

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE N° 4-1

CÁLCULO DE POTENCIA

1. Trabajo mecánico

Se efectúa trabajo mecánico cuando un cuerpo, por la acción de una fuerza, recorre una distancia.

Si a un cuerpo se le aplica una fuerza de 1 Newton (1N) y se desplaza una distancia de 1m, el trabajo realizado es de 1 Newton-metro.

$$\text{Trabajo mecánico} = \text{Fuerza} \times \text{distancia}$$

$$W = F \times s \quad [Nm]$$

2. Cálculo de potencia.

La cantidad de trabajo (capacidad de trabajo) construido en un cuerpo, se denomina su energía.

Para calcular la potencia mecánica se necesita, además del trabajo efectuado, el tiempo empleado en ejecutarlo.

La potencia mecánica es el trabajo efectuado en la unidad de tiempo (segundo)

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Fuerza} \times \text{distancia}}{\text{Tiempo}}$$

$$P = \frac{F \times s}{t} \quad \left[\frac{Nm}{s} \right] = [Watt]$$

DONDE

W= trabajo [Nm ó J]

F= fuerza [N]

s= distancia [m]

P= Potencia $\left[\frac{Nm}{s} \right]$ ó W ó kW

t=tiempo.

Puesto que $\frac{s}{t}$ es igual a la velocidad (v) se tiene también.

$$P = F \times \frac{s}{t} = F \times v \quad \left[N \cdot \frac{m}{s} \right] = [Watt]$$

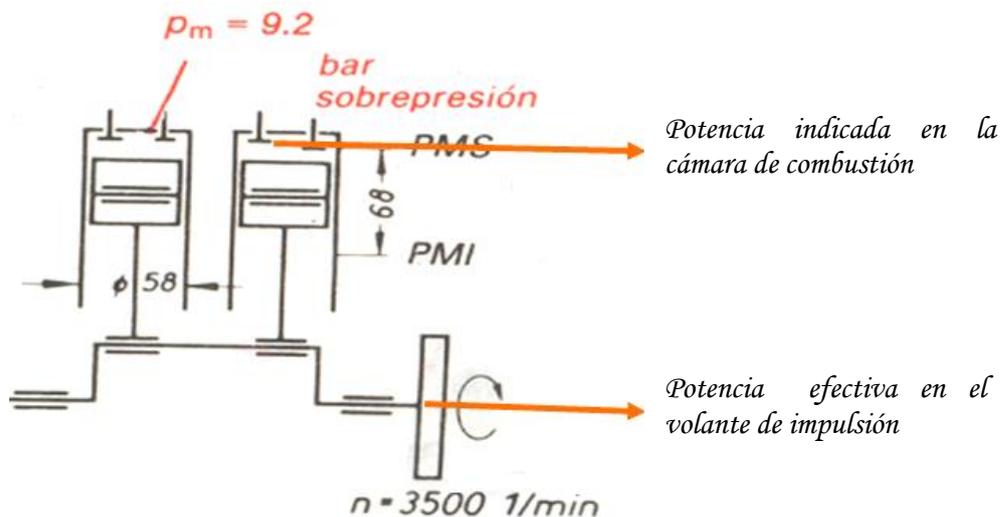
$$P = F \times v \quad \left[N \cdot \frac{m}{s} \right] = [Watt]$$

En la industria se suele dar potencia en Kilowatts.

$$1000W = 1000 \frac{Nm}{s} = 1000 \frac{J}{s} = 1kW$$

$$P = \frac{F \times s}{1000 \cdot t} = \frac{F \times v}{1000} \quad [kW]$$

En los motores de combustión interna se distingue entre dos clases de potencia.



EJERCICIOS:

- 1) Durante un viaje hay que cambiar una rueda trasera por un pinchazo. Para ello se levanta con el gato 20cm la rueda. El coche presiona con una fuerza de 3500 N sobre el gato. Calcular el trabajo realizado al levantar el coche.
- 2) Sobre un pistón actúa una fuerza media de 4000N. calcular el trabajo que se origina en una carrera del pistón. $S=80$ mm
- 3) Un turismo es accionado con una fuerza de 1000N y alcanza una velocidad de 30 m/s. calcular la potencia a que corresponde, en Nm/s y en kW.
- 4) Un remolque asciende tirado por un tractor 100m por una pendiente en 20 segundos. Para ello, la fuerza de tracción es de 15000N. Calcular:
 - a) El trabajo realizado
 - b) La potencia en Nm/s y en kW.

3. Potencia Indicada (potencia interna)

Es la potencia que genera el motor con la combustión.

Con la fórmula de potencia, conociendo la cilindrada, presión media de trabajo, y el número de revoluciones, se determina la magnitud de potencia del motor.

$$P = \frac{F \times v}{1000} \text{ [kW]}$$

$$P_i = \frac{\text{Fuerza media del pistón} \times i \times \text{Velocidad del pistón}}{1000}$$

$$P_i = \frac{\frac{(D^2 \times \pi)}{4} \times 10 \times P_m \times i \times \frac{(2 \cdot s \cdot n)}{60}}{1000} [kW]$$

En un motor de 4 tiempos solo tiene lugar un ciclo de trabajo cada 4 y en el de dos tiempos cada 2. Por ello hay que dividir por 4 o por 2 según el motor de se trate.

$$P_i = \frac{A_e \times 10 \times P_m \times i \times s \times n}{1000 \times 30 \times 4(2)} [kW]$$

DONDE

P_i = potencia indicada [kw]

P_e = potencia efectiva [kw]

V_H = cilindrada total [L ó dm³]

n = numero de revoluciones [1/min]

P_m = presión media de trabajo [bar sobrepresión]

D = Diámetro

i = número de cilindros

A_e = Superficie del pistón [cm²]

Luego

$$P_{iIV} = \frac{A_e \times P_m \times i \times s \times n}{12000} [kW]$$

$$P_{iII} = \frac{A_e \times P_m \times i \times s \times n}{6000} [kW]$$

Téngase presente las unidades de: A_e en **cm²**, P_m en **bar** y s en **m**

Como en la formula anterior $A_e \times i \times s = \frac{D^2 \times \pi \times s \times i}{4} = V_H$ (Cilindrada total), Entonces:

$$P_{iIV} = \frac{V_H \times P_m \times n}{1200} [kW]$$

$$P_{iII} = \frac{V_H \times P_m \times n}{600} [kW]$$

OBSERVACIÓN: V_H se expresa en litros ó **dm³**

EJERCICIOS:

1) Calcular la potencia interna de un motor de combustión de cuatro tiempos que tiene las siguientes características:

$$D = 80mm$$

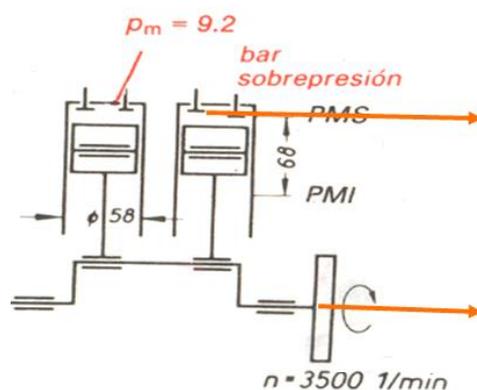
$$i = 6$$

$$s = 72mm$$

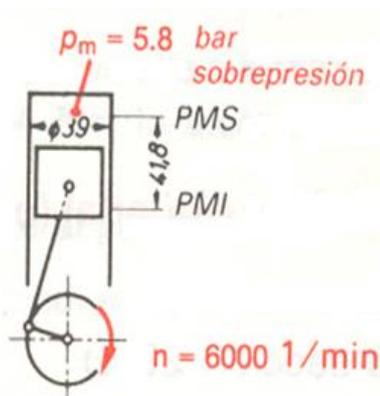
$$P_m = 8,7 \text{ bar de sobrepresión}$$

$$n = 4000 \text{ 1/min}$$

- 2) Calcular para el motor que se presenta:
- La cilindrada de un cilindro
 - La cilindrada total (cubicación del motor)
 - La potencia indicada.



- 3) Calcular la potencia indicada de un motor monocilíndrico de dos tiempos. (tomar las características del dibujo)



- 4) Un motor de explosión de cuatro tiempos tiene una cilindrada total de $V_H = 1,89 \text{ dm}^3$. La presión de trabajo media a 4200 rpm alcanza un valor de 8,5 bares de sobrepresión. Calcular la potencia interna de este motor.
- 5) Un motor de 4 tiempos, de seis cilindros con una cilindrada total de $2,48 \text{ dm}^3$ desarrolla a 5400 rpm una potencia de 100 kW. Calcular la presión media de trabajo de este motor.
- 6) Un motor de 4 tiempos de cuatro cilindros, con una cilindrada total de 1,5 litros, desarrolla a 4500 rpm una potencia de 45 kW. Aumentándole la cubicación y a igualdad de revoluciones y presión media de trabajo, se ha de alcanzar una potencia de 50 kW. Calcular:
- La presión media de trabajo.
 - La cubicación con el motor modificado.
 - El aumento de potencia en porcentaje.

- 7) Un motor de carreras de 4 tiempos de 1,5 litros da a su número máximo de revoluciones, 9000 rpm, una potencia de 120 kW. Planeándole la culata y modificando la admisión puede aumentar las revoluciones a 10 200 rpm y la presión media de trabajo en un 10%. Calcular:
- La presión media de trabajo antes y después de la modificación.
 - La potencia del motor con la culata planeada.

4. Potencia Efectiva (potencia útil)

La potencia efectiva es la que llega al cigüeñal, (volante de impulsión) y se mide en el. Deducidas las pérdidas (rozamiento, accionamiento de auxiliares como la bomba de aceite, las distribución de válvulas, etc).

Se calcula igualmente por la formula general de potencia.

$$P = \frac{F \times s}{1000 \cdot t} = \frac{F \times v}{1000} [kW]$$

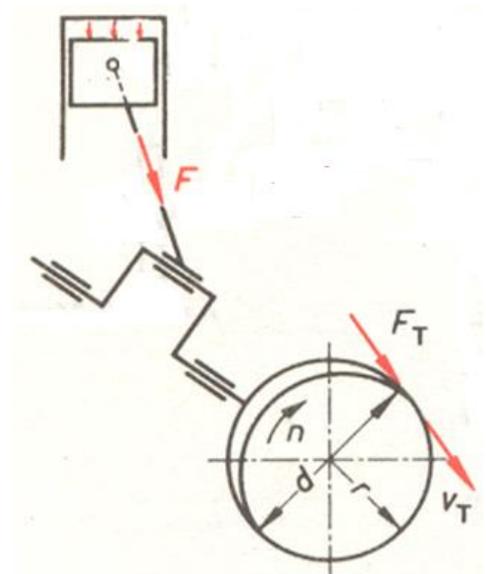
En la cual la fuerza F es igual al producto de la fuerza media del pistón por el número de cilindros y la velocidad v es igual a la velocidad promedio del pistón.

La potencia efectiva es aproximadamente un 10% menor que la indicada.

Para ello la fuerza F se deduce del Par motor: $M_M = F_T \cdot r$ [Nm] y $r = \frac{d}{2}$, entonces

$F_T = \frac{M_M \cdot 2}{d}$ [N], y la velocidad v de la tangencial v_t del cigüeñal (o volante de impulsión) sobre el que actúa la fuerza F_T

$$v_t = \frac{d \times \pi \times n}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$$



Entonces:

$$P_e = \frac{\text{Fuerza tangencial} \times \text{Velocidad tangencial}}{1000}$$

$$P_e = \frac{\frac{M_M \cdot 2}{d} [N] \cdot \frac{d \times \pi \times n}{60} \left[\frac{m}{s} \right]}{1000} [kW]$$

$$P_e = \frac{M_M \cdot n}{9550} [kW]$$

NOTAS:

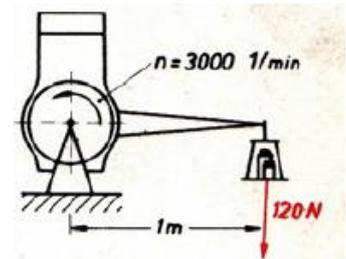
La potencia de los motores en condiciones normales se determina con todos sus mecanismos auxiliares.

La potencia efectiva se determina con frenos de torbellino de agua, frenos eléctricos o de corrientes parasitas.

EJERCICIOS:

- 1) En la prueba de potencia de un motor de explosión con su volante de impulsión a 3580 rpm se obtiene un par de 80 Nm. Calcular la potencia efectiva del motor.
- 2) Un motor Diesel, a su régimen de 1800 rpm da un par de 355 Nm. ¿Cuál es su potencia útil en kW?
- 3) Un motor Otto desarrolla su par máximo de 95 Nm a 2500 rpm. ¿con que potencia actuará en el embrague?
- 4) En el banco de pruebas se somete un motor a una carga giratoria de modo que cuando la fuerza de esa carga es de 120N y esta situada en un brazo de palanca de 1m hace que el motor no pueda girar. Calcular:

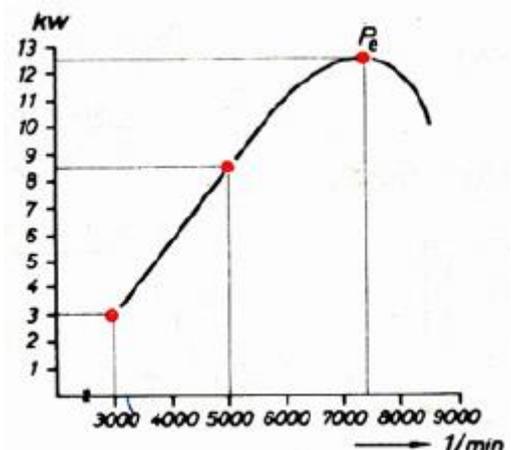
- a) El par motor M_M .
- b) La potencia efectiva P_e a un numero de revoluciones $n= 3000$ rpm.



- 5) Un motor Diésel puede desarrollar un par de 650 Nm. ¿Cuál debería ser el numero de revoluciones de este motor para alcanzar una potencia de 200 kW?
- 6) En el diagrama de la figura está representado la potencia efectiva de una moto en función del número de revoluciones.

Calcular el par motor correspondiente a las siguientes revoluciones.

- a) $n = 3000 [1/min]$
- b) $n = 5000 [1/min]$
- c) $n = 7500 [1/min]$



5. Potencia por cilindrada (potencia unitaria)

La potencia por cilindrada (potencia unitaria) es un número que sirve para comparar entre sí motores de distinta cubicación.

La potencia unitaria es la relación entre la potencia efectiva P_e y la cilindrada total V_H .

Una potencia por cilindrada de, por ejemplo, 20kW/litro, significa que el motor desarrolla una potencia efectiva de 20 kW por cada litro de cilindrada.

$$\text{Potencia unitaria} = \frac{\text{Potencia efectiva}}{\text{Cilindrada total}}$$

$$P_H = \frac{P_e}{V_H} \left[\frac{kW}{l} \right]$$

DONDE:

$$P_H = \text{Potencia unitaria} \left[\frac{kW}{l} \right]$$

$$G_P = \text{Peso por unidad de potencia} \left[\frac{kg}{kW} \right]$$

$$G_{P_{Motor}} = \text{Peso por unidad de potencia del motor}$$

$$G_{P_{Vehículo}} = \text{Peso por unidad de potencia del vehículo}$$

$$G_M = \text{Peso del motor} [kg]$$

$$G_{Vehículo} = \text{Peso del vehículo} [kg]$$

$$P_e = \text{Potencia efectiva} [kW]$$

$$V_H = \text{Cilindrada total}$$

6. Peso por unidad de potencia del motor

El peso por unidad de potencia es igualmente un número para comparar motores y vehículos de distinto tamaño.

El peso por unidad de potencia del motor es la relación entre el peso del motor G_M y la potencia efectiva P_e .

Así por ejemplo. Por peso por unidad de potencia del motor igual a 3,5 kg/kw se entiende que cada 3,5 kg de peso de motor proporciona una potencia de 1kW.

$$\text{Peso por unidad de potencia del motor} = \frac{\text{Peso del motor}}{\text{Potencia efectiva}}$$

$$G_{P_{Motor}} = \frac{G_M}{P_e} \left[\frac{kg}{kW} \right]$$

7. Peso por unidad de potencia del Vehículo

El peso por unidad de potencia es igualmente un número para comparar motores y vehículos de distinto tamaño.

El peso por unidad de potencia del vehículo es la relación entre el peso del vehículo $G_{Vehículo}$ y la potencia efectiva P_e .

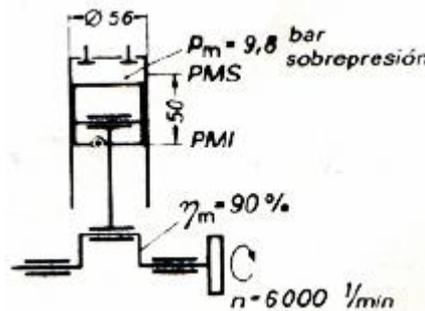
Así por ejemplo. El peso por unidad de potencia de un vehículo igual a 30 kg/kW significa que cada 30 kg del vehículo disponen de 1kW de potencia del motor.

$$\text{Peso po unidad de potencia del Vehículo} = \frac{\text{Peso del vehículo}}{\text{Potencia efectiva}}$$

$$G_{P_{\text{vehículo}}} = \frac{G_{\text{vehículo}}}{P_e} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kW}} \right]$$

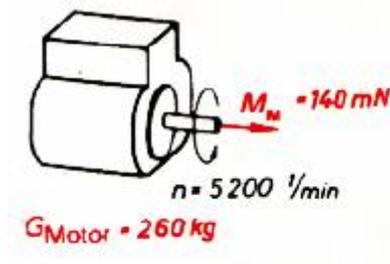
EJERCICIOS:

- 1) Un motor Otto que cubica 1,1 litros desarrolla una potencia efectiva de 48 kW. Calcular su potencia unitaria.
- 2) Un coche de formula tienen una cilindrada total de 3 litros. En los motores de los coches de carrera se alcanza una potencia unitaria hasta de 150 kW/litro. ¿Qué potencia efectiva podrá desarrollar el motor de este coche de fórmula?
- 3) Un motor Otto da una potencia efectiva de 90 kW y pesa 270kg. Calcular su relación de peso por unidad de potencia.
- 4) Planeando la culata y modificando la admisión se puede elevar la potencia unitaria de un motor Otto que cubica 1,5 litros de 45 kW a 57kW. Calcular:
 - a) La potencia efectiva anterior a la modificación.
 - b) La potencia efectiva después de la modificación.
 - c) El porcentaje de aumento de la potencia.
- 5) Para el motor de 4 tiempos de un solo cilindro, calcular las siguientes características:
 - a) Cilindrada
 - b) Potencia interna
 - c) Potencia útil
 - d) Potencia unitaria



- 6) Un motor de combustión interna que pesa 290 kg proporciona una potencia útil de 60kW. En una nueva serie se hacen la culata y el bloque de ese motor de aleación ligera en vez de fundición gris, con lo que se reduce su peso en 90 kg. Calcular:
 - a) El peso del motor de la nueva serie.
 - b) El peso por unidad de potencia del motor viejo.
 - c) El peso por unidad de potencia del motor nuevo.

- d) El porcentaje de la reducción de peso por unidad de potencia.
- 7) En un banco de pruebas se va a determinar la potencia útil de un motor Otto que pesa 260 kg. La medición da para 5200 rpm un par de 140 Nm. Calcular:
- La potencia útil del motor
 - La relación de peso por unidad de potencia.



- 8) En una camioneta que pesa 2550 kg va instalado un motor de cuatro tiempos, de cuatro cilindros, con las siguientes características:

$D = 90 \text{ mm}$	$s = 85 \text{ mm}$
$p_m = 8,5 \text{ bar}$ Sobrepresión	$n = 4200 \text{ 1/min}$
$\eta_m = 0,9$	$G_{\text{Motor}} = 289 \text{ kg}$

Calcular:

- La cilindrada total
- La potencia interna
- La potencia unitaria
- El peso por unidad de potencia del motor y
- El peso por unidad de potencia del vehículo.

