

Solution fiche des travaux dirigés No3 :

Exercice 01 :

1. Densité de l'air entrant dans le compresseur :

$$\rho_a = \frac{P}{RT} = \frac{96\,000}{287 * 300} = 1.115 \frac{kg}{m^3}$$

$$\dot{m}_a = \frac{\rho_a * V_d * \eta_v * N}{n} = \frac{1.115 * 0.0015 * 0.88 * 2400}{2 * 60}$$

$$\dot{m}_a = 0.0294 \frac{kg}{s}$$

2. Débit massique des gaz d'échappement à travers la turbine :

$$\dot{m}_{sortie} = \dot{m}_a + \dot{m}_f = \dot{m}_a(1 + FA) = 0.0294 * (1 + 0.068)$$

$$\dot{m}_{sortie} = 0.0314 \frac{kg}{s}$$

Essence stœchiométrique $\Rightarrow AF = 14.6$ et $FA = \frac{1}{14.6} = 0.068$

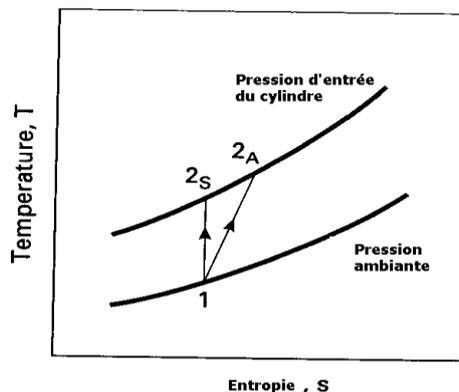
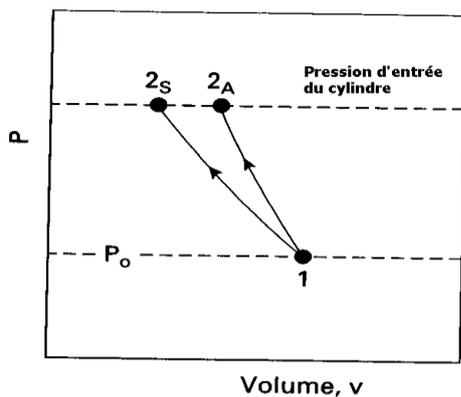
3. Température réelle de l'air à la sortie du compresseur (T_{2A}) en [°C] :

$$\eta_c = \frac{(P_c)_{isen}}{(P_c)_{réel}} = \frac{(T_{2s} - T_1)}{(T_{2A} - T_1)}$$

$$T_{2A} = \frac{(T_{2s} - T_1)}{\eta_{c,is}} + T_1$$

$$(T_{2s}) = T_1 \left(\frac{P_{2s}}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 300 \left(\frac{120}{96} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 319.74K$$

$$T_{2A} = 325.30K = 52.3^\circ C$$



1. Température réelle des gaz d'échappement à la sortie du turbocompresseur (T_{4A}):

$$\eta_t = \frac{(P_t)_{réel}}{(P_t)_{isen}} = \frac{(T_3 - T_{4A})}{(T_3 - T_{4s})}$$

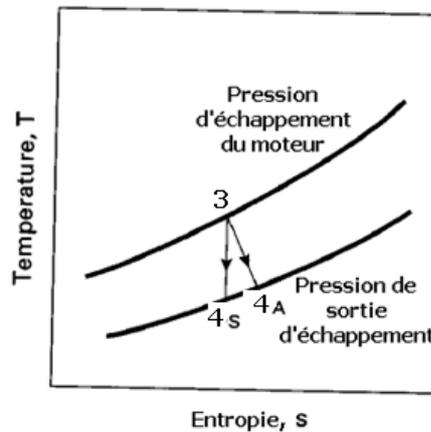
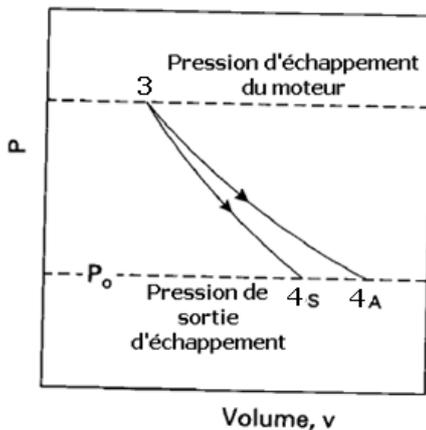
$$T_{4A} = T_3 - \eta_{t,isen}(T_3 - T_{4s})$$

$$T_{4s} = T_3 \left(\frac{P_{4s}}{P_3} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 770 \left(\frac{98}{119} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$T_{4s} = 728.44K$$

$$T_{4A} = 777 - 0,8(770 - 728,44)$$

$$T_{4A} = 736,75 K$$



Exercice 02 :

1) la cylindrée totale du moteur et la pression effective moyenne utile (P_{em})

a) la cylindrée totale du moteur :

$$\eta_v = \frac{n * \dot{m}_a}{\rho_a * V_T * N}$$

$$\rho_a = \frac{P_a}{RT_a}$$

$$\eta_v = \frac{n * \dot{m}_a}{(\rho_a)_e * V_T * N} = \frac{n * \dot{m}_a}{\frac{P_a}{RT_a} * V_T * N} \Rightarrow V_T = \frac{n * \dot{m}_a}{\frac{P_a}{RT_a} * \eta_v * N}$$

Le débit d'air pour la puissance 280 kW ($\dot{m}_a = ?$)

$$AF = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f}$$

$$\dot{m}_a = AF * \dot{m}_f = 18 * 1.12$$

$$\dot{m}_a = 20.16 \text{ kg/min}$$

$$V_T = \frac{n * \dot{m}_a}{\frac{P_a}{RT_a} * \eta_v * N} = \frac{2 * 20.16}{\frac{1 * 10^5}{287 * 290} * 0.8 * 1800}$$

$$V_T = 0.0233 \text{ m}^3$$

b) la pression effective moyenne, P_{eff} :

$$P = \frac{P_{em} * V_T * N}{60000 * n}$$

$$P_{eff} = \frac{60000 * n * P}{V_T * N} = \frac{60000 * 2 * 280}{0.0233 * 1800}$$

$$P_{em} = 801144.49 Pa = 801.144 kPa$$

2) La puissance réelle du moteur :

Le compresseur prend 12% de la puissance totale produite par le moteur ($0,12 * P_{T-MS}$).

Pour que la puissance utile reste la même dans les deux cas, le moteur à cette altitude doit produire une puissance plus grande pour compenser la puissance consommée par le compresseur de suralimentation.

$$280 kW \rightarrow 88\%$$

$$P_{réel du moteur} = P_{T-MS} \rightarrow 100\%$$

$$P_{réel du moteur} = P_{T-MS} = \frac{280}{0,88} = 318,18 kW$$

3) Débit massique requis (réel):

$$280 kW \rightarrow 20.16 \frac{kg}{min}$$

$$318.18 kW \rightarrow (\dot{m}_a)_{réel}$$

$$(\dot{m}_a)_{réel} = \frac{318.18 * 20.16}{280}$$

$$(\dot{m}_a)_{réel} = 22.9 kg/min$$

4) Pression à la sortie du compresseur :

Puisque le rendement volumétrique (η_v) reste le même,

$$\eta_v = \frac{n * (\dot{m}_a)_{réel}}{(\rho_a)_s * V_T * N}$$

$$\eta_v = \frac{n * (\dot{m}_a)_{réel}}{\frac{P_{2A}}{RT_{2A}} * V_T * N}$$

$$P_{2A} = \frac{n * (\dot{m}_a)_{réel}}{\frac{\eta_v}{RT_{2A}} * V_T * N} = \frac{2 * 22.9}{\frac{0.8}{287 * (273 + 37)} * 0.0233 * 1800}$$

$$P_{2A} = 121448.08 Pa = 121.448 kPa = 1.21 bar$$

5) Rendement isentropique :

$$\eta_c = \frac{T_{2s} - T_1}{T_{2A} - T_1}$$

$$T_{2s} = ?$$

$$\frac{T_{2s}}{T_1} = \left(\frac{P_{2s}}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Rightarrow T_{2s} = T_1 \left(\frac{P_{2s}}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 250 * \left(\frac{1.21}{0.715}\right)^{\frac{0.4}{1.4}}$$

$$T_{2s} = 290.85 \text{ K}$$

$$\eta_c = \frac{290.85 - 250}{310 - 250} = 0.681 = 68.1\%$$