TD Eolienne

I] 1°) $\boxed{P_e = \frac{1}{2} \rho S (\Delta v)^3}$

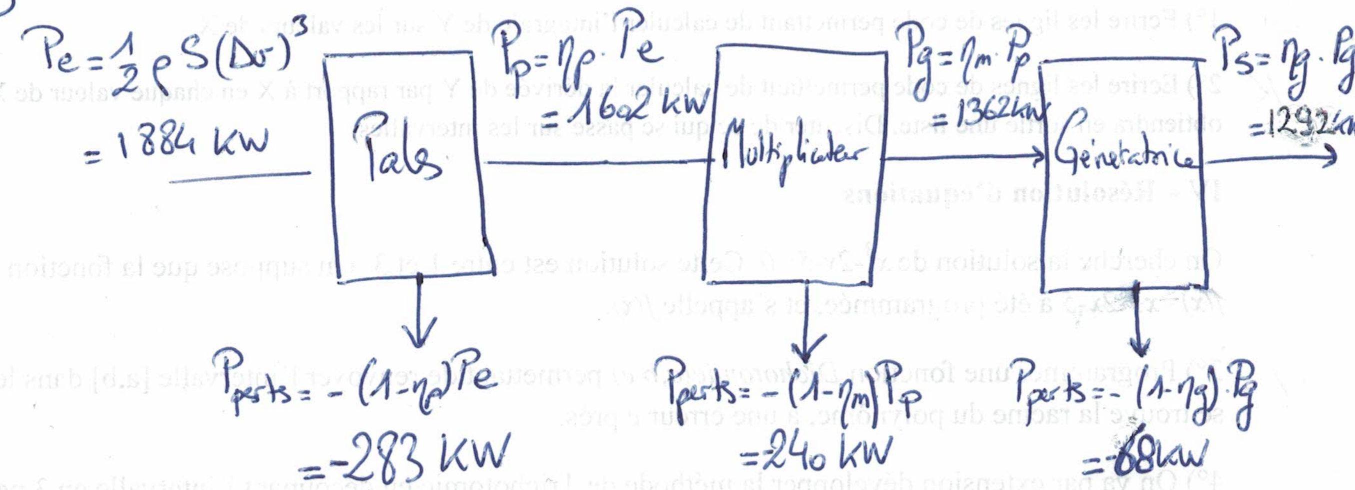
$\rho = 1{,}23 \ kg.m^{-3}$

$S = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \times \frac{77^2}{4} = 4654 \ m^2$

$\Delta v = v - \frac{v}{3} = \frac{2v}{3} = 8{,}7 \ m.s^{-1}$

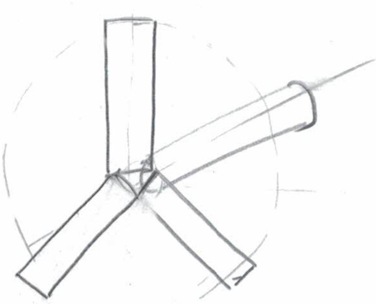
$= 1884 \ kW$

2°)



II] 3°) On applique le TEC à l'ensemble {pales ; multiplicateur ; arbre de génératrice} mais on néglige les moments d'inertie des arbres du multiplicateur et de la génératrice. On obtiendra en sortie le couple à l'entrée de la génératrice C_g

4°)



L'ensemble pâles + rotor est en mouvement de rotation pure le moment d'inertie de l'ensemble par rapport à l'axe de rotation est $J_T = 3J_p + J_r$.

L'énergie cinétique de l'ensemble est:

$$E_c = \frac{1}{2} J_T . \omega_p^2 = \frac{1}{2} (3J_p + J_r) \omega_p^2$$

Bilan des puissances:

Extérieures : * action du vent sur les pales : couple pur.

$$P_{vent \to pales/0} = C_p . \omega_p \left(= \{\mathcal{T}_{vent \to pales}\} \otimes \{\mathcal{V}_{pales/0}\} \right)$$

* action de la génératrice sur le rotor : couple par ②

$P_{géné \to rotor/0} = - C_g^{th} \cdot w_g$ < 0 car puissance reçue par la génératrice.

intérieurs → pas de puissance, car système parfait.

Théorème de l'Energie Cinétique

$$\frac{d}{dt} E_c = P_{ext} + P_{int}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}(3J_p + J_r)w_p^2\right) = C_p \cdot w_p - C_g^{th} \cdot w_g \quad \text{avec } C_p = K w_p^2$$

$$(3J_p + J_r) w_p \cdot \dot{w}_p = K \cdot w_p^3 - C_g^{th} w_g \quad \text{avec } w_g = i \cdot w_p$$

$$(3J_p + J_r)\,\dot{w}_p = K \cdot w_p^2 - C_g^{th} \times i$$

donc $$C_g^{th} = \frac{K \cdot w_p^2 - (3J_p + J_r)\dot{w}_p}{i}$$

5°) L'énergie cinétique et les puissances extérieurs sont les mêmes. Les rendement causent des pertes intérieurs :

* Perts par rendement des pals :

$$P_{perts\,1} = -(1-\eta_p) \cdot P_e \quad \text{avec } P_e = P_{vent \to pals/0}$$

* Perts par rendement au multiplicateur :

$$P_{perts\,2} = -(1-\eta_m) \cdot P_p \quad \text{avec } P_p = \eta_p \cdot P_e$$

$$= -(1-\eta_m)\,\eta_p \cdot P_e$$

Théorème de l'énergie cinétique avec rendements :

$$\frac{d}{dt}E_c = P_{ext} + P_{int}$$

$$(3J_p+J_r)\omega_p\dot{\omega}_p = -C_g\cdot\omega_g + \underbrace{\underbrace{\overbrace{C_p\omega_p}^{P_e} - (1-\eta_p)P_e}_{\eta_p P_e} - (1-\eta_m)\eta_p\cdot P_e}_{\eta_p\cdot\eta_m\cdot P_e}$$

Rmq : * Les rendements se multiplient en série. On peut obtenir le même résultat en prenant une puissance effective de $\eta_p\cdot\eta_m P_e$.

* Le rendement de la génératrice n'intervient pas dans le TEC car l'étude s'arrête à l'arbre d'entrée de la génératrice.

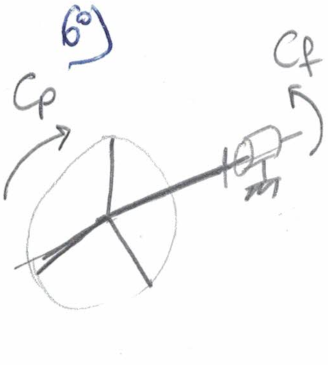
Finalement : $(3J_p+J_r)\omega_p\cdot\dot{\omega}_p = -C_g\cdot\omega_g + \eta_p\cdot\eta_m\cdot\overbrace{C_p\omega_p}^{P_e}$; $C_p = k\omega_p^2$

d'où $$\boxed{C_g = \frac{\eta_p\,\eta_m\cdot k\cdot\omega_p^2 - (3J_p+J_r)\dot{\omega}_p}{i}}$$

Rmq : * Le rendement ne s'applique que sur les puissances, pas sur l'énergie cinétique

* $C_g < C_g^{th}$ à cause du rendement, mais $C_g = \eta_p\eta_m\cdot C_g^{th}$ que si $\dot{\omega}_p = 0$ $\Leftrightarrow$ que si on n'a pas de variation d'énergie cinétique.

6°)



En statique, C_f s'oppose à C_p avec $v = 3\ m\cdot s^{-1}$.
La formule $C_p = K\cdot\omega_p^2$ ne fonctionne plus ici car ω_p est nul alors que $C_p \neq 0$.
Il nous faudrait un modèle pour $C_p = f(v)$ ou un relevé expérimental