perdas de potência (%)	
	C. Diesel	C. Otto
300	1	5
600	2	12
900	4	16
1200	7	22
1500	10	25





CURVA CARACTERÍSTICA DE MOTORES AGRÍCOLAS



Para motores diesel agrícolas, faz-se a seguinte avaliação da reserva de torque:

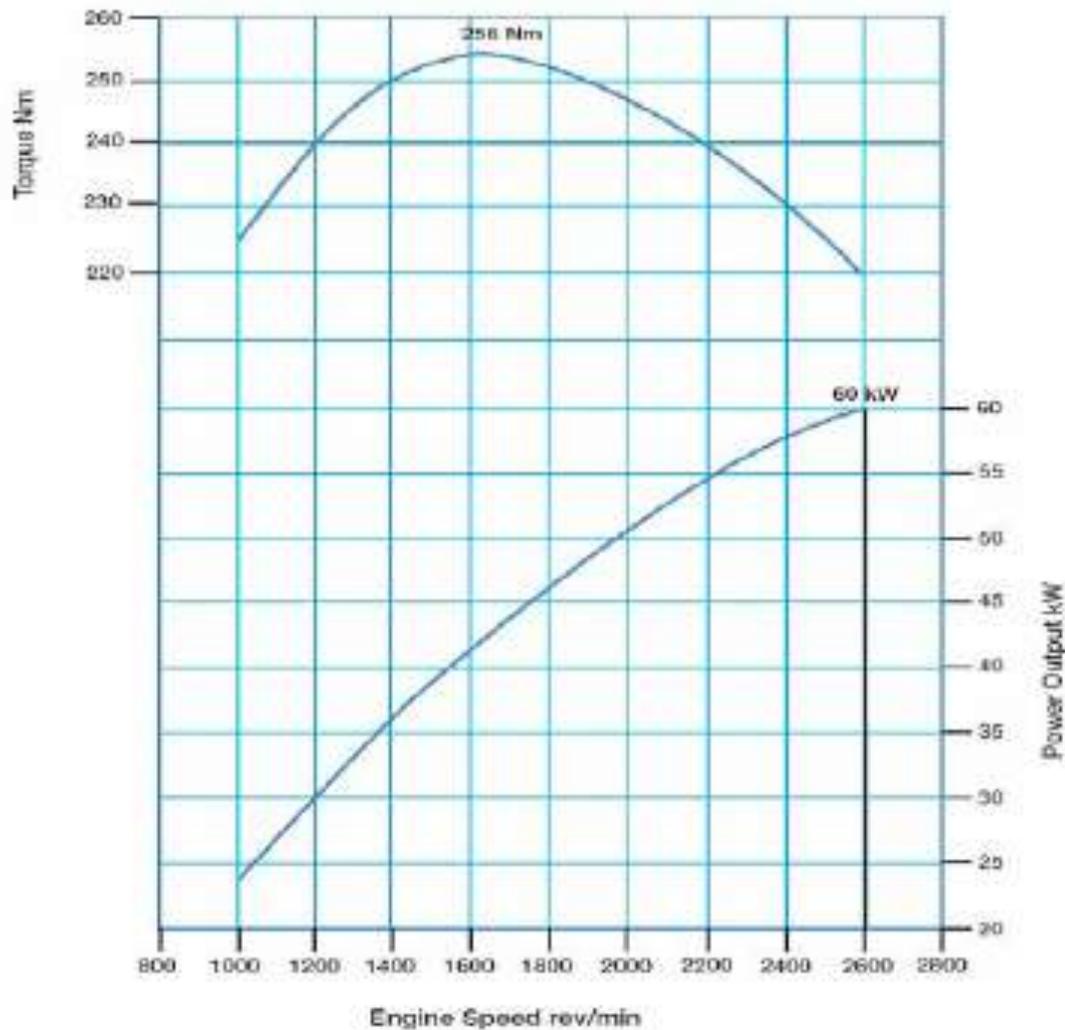
- Rto < 10% - inadequada
- 10% ≤ Rto ≤ 15% - baixa
- Rto > 15% - suficiente

Exemplo considerando-se a Figura:

$$Rto(\%) = 1 - \left(\frac{327}{382} \right) \times 100 \Rightarrow$$

$$Rto = 14,4\%$$

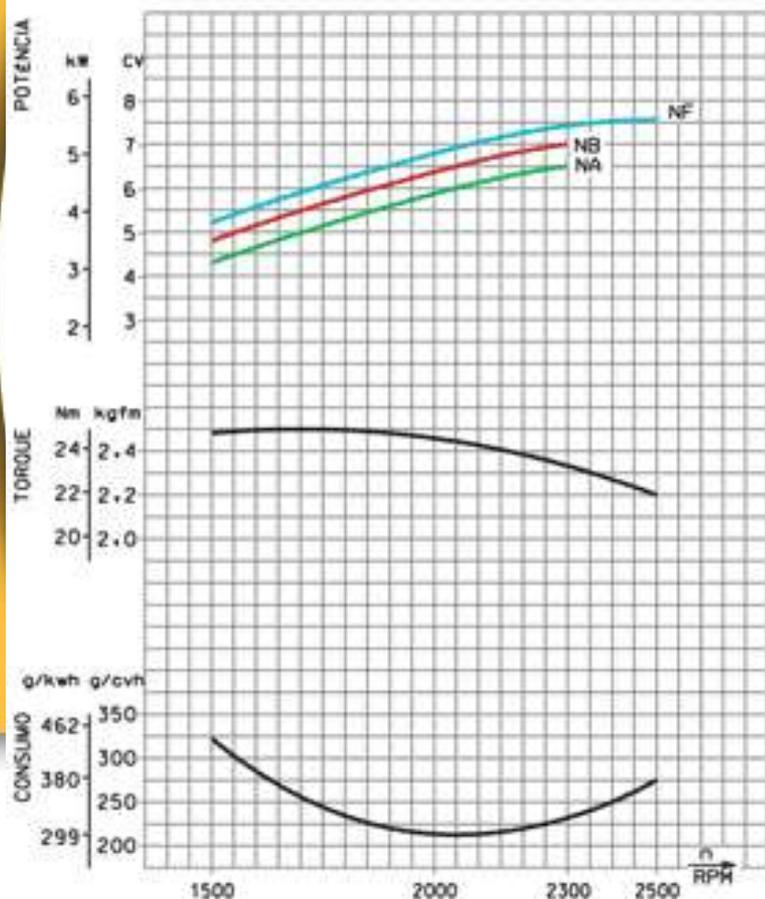
FIGURA - Curvas de desempenho típicas de um motor diesel.



Número de cilindros = 4 em linha;
 Diâmetro x Curso = 94 mm x 120 mm;
 Cilindrada = 3,3 L;
 Ciclo = 4 tempos;
 Taxa de compressão = 19:1;
 Peso = 269 kg.

Curva de performance

M80



7cv

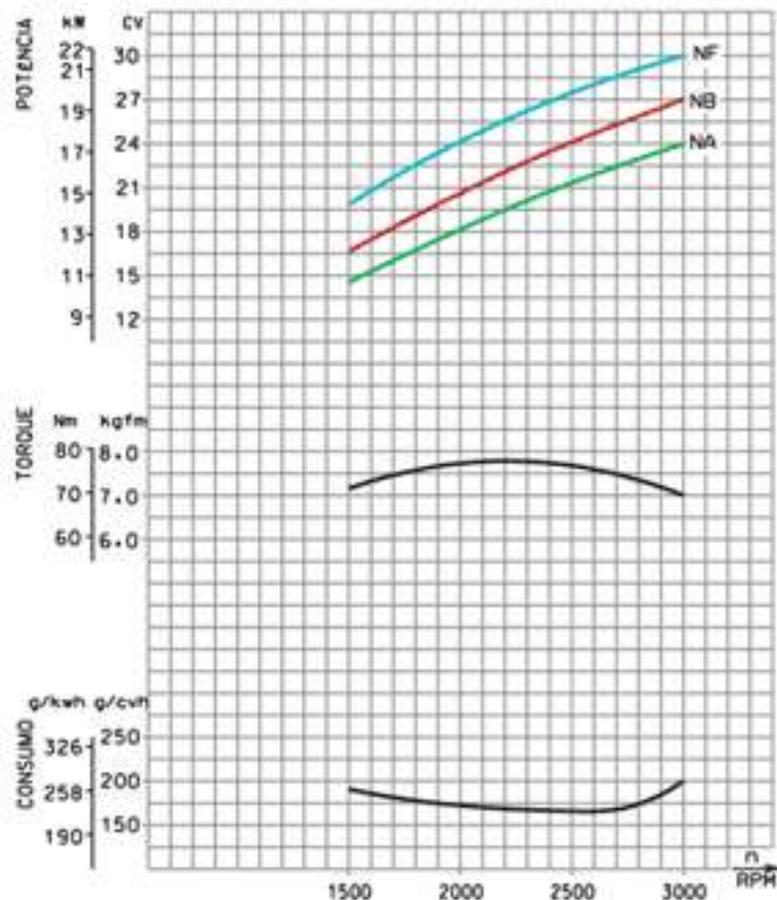
POTÊNCIA NF (NBR ISO 1585)
 POTÊNCIA NB (NBR 6396 / ISO 3046)
 POTÊNCIA NA (NBR 6396 / ISO 3046)

n - Rotações por minuto

Obs: potência, torque e consumo específico são referentes a curva NF, com tolerância de 5% sob condições de variações de temperatura, pressão, umidade e combustível padrão.

Curva de performance

M790



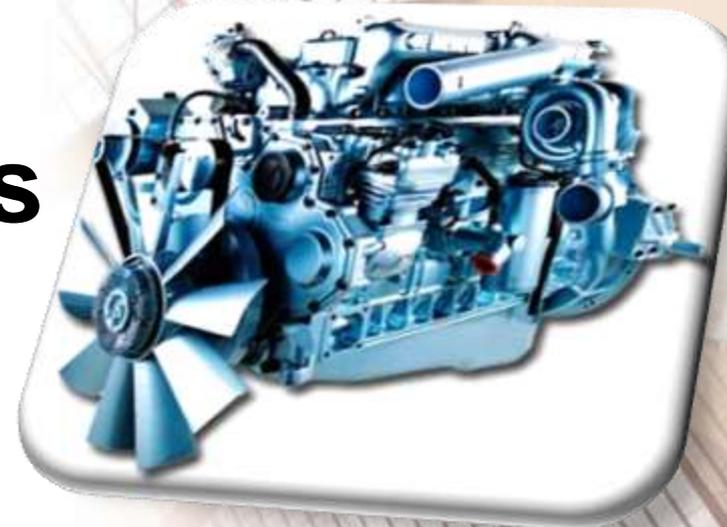
27cv

POTÊNCIA NF (NBR ISO 1585)
POTÊNCIA NB (NBR 6396 / ISO 3046)
POTÊNCIA NA (NBR 6396 / ISO 3046)

n - Rotações por minuto

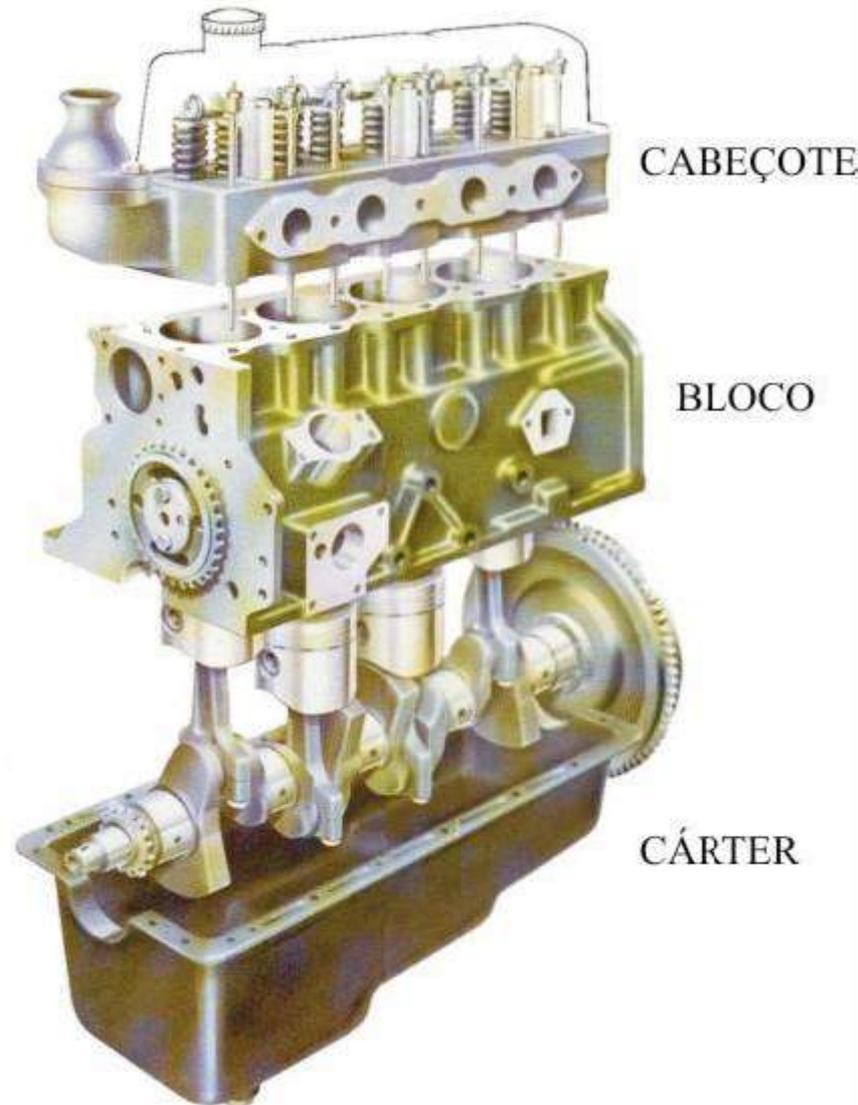
Obs: potência, torque e consumo específico são referentes a curva NF, com tolerância de 5% sob condições de variações de temperatura, pressão, umidade e combustível padrão.

Rendimento de Motores



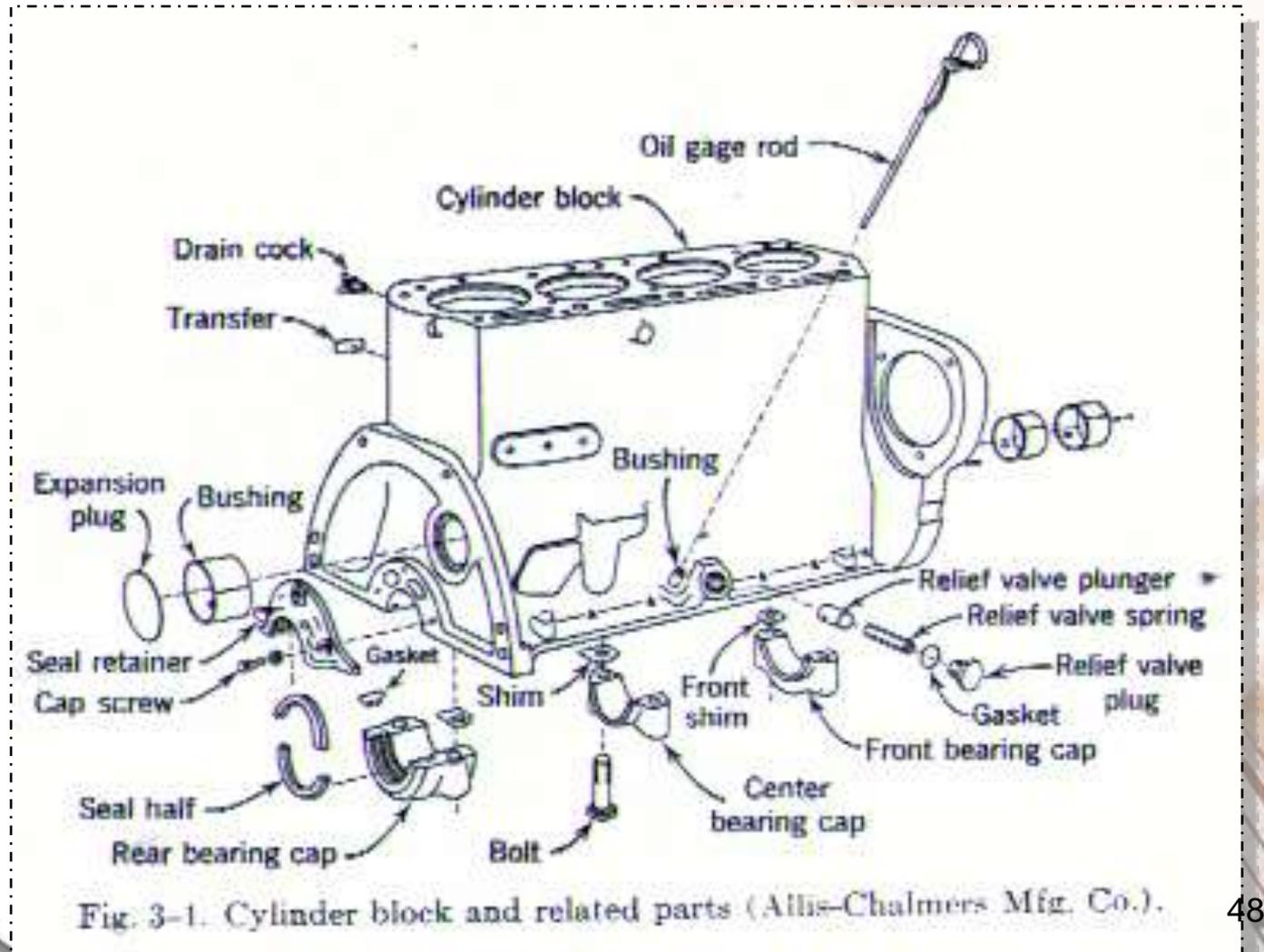
CONSTITUINTES DO MOTOR

Mecanismos fixos e móveis



Componentes do motor

- Fixos



Bloco do motor

- O bloco de suporte às demais partes constituinte do motor e, no trator moderno, tipo standard, integra a parte frontal de seu chassi. Por essa razão, deve apresentar suficiente robustez para fazer face também aos esforços a que é submetido todo o trator.

Bloco do motor - composição

- O bloco é constituído de ferro fundido (Fe com 2% a 4% de carbono) sendo incorporados metais - liga, cuja função é a melhoria a resistência as tensões e
- esforços provocados.

Constituintes do motor

Cilindro: é o local onde se trabalha o pistão. O pistão possui movimento retilíneo alternado.

Pode ser de duas maneiras:

- Fixos
- Móveis

Constituintes do motor - cilindro

- Quanto ao arrefecimento:

- Seco

- Úmido →

- Fatores que provocam desgastes

- Presença de material abrasivo no combustível;

- Água no combustível;

- Óleo com viscosidade inadequada;

Camisa móvel

fixa



Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Cilindro_\(motor\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cilindro_(motor))

Fonte:
www.abal.org.br/aluauto/ed12/imagens/bloco_de_motor_EAA_AAM.jpg

Disposição dos cilindros

Na vertical



Em Y



Em V

Constituintes do motor - cilindro

Fatores que provocam desgastes

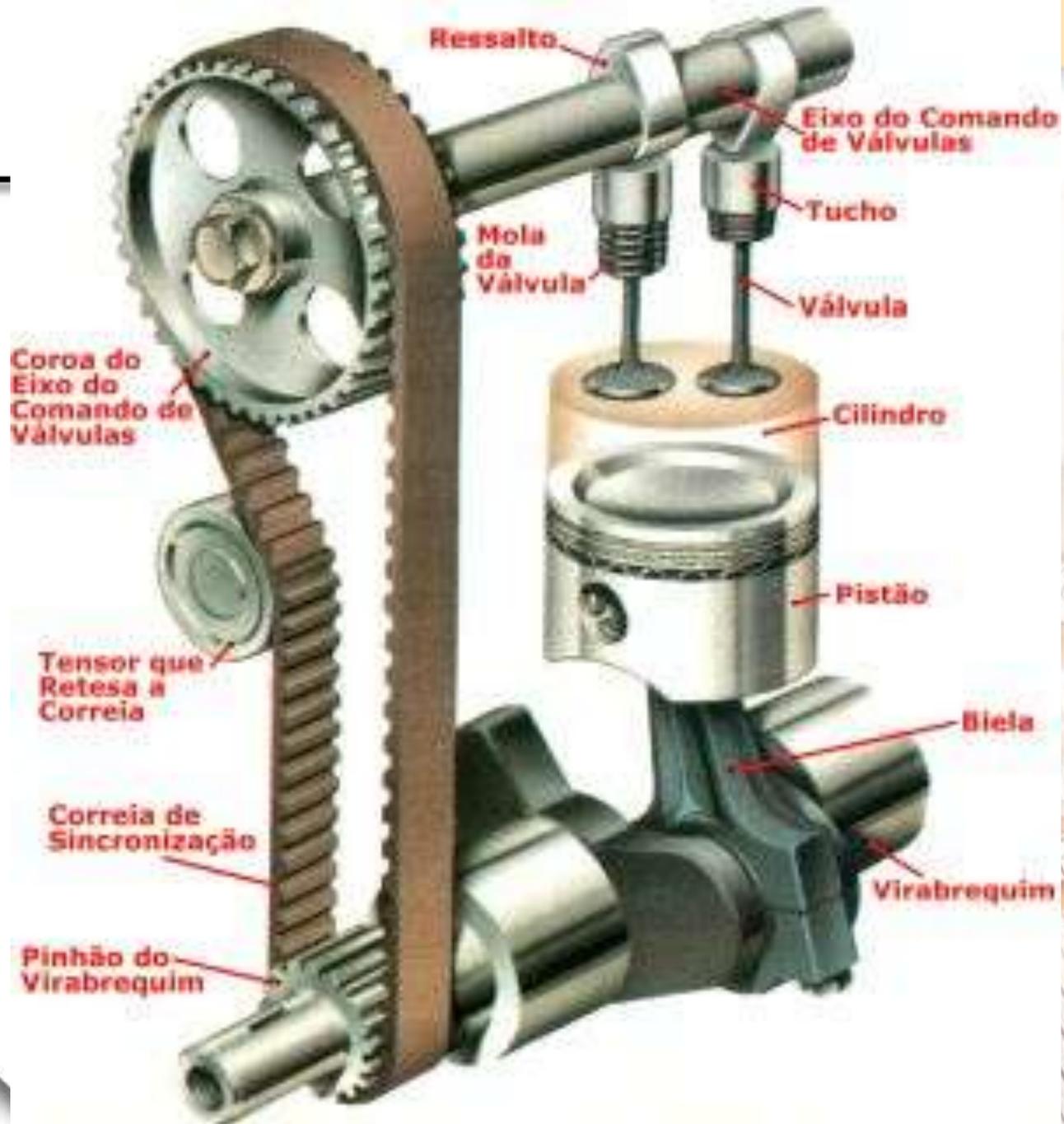
- Ar admitido com poeira em suspensão;
- Superaquecimento do sistema;
- Pressão inadequada do sistema;
- Altas solicitações ao motor.

Motor constituintes

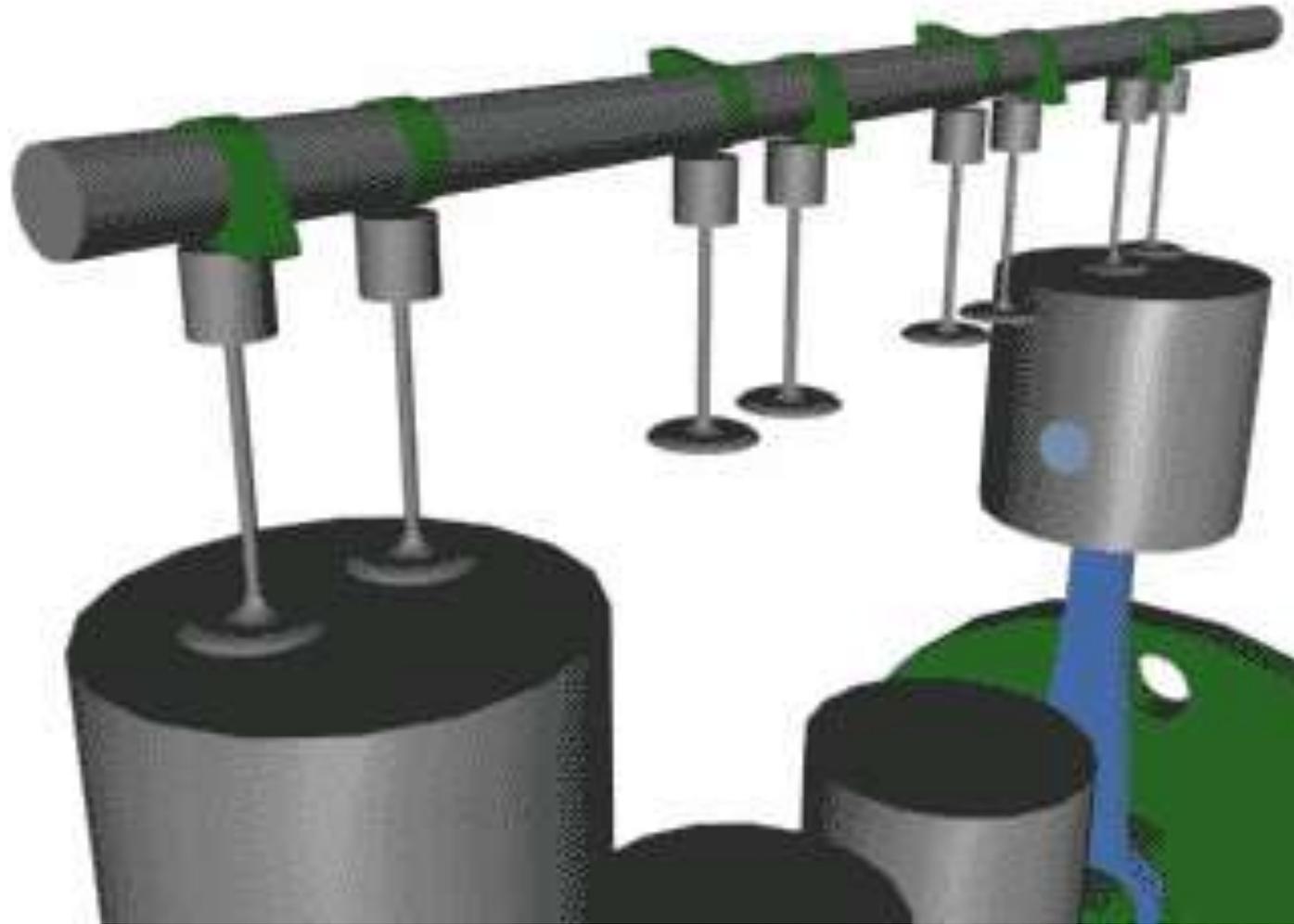
- Para onde vai os gases provenientes da combustão?



Fonte: <http://monzamegasquirtbr.blogspot.com/2007/11/coletor-de-admisso.html>



Funcionamento das válvulas



Fonte: <http://www.envenenado.com.br/howwork/valvulas/valvulas.html>

Partes móveis do motor

- Quais as partes móveis que vocês conhecem?



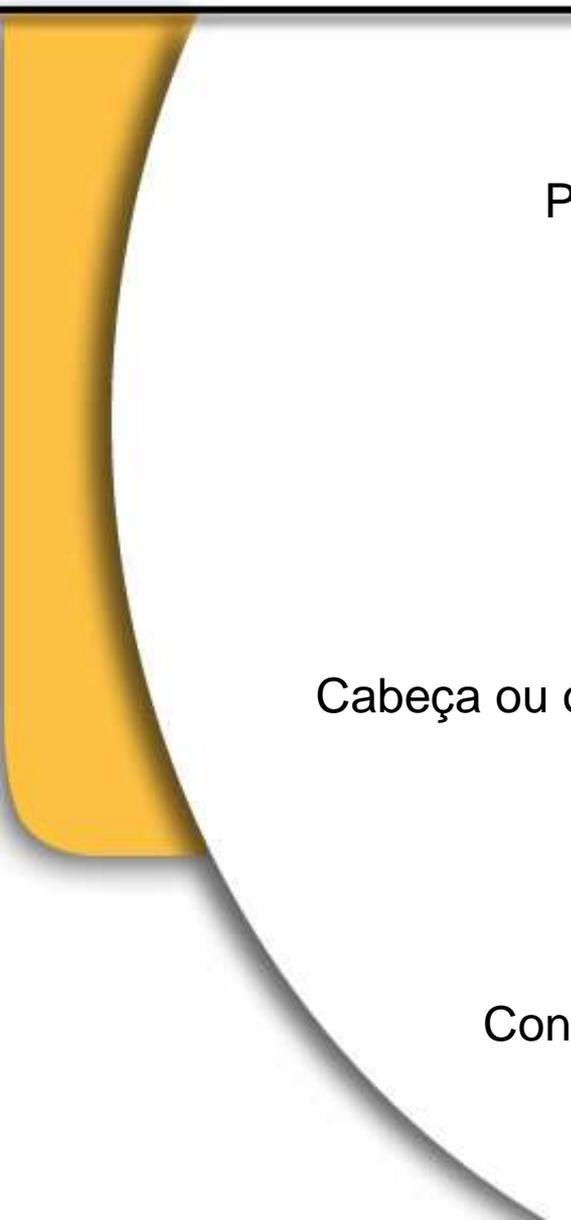
Desenho I 2000/1
Eng^o Mecânica - IST

Partes móveis do motor - Pistão

- A função do pistão é receber impulso gerado pela combustão transmiti-lo a biela...



Qual a função
dos anéis?



Pé ou olho pequeno



Haste ou perna



Cabeça ou olho grande

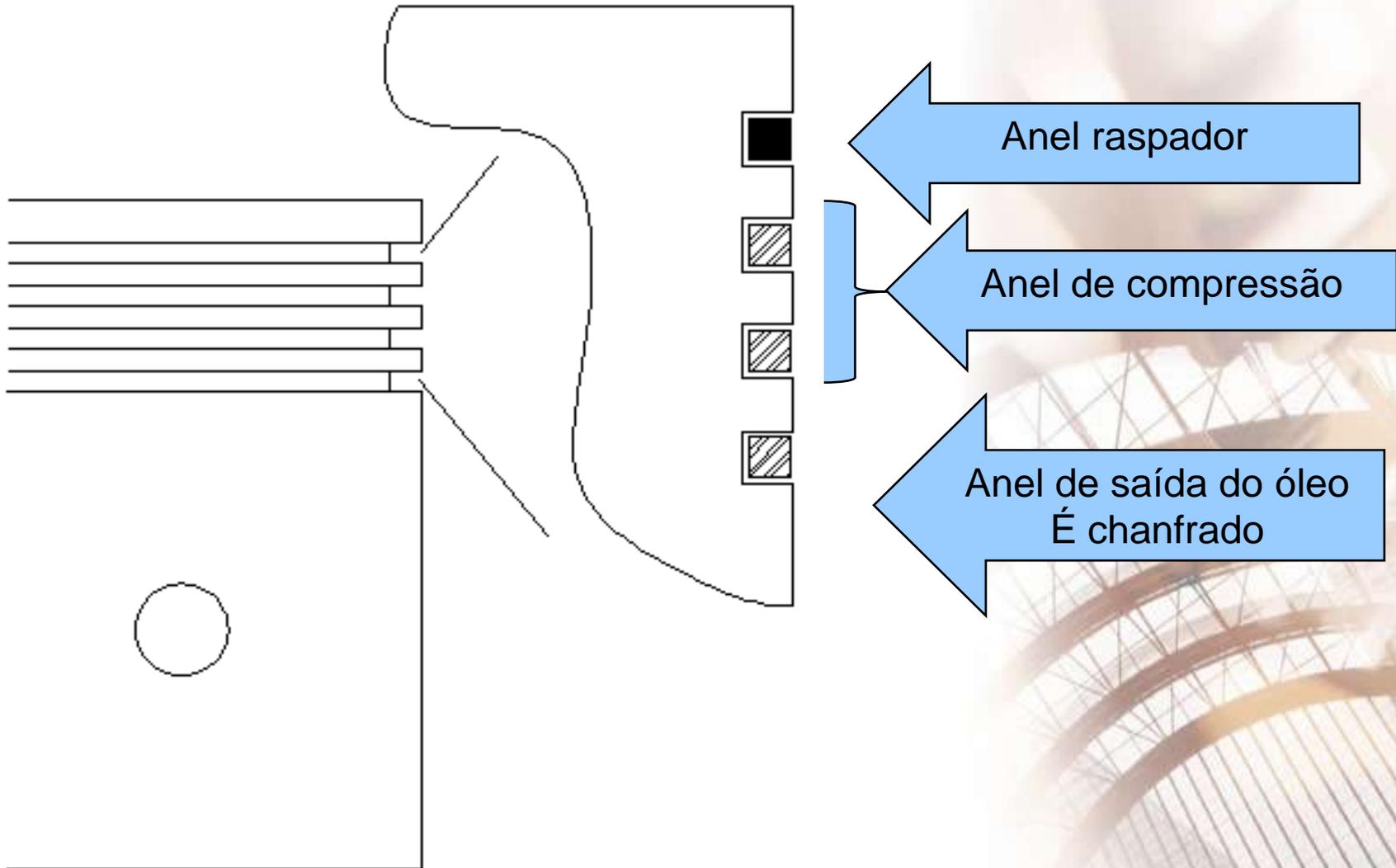


Contra peso



Desenho | 2000/1
Eng^o Mecânica - IST

Anéis de segmento



Biela

- É uma haste responsável por transmitir o movimento do pistão para o virabrequim.



<http://members.fortunecity.es/100pies/mecanica/fotosmecanica/partes8.jpg>

Casquilho ou bronzina

- São superfícies metálicas que estão localizadas entre o virabrequim e a cabeça da biela.
- Função:
- Prolonga a vida útil das partes móveis do motor para evitar contato direto entre elas



<http://www.ultramotard.com/images/glossario/img/232169856759bronzina.jpg>

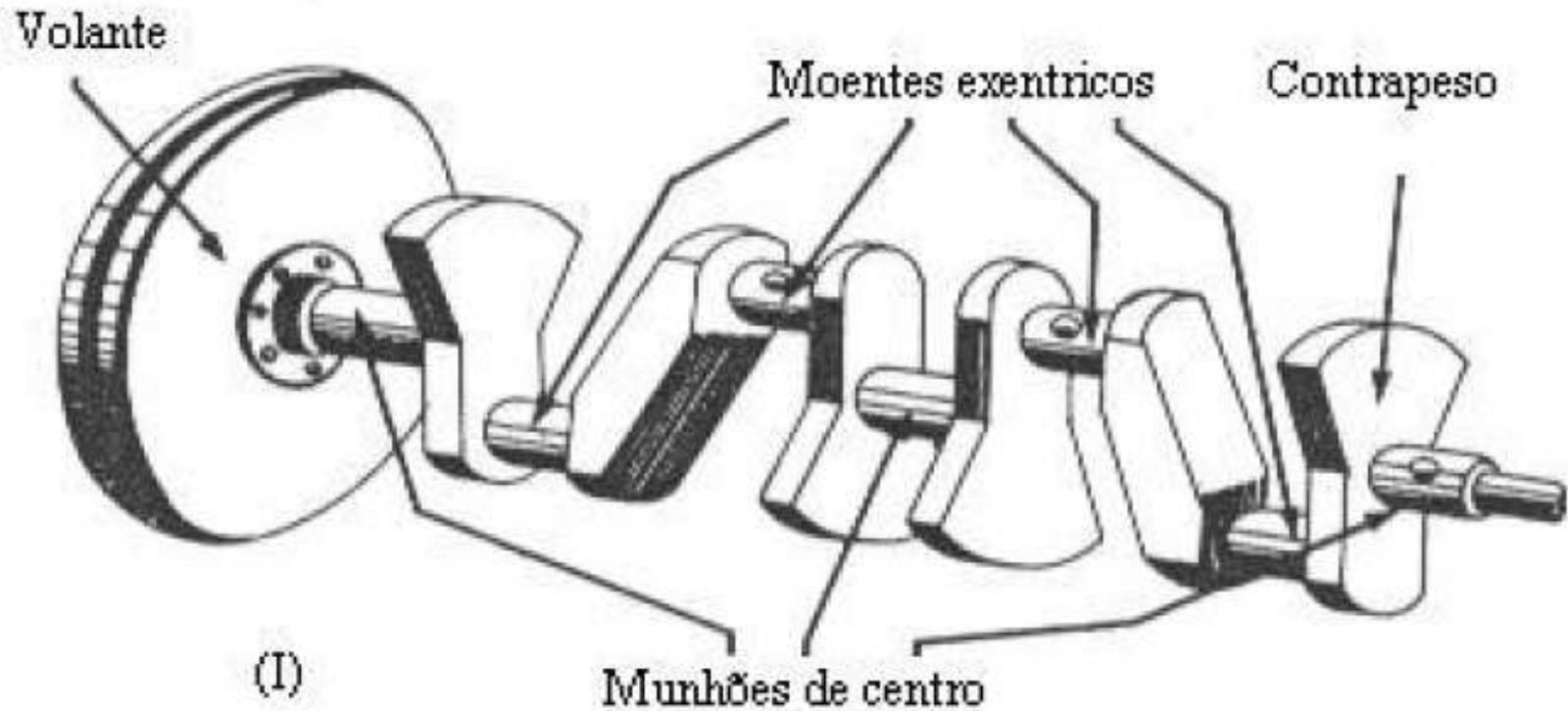
Virabrequim

- Com formato de manivela, transforma o movimento retilíneo do pistão em movimento rotativo.



<http://www.sp.senai.br/bdifusor/auto/Ilustracoes/V/virabrequim.jpg>

Nomenclatura usada



Cárter

Na parte inferior do bloco, está localizado o cárter;

Sua função é fechar a parte inferior do motor e servir de depósito ao óleo lubrificante;

É constituído em ferro fundido, liga de alumínio ou chapa de aço estampada.

O que é isto? Para que serve?

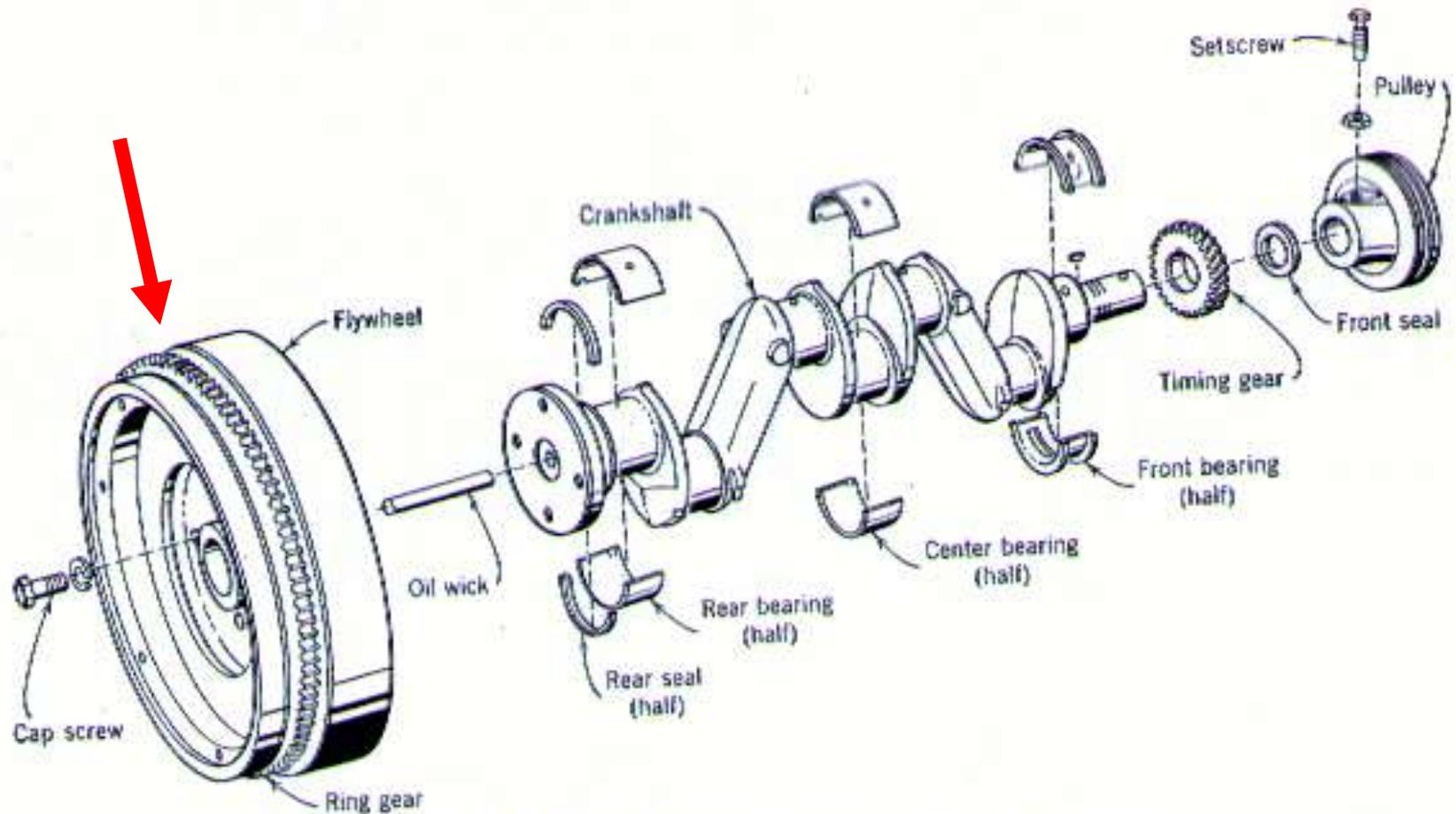
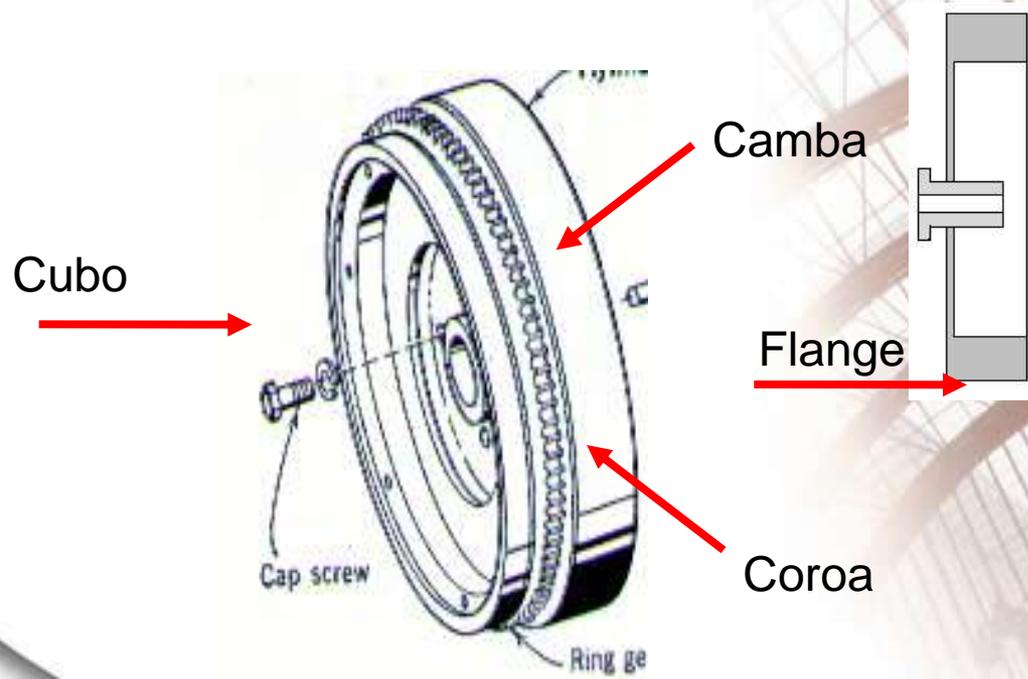


Fig. 3-5. Crankshaft, flywheel, and related parts (Allis-Chalmers Mfg. Co.).

Volante

A função do volante é:

- Manter a velocidade constante;
- Reserva de energia;



Juntas

- Desempenham a função de vedar fluidos, gases e distribuir uniformemente a temperatura sem perdas ou vazamentos;
- Proporcionam a perfeita vedação entre as peças.



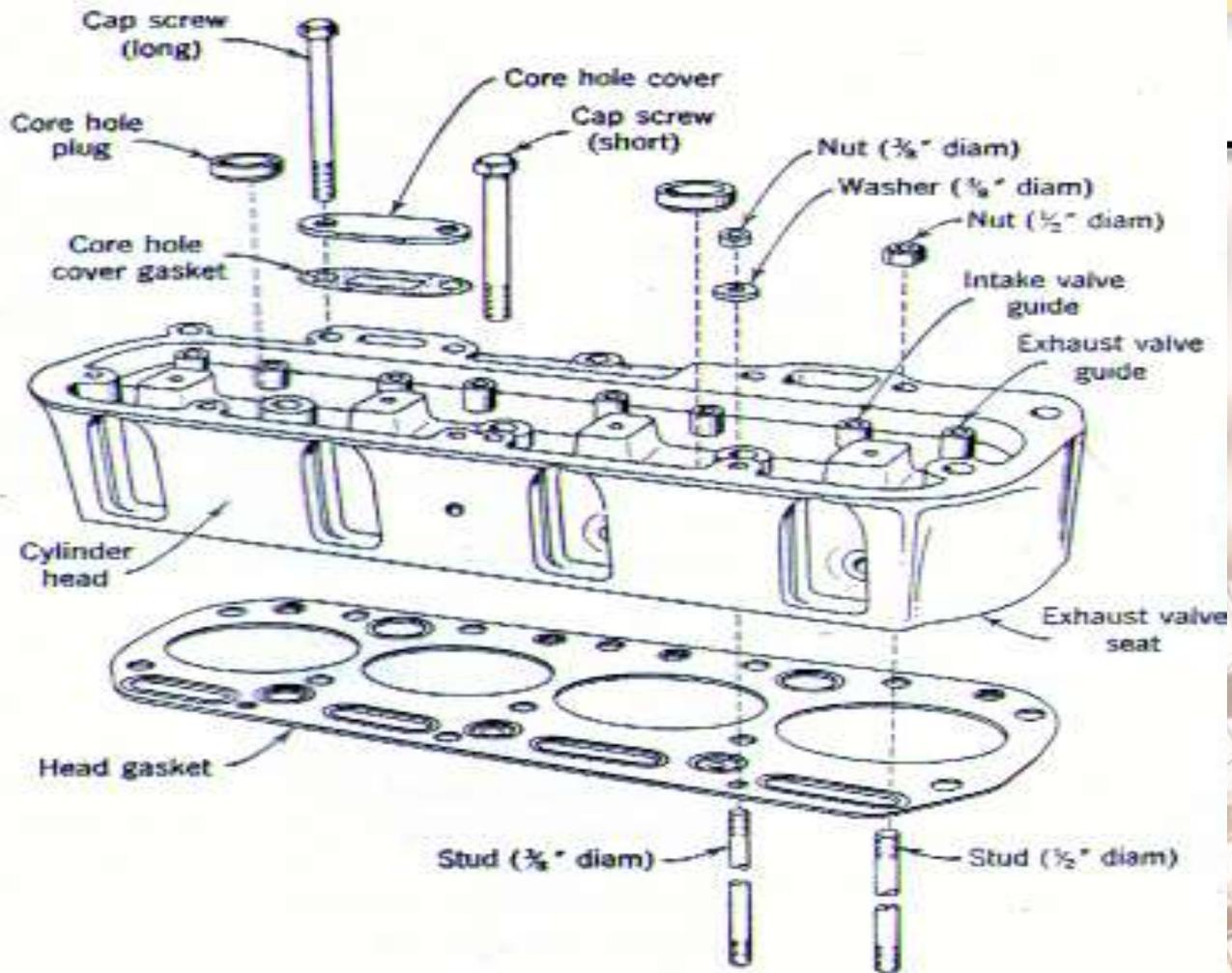


Fig. 3-4. Cylinder head, gasket, and related parts (Allis-Chalmers Mfg. Co.)

Junta entre o cabeçote e bloco.

- Reuters, O. **Capacidade e déficit de armazenagem**. Palestra In: II Fórum de Inovações e tecnologia, Pelotas, 2005, UFPel.
- Relatório de dados de safra, capacidade de armazenagem e déficit no Brasil entre os anos de 1990-2006. www.conab.org.br.
- Dallmayer, A. **Apresentação de aula** (power point), 2007.
- Rodrigues, R. **Plano Agrícola e Pecuário 2004/2005 - Íntegra do discurso do ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no Palácio do Planalto**. 5p. 2004.
- Varella, C. A. A. **Aula de motores e tratores determinação da potência de motores**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Tecnologia - Departamento de Engenharia Area de Máquinas e Energia na Agricultura. Arquivo em pdf. acesso em 2008
-
- Desgaste de ponteiras de hastes sulcadoras de semeadoras de plantio direto e sua influência no esforço de tração. 168f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) UFRGS, 2005.
- BORDIGNON, J.; BATISTA, V.; THOMAS, C.; SILVA, S.; CEPIK, C.; TREIN, C.
- Avaliação de esforços em discos de corte e hastes sulcadoras de semeadora-adubadora em manobras. XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2005.

J. agric. Engng Res. (1993) **55**, 189–205

A Triaxial Dynamometer for Force and Moment Measurements
on Tillage Implements

R. J. GODWIN; A. J. REYNOLDS; M. J. O'DOHERTY; A. A. AL-GHAZAL