

6. Màquines Tèrmiques

Transformen energia , calor en treball o treball en calor .

1er Principi de la Termodinàmica : Principi de Conservació de l'Energia

2on Principi de la Termodinàmica : Direccionalitat dels processos . La calor flueix de forma espontània d'un cos calent a un altre fred . Si ho fer al'inrevés ja no serà de forma espontània i haurem d'efectuar un treball amb determinats dispositius com als frigorífics i bombes de calor .

Classificació

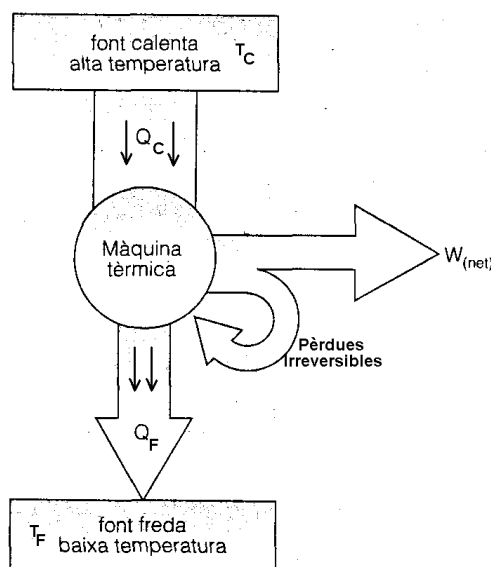
Generadores d'energia mecànica

- Combustió externa
 - o Màquina de vapor
- Combustió interna
 - Alternatives
 - Encesa per guspira
 - Encesa per compressió
 - Rotatives
 - TurboReactor

Consumidores d'energia mecànica

- Frigorífics
- Bombes de calor

M.T. Generadora



Teorema de Carnot

$$\eta_{ideal} = 1 - \frac{T_F}{T_C}$$

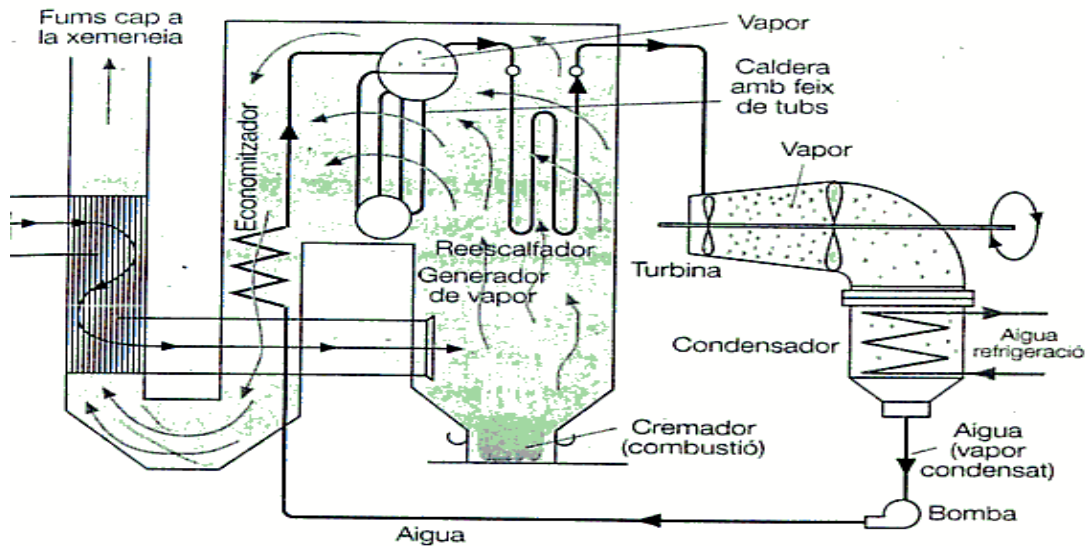
Aquest és el màxim rendiment

que pot arribar a assolir una MT. Generadora , sempre per sota del 100 % i en funció de T_C i T_F . Quant major sigui la diferència de temperatures major serà el rendiment . A l'hora d'analitzar si una màquina té un rendiment alt o baix o ha de ser sempre en comparació al rendiment teòric de Carnot :

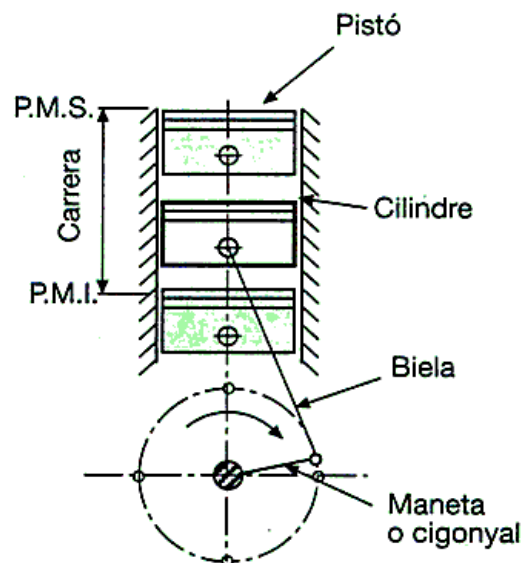
$$Q_C = W + Q_F$$

$$\eta_{Real} = \frac{W}{Q_C} ;$$

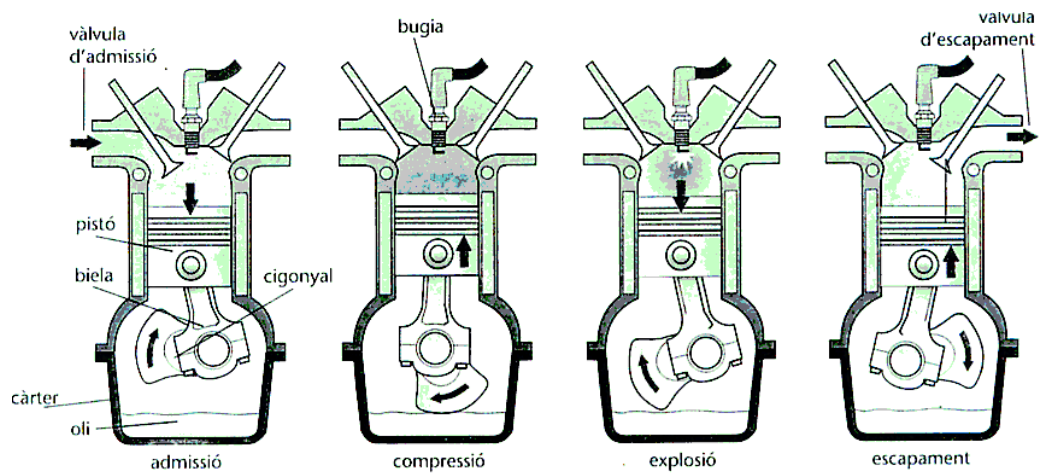
Màquina vapor



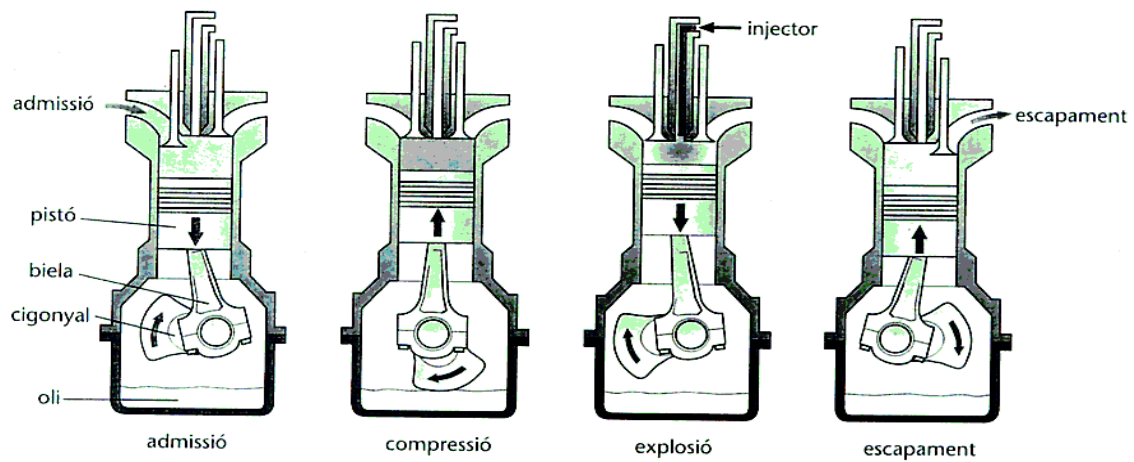
Mecanisme Biela-Maneta



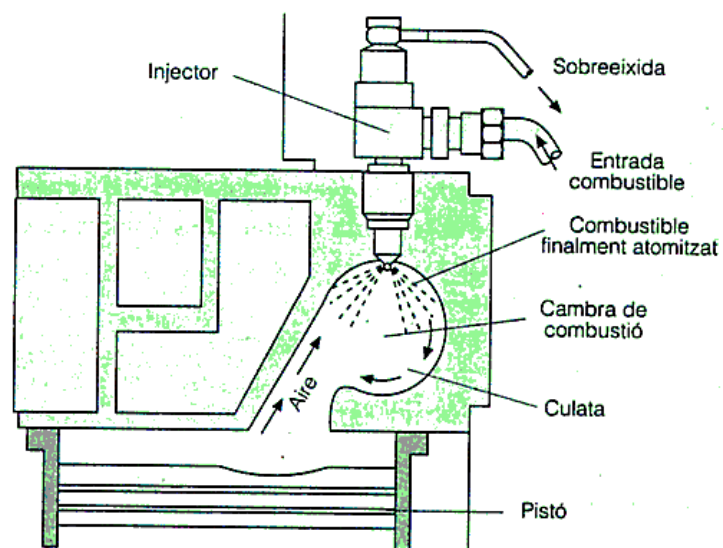
Motor Gasolina (4 T)



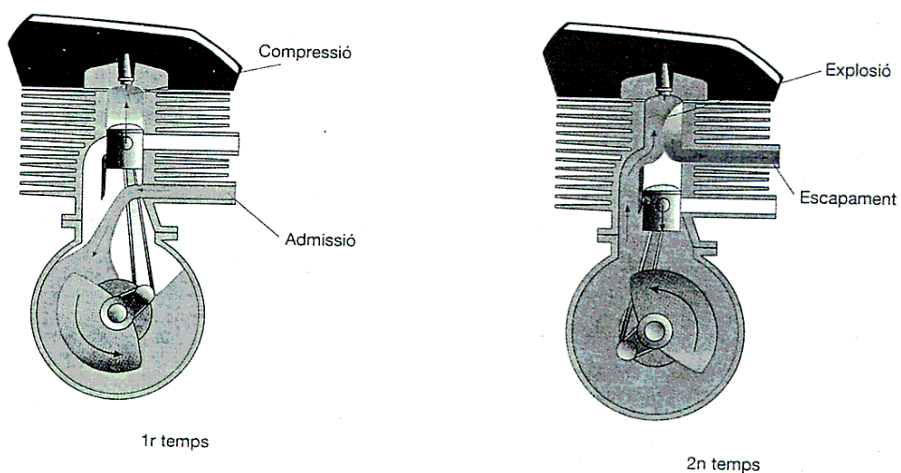
MOTOR DIÈSEL



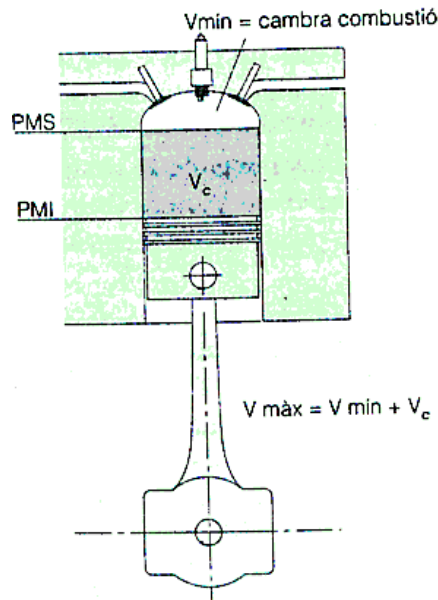
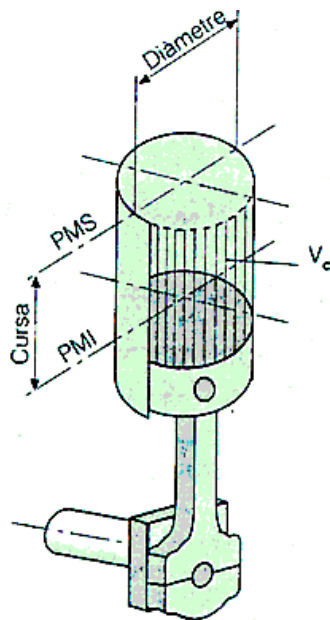
Dispositiu Injector en un Diesel



Motor gasolina per guspira (2 T)

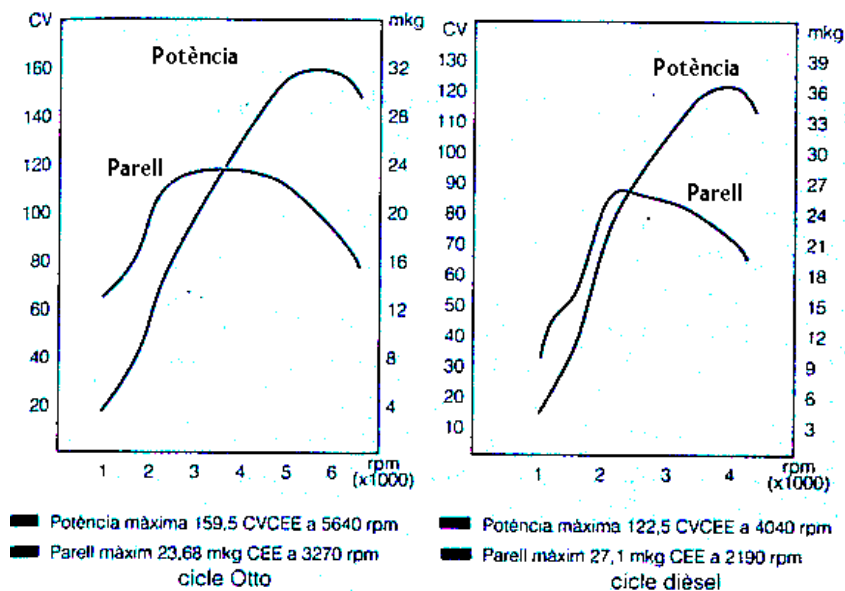


Paràmetres motor



$$V_C = \pi r^2 c ; \text{cilindrada total : } V_T = n_C V_C ; V_{\text{Max}} = V_C + V_{\text{min}} ; r = \frac{V_{\text{Max}}}{V_{\text{Min}}}$$

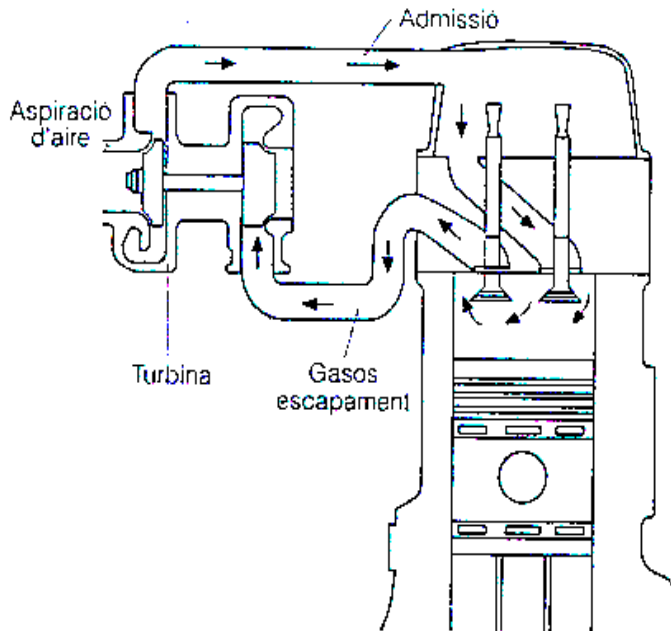
r : relació de compressió ; $7 < r_{\text{gasolina}} < 10$; $14 < r_{\text{diesel}} < 22$



$$\text{Pot} = \Gamma \omega$$

Un motor que obtingui el parell màxim a baixes revolucions serà un motor elàstic , respondrà amb bona acceleració a un règim de voltes baix . Els motors dièsel tenen un règim de revolucions més baix que els de gasolina però assoleixen un parell més alt .

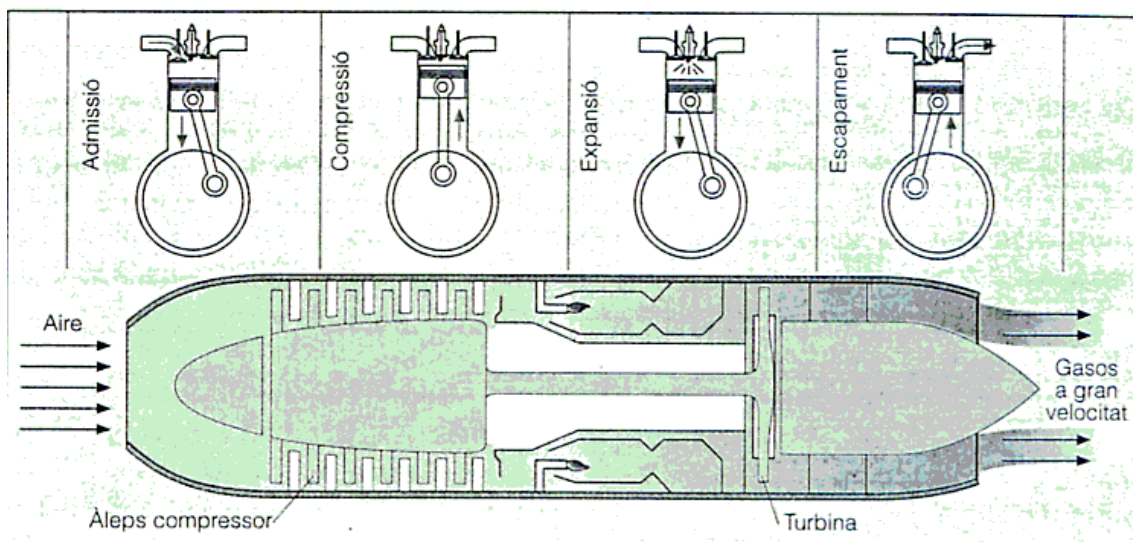
Augment de Potència : Turboalimentació



Es força l'entrada d'aire mitjançant una turbina accionada pels mateixos gasos d'escapament i així la combustió és més efectiva la qual cosa no vol dir major consum de combustible .

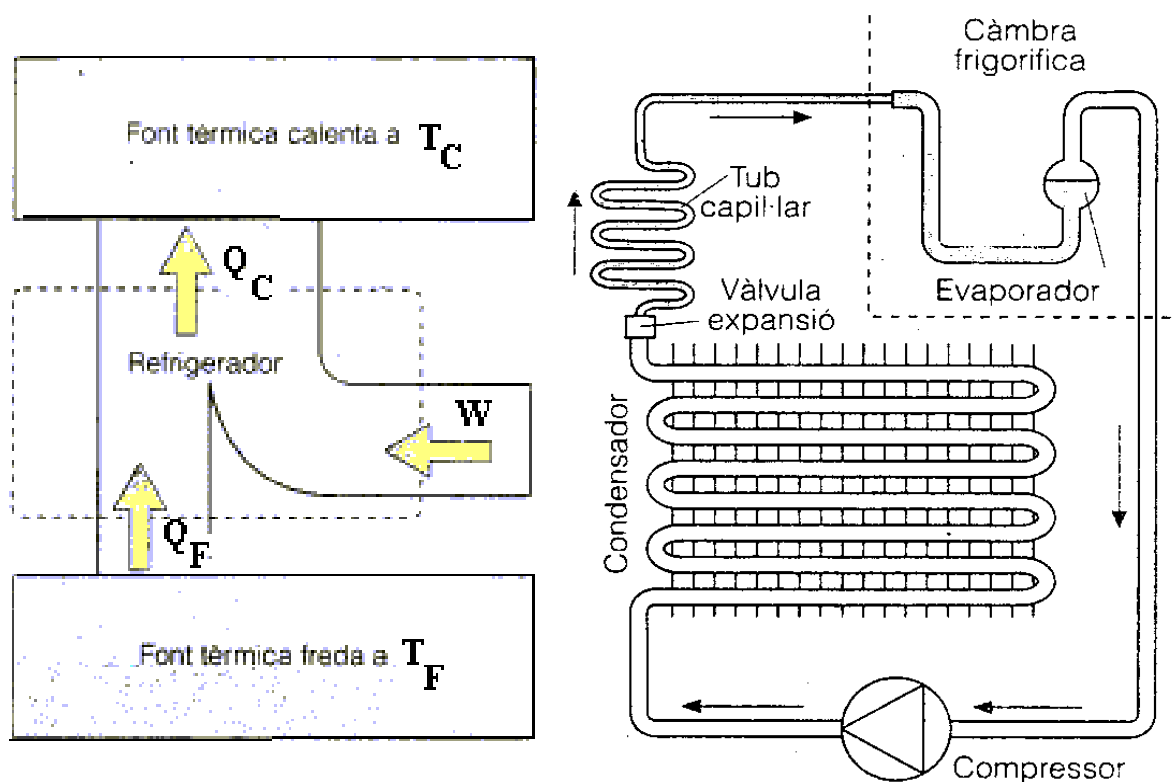
Aquesta entrada d'aire forçada porta associada una compressió ,un augment de temperatura la qual redueix el volu específic del gas ,la relació entre volum i massa . Amb un bescanviador de calor o **intercooler** a la sortida del compressor i abans que entri al cilindre solucionarem el problema

Turborreactor



L'aire és comprimit als àleps compressors I es barreja am el gas injectat provocant una combustió continuada . Els gasos generats a gran velocitat i alta temperatura són expulsats cap l'exterior tot passant pels àleps de la turbina , fent -los girar a gran velocitat.

Màquines Consumidores d'energia mecànica



$$Q_F + W = Q_C \quad ; \quad \text{COP} = \frac{Q_F}{W} \quad ; \quad \text{COP}_{\text{Carnot}} = \frac{T_F}{T_C - T_F}$$

En un frigorífic el paràmetre que interessa és Q_F , calor extreta del congelador, mitjançant un fluid criogènic amb un elevat calor latent de vaporització que circula per un circuit tancat. En el procés de vaporització extreu la calor de la font freda (l'interior del refrigerador) i en el procés de condensació la cedeix a la font calenta (l'exterior).

Si el que volem és aprofitar la calor que es cedeix a l'exterior en el procés de condensació per escalfar el local, llavors el paràmetre que interessa en la màquina consumidora és Q_C . El que tindrem serà una bomba de calor. Per tant la nova fórmula serà:

$$\text{COP} = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C - W}{W} \quad \text{expressió més adient per una bomba de calor.}$$

Exercicis :

1. Una Màquina treballa entre una font tèrmica a 200°C i un altra a 30°C . Si treu 300 MJ de la font calenta i en cedís 200 a la font freda ,
 - a) quina és la seva eficiència segons el segon principi
 - b) Treball o energia perduts en irreversibilitats
2. Un inventor ha dissenyat una màquina que treballa entre dues fonts de 20°C i 10°C , extreu 300 J de la font calenta i fa un treball de 150 J. Creus que és possible aquesta màquina ?
3. Una màquina tèrmica treballa entre 120°C i 300°C , extreu 400 kcal de la font calenta i en cedéix 300 a la freda . Determina el treball perdut en irreversibilitats .
4. Un motor tèrmic treballa entre dos focus , l'un a 2700°C i l'altre a 1200 . Si rep 120 kcal de la font calenta a cada cicle de treball ,
 - a) quina quantitat de treball pot efectuar ?
 - b) Quant val la quantitat de calor cedida a la font freda ?
5. Una màquina de vapor extreu 800 MJ de la font tèrmica calenta a 500°C i relaitza un treball net de 250 MJ i en cedéix 550 MJ a la font freda a 120°C .
 - a) Quina és la seva eficiència segons el segon principi ?
 - b) Quant val el treball perdut en irreversibilitats ?
6. Calcula la cilindrada total i la relació de compressió en un motor de 4 cilindres de 83,6 mm de diàmetre per 91 mm de cursa amb una cambra de combustió de 50 cm^3 .
7. Un motor tèrmic du 4 cilindres de 65 mm de diàmetre i 67,7 mm de cursa , amb una relació de compressió de 9/1. Determina :
 - a) cilindrada total
 - b) volum de la cambra de combustió
8. Un motor diesel de sis cilindres de 80 mm de diàmetre i 82,8 mm de cursa té una relació de compressió de 22/1 . determina :
 - a) cilindrada total
 - b) volum de la cambra de compressió
9. Un motor subministra una potència de 80 CV quan va a 108 km/h. Si el seu rendiment és del 40% , determina : consum en litres/ hora de gasoil . Dades $P_{\text{calorífic}}$ (gasoil)= 10000 kcal / kg i una densitat de $0,65\text{ kg / dm}^3$..
10. En un motor de 2 temps es produeixen 20 J nets a cada cicle de treball . Si el motor gira a 4000 rpm ,
 - a) Quina serà la seva potència ?
 - b) Quanta gasolina consumirà en litres /h si el seu rendiment és del 35 %.
 - c) Quin serà el parell motor desenvolupat ? $P_{\text{calorífic}}$ (gasolina)= 11000 kcal / kg i una densitat de $0,7\text{ kg / dm}^3$..

11. Un automòbil gasta 8 litres cada 100 km quan du una velocitat constant de 90 km/h i desenvolupa 40 kW de potència. Si la gasolina té una densitat de $0,7 \text{ kg/dm}^3$ i el poder calorífic és de 11000 kcal/kg esbrina el rendiment del motor

12. En un catàleg de propaganda d'una motocicleta s'indica que el parell màxim és de 120 Nm a 4000 rpm quan porta una velocitat de 144 km/h. Si el rendiment del motor és del 40% esbrina :

- a) Quina és la potència desenvolupada ?
- b) Consum en litres/100 km

Dades : $P_{\text{calorífic}}$ (gasolina)= 11000 kcal / kg i una densitat de $0,7 \text{ kg /dm}^3$

13. En un motor de 4 temps , es produeixen 30 J nets a cada cicle de treball. Si el motor gira a 3000 rpm , i el rendiment és del 45% :

- a) Quina serà la seva potència ?
- b) Quin parell motor desenvoluparà ?
- c) Quanta gasolina consumirà en litres/hora

Dades : $P_{\text{calorífic}}$ (gasolina)= 11000 kcal / kg i una densitat de $0,7 \text{ kg /dm}^3$

14. Calcula la potència que ha de tenir un refrigerador amb un COP=6 per fer glaçons a partir de 5 litres d'aigua a 20°C , en un temps màxim de 10 minuts.

15. En una cuina un refrigerador extreu 90 kJ per minut de l'espai refrigerat . Si el COP és 1,8 calcula :

- a) la potència elèctrica consumida pel refrigerador
- b) el calor cedida a la cuina cada minut

16. Un refrigerador amb un COP=2,5 extreu calor de l'evaporador a raó de 25 kcal/minut. Calcula :

- a) potència elèctrica consumida pel motor del compressor si el grup motor-compressor té un rendiment del 85%
- b) la calor transmesa pel condensador en un dia de funcionament

17. Una instal·lació industrial necessita produir 500 kg de gel a -5°C cada hora a partir d'uns dipòsits on l'aigua es troba a 15°C .

- a) Quina serà la potència que consumirà el refrigerador si té un COP = 5,6 ?
- b) Si aprofitèssim el calor que s'extreu al condensador , quantes kcal/h es podrien obtenir ?

18. Amb una bomba de calor ideal es vol mantenir l'interior d'un habitatge a 20°C quan la temperatura exterior és de 10°C . Si les pèrdues de calor a l'habitatge per transmissions a l'exterior equivalen a 45000 kcal/ hora determina :

- a) potència que consumirà la bomba ?
- b) Si volguéssim mantenir la temperatura en estufes de 1500 W quantes necessitariem ?

19. Un refrigerador domèstic amb un motor de 450 W i un COP= 2,5 vol refredar 10 kg de fruita que es troben inicialment a 20°C. Quant temps trigarà a fer-ho ? Dada : calor específic de la fruita = 4,2 kJ / (kg °C).

20. Es vol escalfar una casa que es troba inicialment a 12°C fins a 25°C amb una bomba de calor amb un COP=8 i en un temps màxim de 30 minuts. Si és necesiten 90.000 kcal per aconseguir la temperatura desitjada , determina :

- la potència que consumirà la bomba ?
- Quina potència consumiríem si utilitzèssim estufes elèctriques en comptes de bomba de calor ?

21. Es vol mantenir un habitatge a 18°C , quan la temperatura exterior és de 30°C. Quina potència caldrà subministrar a la bomba de calor , utilitzada com a refrigerador , amb un COP=4 , per tal de mantenir la temperatura a l'interior de l'habitatge , si la transmissió de calor de de l'exterior a l'interior de la casa , a través de parets , finestres , etc, és de 30.000 kcal/ hora .

22. Amb un refrigerador volem refredar a -10 °C 30 l de d'aigua que es troben inicialment a 30 °C . Si el refrigerador és de 600 W i triga dos quarts d'hora , quin serà el COP ?

Dades : $L_f (\text{Aigua}) = 333,5 \text{ KJ} / \text{Kg}$; $C_e (\text{Aigua}) = 4,18 \text{ KJ} / (\text{Kg } ^\circ\text{C})$;
 $C_e (\text{gel}) = 2,05 \text{ KJ} / (\text{Kg } ^\circ\text{C})$

23. Quants $\frac{\text{litres}}{100 \text{ Km}}$ consumirà un automòbil que desenvolupa 25 CV útils si porta una velocitat de **140 Km/h** i el rendiment del motor és del 30% ?

Dades : densitat (benzina) = $0,72 \frac{\text{Kg}}{\text{dm}^3}$ i $P_{\text{calorífic}} (\text{benzina}) = 11000 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

24 . Una bomba de calor de 7CV (consumits) volem aprofitar-la per descongelar mig m^3 de gel a 0°C i obtenir mig m^3 d'aigua a 10 °C . L'aparell té un COP = 8 i el rendiment del procés del 75 % . Quan trigarem en assolir-ho ?

Dades : $L_F (\text{gel}) = 333,5 \text{ KJ} / \text{Kg}$; $C_e (\text{Aigua}) = 1 \text{ cal} / \text{g}$

25. Amb un congelador industrial de **12 kW** volem produir gel a **-10 °C** a partir d'aigua a **20 °C** . Si el **COP = 7** quants Kg de gel obtindriem cada hora ?

Dades :

$C_e (\text{gel}) = 2,5 \text{ kJ} / (\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$; $L_f (\text{H}_2\text{O}) = 333,5 \text{ KJ} / \text{Kg}$; $C_e (\text{H}_2\text{O}) = 4,18 \text{ kJ} / (\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$

26. Un motor hidràulic acciona directament l'eix d'una màquina . El rendiment del motor té la següent expressió :

$$\eta = 0,9 - 0,7 \left(n / n_0 \right)^2 \quad . \quad n_0 = 120 \text{ rpm} .$$

Si el motor hidràulic consumeix **432 Mj** al llarg de **8 h** i la potència a l'eix de la màquina és de **12 CV** ,calculeu :

- Rendiment del motor
- Velocitat del motor en rpm
- Energia Consumida per volta .

27.Un motor dièsel de quatre temps consumeix 10 kg/hora de combustible i té un rendiment del 25%. El poder calorífic del combustible és de 45.980 kJ/kg.

Calculeu:

- El treball, en J, que ha realitzat en una hora.
- L'energia no aprofitada.
- La potència útil, en W, desenvolupada pel motor.

28.Volem conseguir fondre 500 Kg de coure que es troba a 20 °C amb ajuda d'un combustible líquid (P_C (querosé) = 40 Mj / litre ; $\delta = 700 \text{ kg} / \text{m}^3$) .Quina quantitat de querosé necessitarem en litres si el rendiment del procés és del 70 % ?

Dades : C_e (coure) 0,386 Kj / (Kg °C) ; L_f (coure) = 205 Kj / Kg . $T_{\text{fusió}} = 1356 \text{ K}$.

29.Calcula els litres consumits cada 100 Km per un cotxe de 80 CV que porta una velocitat de 70 Km / h si el rendiment és del 75% .

Dades : P_C (benzina) = 11000 Kcal / Kg ; Densitat (benzina) = 0,72 Kg / dm³

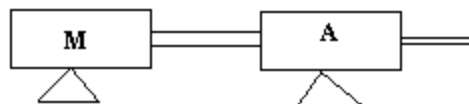
30.Un cotxe consumeix 7,75 litres / 100 Km quan porta una velocitat de 144 Km / h .Si el poder calorífic de la benzina és de 49 MJ / Kg i el rendiment és del 70 % esbrina la potència consumida pel motor en CV ? densitat benzina = 0,8 Kg / dm³

31. Tenim el següent grup electrògen per obtenir electricitat . Les dades que tenim són les següents :

$$\eta_M = 60 \% \quad \eta_A = 75\% \quad P_C \text{ (gasoil) } = 50 \text{ Mj} / \text{ Kg} \quad \rho \text{ (densitat gasoil) } = 800 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$P_U \text{ (M) } = 8 \text{ CV}$$

Per obtenir 300 Kw.h



- Quant temps necessita l'equip ?
- Quants litres de gasoil ?

Amb 750 litres de gasoil quants Kw.h obtindrem ?