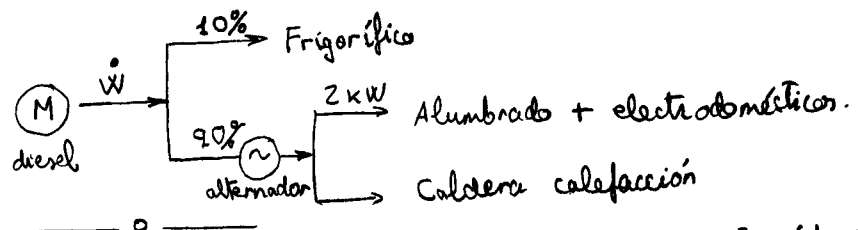
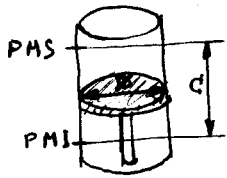


Esquema general:



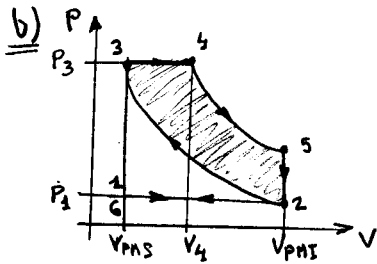
a) Cilindrada: $V_{PMI} - V_{PMS} = \pi \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot C = 3.1416 \times 36 \text{ cm}^2 \times 4.2 \text{ cm} = 475 \text{ cm}^3$ (1 cilindro)



4 cilindros \Rightarrow Cilindrada = $4 \times 475 \text{ cm}^3 = 1.900 \text{ cm}^3 = 1.9 \text{ l}$.

$V_{PMS} = V_{PMI} + 475 \text{ cm}^3 = 40 \text{ cm}^3 + 475 \text{ cm}^3 = 515 \text{ cm}^3$

Relación de compresión: $R_c = \frac{V_{PMS}}{V_{PMI}} = \frac{515 \text{ cm}^3}{40 \text{ cm}^3} = 12.875$



Relación de combustión isobara: $m = 2 = \frac{V_4}{V_{PMS}} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_4 = m \times V_{PMS} = 2 \times 40 = 80 \text{ cm}^3$

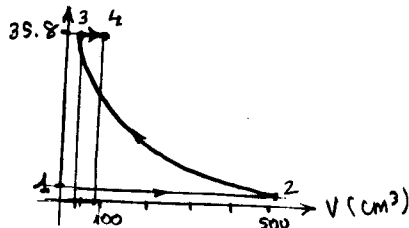
• Admisión: $1 \rightarrow 2$: $P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$. (isobara)

• Compresión: $2 \rightarrow 3$: $P_2 V_2^\gamma = P_3 V_3^\gamma$ (adiabático)

$P_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^\gamma P_2 = R_c^\gamma \cdot P_2 = 12.875^{1.4} \times 1 \text{ atm} = 35.8 \text{ atm}$

• Inyección: $3 \rightarrow 4$: $P_4 = P_3 = 35.8 \text{ atm}$ (isobara)

P(atm) Ciclo Diesel



c) • Compresión: $2 \rightarrow 3$: $T_2 V_2^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1}$

$T_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma-1} T_2 = R_c^{\gamma-1} T_2 = 12.875^{0.4} \times (15+273) = 800.4 \text{ K} = 527.4^\circ\text{C}$

• Inyección: $3 \rightarrow 4$: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4}$ (isobara)

$T_4 = \left(\frac{V_4}{V_3}\right) T_3 = m \cdot T_3 = 2 \times 800.4 = 1600.8 \text{ K} = 1328^\circ\text{C}$

d) $\eta = \frac{W}{Q} = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}} \Rightarrow \dot{W} = \eta \dot{Q}$; Como: $\eta = 0.6 \eta_t \Rightarrow \dot{W} = 0.6 \eta_t \dot{Q}$

donde: $\eta_t = 1 - \frac{2^{1.4} - 1}{(2-1) \cdot 1.4 \times 12.875^{0.4}} = 1 - 0.42 = 0.58$; $\eta_t = 58\% \Rightarrow \eta = 0.6 \times 0.58 = 0.35$

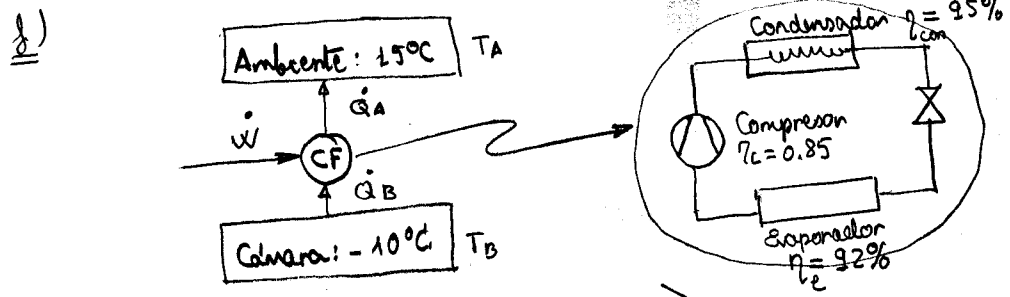
\dot{Q} (calor generado por el combustible) = $\rho (V_h) \times \delta (\text{kg/l}) \times P_c (\text{MJ/kg}) = 6.5 \text{ l/h} \times 0.84 \text{ kg/l} \times 42 \text{ MJ/kg} = 229.3 \text{ MJ/h}$

Aún: $\dot{W} = 0.35 \times 229.3 \frac{\text{MJ}}{\text{h}} \times \frac{1}{3600 \text{ s/h}} = 22.22 \text{ kW} = 30.2 \text{ CV}$

e) $\dot{W} = M \omega \Rightarrow M = \frac{\dot{W}}{\omega} = \frac{22.22 \cdot 10^3 \text{ W}}{2500 \times \frac{2\pi}{60} \frac{\text{rad}}{\text{s}}} = 84.9 \text{ N.m} \rightarrow$ Par total

Par por cilindro: $M_{\text{cil}} = \frac{M}{4} = \frac{84.9 \text{ N.m}}{4} = 21.2 \text{ N.m}$

Por ser un motor de 4 tiempos y 4 cilindros genera 2 impulsos por vuelta



Coefficiente de operación teórico:

$$COP = \frac{T_B}{T_A - T_B} = \frac{263K}{288K - 263K} = 10.52$$

g) El trabajo que recibe el frigorífico es el 10% del entregado por el motor diesel: $\dot{W}_F = 0.1 \times 22.22 \text{ kW} = 2.22 \text{ kW}$
 La potencia útil del compresor será: $\dot{W} = \eta_c \dot{W}_F = 0.85 \times 2.22 = 1.89 \text{ kW}$
 Como: $COP = \frac{Q_B}{W} \Rightarrow Q_B = COP \cdot \dot{W} = 10.52 \times 1.89 \text{ kW} = 19.88 \text{ kW}$ (si el evaporador fuese ideal)
 Luego: $\dot{Q}_{Breal} = \eta_e \times Q_B = 0.92 \times 19.88 \text{ kW} = 18.89 \text{ kW}$: calor/tiempo extraído.

h) Como: $\dot{W} = Q_A - Q_B \Rightarrow Q_A = \dot{W} + Q_B = 1.89 \text{ kW} + 19.88 \text{ kW} = 21.77 \text{ kW}$ (si el condensador fuese ideal)
 Luego: $\dot{Q}_{Areal} = \eta_{con} \times Q_A = 0.95 \times 21.77 \text{ kW} = 20.68 \text{ kW}$: calor/tiempo al ambiente
 y en una hora: $Q_{Areal} = 20.68 \text{ kW} \times 3600 \text{ s} = 74.45 \text{ MJ} = 17.81 \text{ Mcal}$

i) Alternador:
 $\dot{W}_{recibido} = \dot{W}_{diesel} - \dot{W}_{frigo} = 22.22 \text{ kW} - 2.22 \text{ kW} = 20 \text{ kW}$
 Como $\dot{W}_{alumbroado} = 2 \text{ kW}$ entonces: $\dot{W}_{caldera} = \dot{W}_{recibido} - \dot{W}_{alumbroado} = 20 \text{ kW} - 2 \text{ kW} = 18 \text{ kW}$

Esta energía se empleará en calentar el caudal de agua:
 $W = m c_e \Delta T$ ó $\dot{W} = \dot{m} c_e \Delta T$ donde $\dot{m} = 5.5 \text{ Kg/min}$
 Así: $\Delta T = \frac{\dot{W}_{caldera}}{\dot{m} c_e} = \frac{18 \text{ kW}}{\frac{5.5 \text{ Kg/min} \times 4.18 \text{ kJ/Kg}^\circ\text{C}}{60 \text{ s/min}}} = 47^\circ\text{C}$

$T_{agua} = 15^\circ\text{C} + \Delta T = 62^\circ\text{C}$

j) Si el calentamiento lo deben proporcionar unas placas de superficie S y rendimiento $\eta = 0.75$:
 $18 \text{ kW} = ES\eta \Rightarrow S = \frac{18 \text{ kW}}{0.5 \text{ kW} \cdot 0.75} = 48 \text{ m}^2$