

1. DEFINIÇÃO SUCINTA DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA VOLUMÉTRICO ALTERNATIVO

O MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA é uma máquina térmica na medida em que transforma energia térmica em energia mecânica.

A energia térmica provém da queima (combustão) de uma mistura combustível-comburente (o ar é o comburente) libertando-se deste modo a energia química do combustível.

A energia térmica libertada pela queima do combustível é transferida ao *fluido motor* que, por sua vez, a transmite ciclicamente aos órgãos mecânicos do motor.

Nas máquinas alternativas o *fluido motor* trabalha dentro de um cilindro de volume variável e transmite a sua energia à parede móvel desse cilindro, que é êmbolo, cujo movimento de vaivém impulsiona o veio motor através do mecanismo biela - manivela.

Resumindo, o MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA é, no caso em questão, uma MÁQUINA TÉRMICA VOLUMÉTRICA ALTERNATIVA que vulgarmente designamos por motor a pistão.

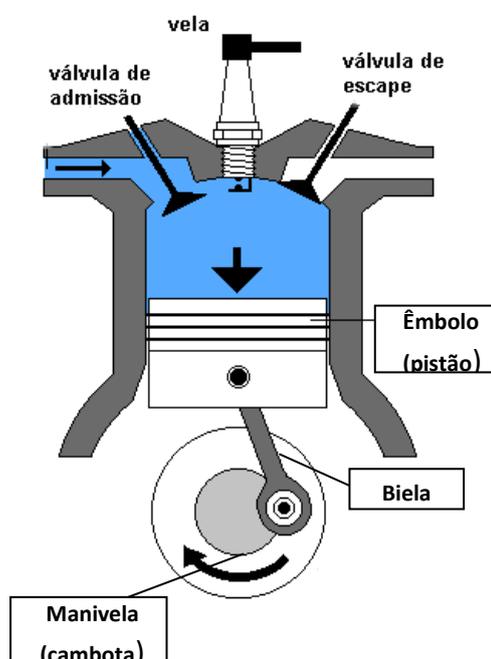
A figura 1 apresenta um esquema de um motor volumétrico alternativo

FIGURA 1

O motor é constituído por cilindros no interior dos quais deslizam os êmbolos. Os êmbolos estão ligados à árvore de manivelas (cambota) através das respetivas bielias.

O mecanismo biela - manivela transforma o movimento retilíneo de vaivém do êmbolo em movimento circular (rotação do veio motor).

O aumento de pressão do fluido motor no interior do cilindro devido à combustão da mistura de ar – combustível submete o êmbolo a uma força fazendo-o descer (deslocar-se do ponto morto superior para o ponto morto inferior) transmitindo assim movimento de rotação à árvore de manivelas (cambota).



2. ALGUNS PARÂMETROS BÁSICOS DOS MOTORES

A especificação de um motor é geralmente dada pelos valores da sua cilindrada, potência e binário máximos.

Vamos explicitar os conceitos subjacentes aos parâmetros referidos.

a) CILINDRADA (V)

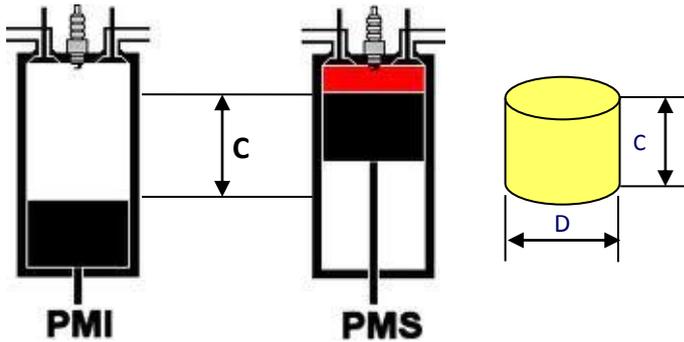
Quando o êmbolo desce desde o Ponto Morto Superior (PMS) até ao Ponto Morto Inferior (PMI) varre o volume correspondente a um cilindro cuja base é a sua área circular, de DIÂMETRO D, e a altura é o CURSO do êmbolo C.

Este volume é denominado VOLUME VARRIDO OU CILINDRADA.

A soma da cilindrada de todos os cilindros é designada CILINDRADA DO MOTOR (V)

A figura 2 representa a cilindrada de um cilindro do motor

Figura 2



$$V = n * C * D^2 * (\pi / 4), \text{ em que:}$$

$$\pi \approx 3,14$$

n - número de cilindros do motor.

C - curso do êmbolo

D - diâmetro do cilindro

A cilindrada é normalmente expressa em centímetros cúbicos (cm^3) ou em litros (L). No caso de um motor com 4 cilindros, se cada um deles tiver 400 cm^3 , a sua cilindra será: $V = 4 * 400 = 1600 \text{ cm}^3 = 1,6 \text{ L}$

b) POTÊNCIA (P)

Para a compreensão do conceito de **POTÊNCIA**, vamos introduzir primeiro a noção de **TRABALHO**.

O **TRABALHO (W)** é uma forma de transferência de energia associada à ação de uma força ao longo de uma distância.

A sua equação de definição é: $W = F * d$, em que F é a força aplicada e d a distância percorrida pelo ponto de aplicação da força.

Por exemplo, se aplicarmos uma força de tração de 100 N ($\approx 10 \text{ kg}$) a um móvel e o deslocarmos de 20 metros, o trabalho efetuado é expresso pelo produto da força pela distância que o seu ponto de aplicação, neste caso o móvel, percorreu, ou seja:

$$W = 100 \text{ N} * 20 \text{ m} = 2000 \text{ Nm} \quad (W = 10 \text{ kg} * 20 \text{ m} = 200 \text{ kgm})^1$$

Tomando em consideração esta nota, temos: $W = 2000 \text{ J}$ ($W = 200 \text{ kgm}$)

Feita esta introdução, passamos ao conceito de **POTÊNCIA**.

Um determinado trabalho pode ser desenvolvido em mais ou menos tempo. O conceito de potência é usado para descrever a quantidade de trabalho que foi realizado num determinado intervalo de tempo. Ou seja:

$$\text{POTÊNCIA} = \text{TRABALHO} / \text{TEMPO} = (\text{FORÇA} * \text{DISTÂNCIA}) / \text{TEMPO} = \text{FORÇA} * \text{VELOCIDADE}$$

Tomando o exemplo anterior, vamos supor que o trabalho foi realizado em 5 segundos. Então, temos:

¹ NOTA

Nm significa o produto "Newton * metro", em que Newton (N) é a unidade de força no Sistema Internacional de unidades (SI). O produto de $(1 \text{ N} * 1 \text{ m})$ representa 1 J (Joule), que é a unidade de energia no SI, dado que estamos a falar de energia.

kgm significa o produto de kg por m, em que kg é a unidade de força do sistema métrico gravitatório (MKS). O produto $(1 \text{ kg} * 1 \text{ m})$ representa 1 kgm (quilogrâmetro) que é a unidade de energia neste sistema de unidades, dado que estamos a falar de energia.

$$\text{Potência} = 2000 \text{ J} / 5 \text{ s} = 400 \text{ J/s} \quad (\text{Potência} = 200 \text{ kgm} / 5 \text{ s} = 40 \text{ kgm/s})$$

Joule por segundo (J/s) é então a unidade de potência no Sistema Internacional de unidades. Esta unidade é denominada por **Watt (W)**.

Na especificação da potência dos motores dos automóveis, usa-se o **QUILOWATT (kW)**

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

Kgm/s é então a unidade de potência no sistema métrico gravitatório.

Da mesma forma, na especificação dos motores dos automóveis, usa-se (por enquanto) o cavalo-vapor (cv).

$$1 \text{ cv} = 75 \text{ kgm/s}$$

Daqui se infere que:

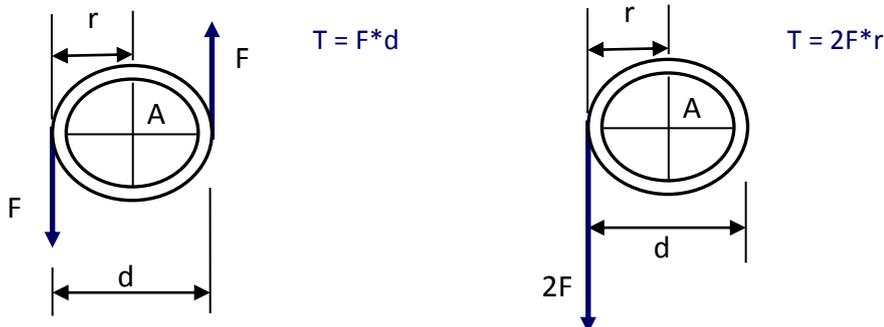
$$1 \text{ kW} \approx 1,36 \text{ cv} \text{ ou } 1 \text{ cv} \approx 0,736 \text{ kW}$$

c) BINÁRIO (T)

Chama-se binário a um conjunto de duas forças paralelas, com a mesma intensidade (F) e com sentidos opostos, aplicadas a um sistema rígido fixo por um ponto central (A)

(fulcro). As forças são aplicadas à mesma distância (r) do fulcro.

O mesmo binário pode ser aplicado de duas formas:



O binário pode então ser definido como sendo o esforço (através da aplicação de uma força) que tende a movimentar um determinado corpo, ou sistema rígido, em torno de um eixo de rotação.

O binário motor é o binário responsável pela rotação da árvore de manivelas (cambota) do motor.

No caso concreto de um motor em funcionamento tem-se o seguinte:

A pressão criada devido ao processo de combustão no interior do cilindro, produz uma força sobre a coroa do êmbolo. Esta força durante o tempo de expansão (tempo motor) é aplicada à biela e transmitida por esta à manivela da cambota fazendo-a rodar.

Ao esforço de rotação assim criado dá-se o nome de binário motor.

O binário (T) é medido por um freio dinamométrico e produto deste valor pela velocidade de rotação dá-nos a potência útil.

$$P_U = (2 * \pi * N * T) / 60 \rightarrow T = (60 * P_U) / (2\pi N)$$

P_U – potência útil (W)

N – número de rotações por minuto (rpm)

T – Binário (Nm)

No Sistema Internacional o binário é expresso em Nm (Newton * metro).

ⁱ Eng. Mecânico Rui Manuel da Silva Oliveira