Corrigé de l'épreuve de thermodynamique du BTS FEE 2005

I – Étude du compresseur

1. La relation de Mayer s'écrit : $c_p - c_v = r$ de sorte que l'on obtient : $c_v = c_p - r$

Le rapport γ s'écrit, alors : $\boxed{\gamma = \dfrac{c_p}{c_p - r}}$ A.N. : $\gamma \cong 1{,}4$

2. La transformation de l'air(considéré comme un gaz parfait)est adiabatique et réversible. On peut, alors, appliquer la relation : $T_0^{\gamma}\, P_0^{1-\gamma} = T_1^{\gamma}\, P_1^{1-\gamma}$

On en déduit : $\boxed{T_1 = T_0 \left(\dfrac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$ A.N. : $T_1 \cong 443\ \text{K}$

3. Le travail massique « avec transvasement » reçu par le fluide est égal à sa variation d'enthalpie massique.

Le fluide est considéré comme un gaz parfait de sorte que l'on a : $\Delta h = h_1 - h_0 = c_p\,(T_1 - T_0)$

On en déduit : $\boxed{P_C = q_m\, c_p\,(T_1 - T_0)}$ A.N. : $P_C \cong 8700\ \text{kW}$

II – Étude de la chambre de combustion

1. La masse d'air qui est réchauffée, en une seconde, est $m = 60\ \text{kg}$.. La haleur reçue par l'air, au cours d'une transformation isobare est égale à sa variation d'enthalpie. On écrit :

$\boxed{Q = m\, c_p\,(T_2 - T_1)}$ A.N. : $Q \cong 43{,}8\ \text{MJ}$

2. Soit m_C la masse de carburant injectée chaque seconde dans la chambre de combustion. La chaleur Q, calculée précédemment, est apportée par la combustion de cette masse de carburant.

On a : $Q = m_C \times Q_C$ soit : $\boxed{m_C = \dfrac{Q}{Q_C}}$ A.N. : $m_C \cong 1{,}02\ \text{kg}$

III – Étude de la turbine

1. L'évolution du fluide dans la turbine est adiabatique de sorte que le travail massique « avec transvasement » w_{23}^{tr} est égal à la variation d'enthalpie massique de ce fluide.

On a, alors : $\boxed{w_{23}^{tr} = c_p\,(T_3 - T_2)}$

La détente de l'air chaud dans la turbine fournit du travail mécanique au rotor ; pour notre système (le fluide), le travail reçu est donc compté négativement.

2. La turbine reçoit un travail mécanique $(-w_{23}^{tr})$ à chaque fois qu'un kilogramme d'air se détend. La puissance reçue par la turbine est donc : $\boxed{P_t = q_m\, c_p\,(T_2 - T_3)}$

3. L'égalité des deux puissances se traduit par : $q_m\, c_p\,(T_1 - T_0) = q_m\, c_p\,(T_2 - T_3)$ ce qui donne, après simplification par q_m et c_p, la relation : $T_1 - T_0 = T_2 - T_3$

On en déduit l'expression souhaitée : $\boxed{T_3 = T_0 + T_2 - T_1}$ A.N. : $T_3 \cong 1028\ \text{K}$

4. L'évolution du fluide, dans la turbine, est adiabatique et réversible. L'air est encore considéré comme un gaz parfait ; on a : $T_2^{\gamma} P_2^{1-\gamma} = T_3^{\gamma} P_3^{1-\gamma}$

On en déduit : $\boxed{P_3 = P_2 \left(\dfrac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}}$ $\boxed{\text{A.N.}: P_3 \cong 2{,}5 \text{ bar}}$