

TPN°1:Caractéristiques statiques d'une éolienne

Les objectifs du TP:

- 1- Connaitre les critères de décision relatifs à l'installation des éoliennes sur un site donne.
- 2- Tracer les caractéristiques statiques d'une éolienne par le logiciel Matlab/Simulink.

Rappels théoriques :

Une masse d'air se déplaçant à une vitesse V_v traversant une section S , a une puissance $P_v=0.5*\rho*S*(V_v^3)$.

Avec: pour une éolienne à axe horizontal $S=\pi*(R^2)$; $R=10m$; $\rho=1.225Kg/m^3$

Travail à faire

1.a Influence de la hauteur du mat sur la puissance

La relation entre la vitesse du vent et la hauteur du mat est : $V_H/V_o=(H/H_o)^\alpha$

$H_o=10m$ correspond $V_o=5m/s$ et la hauteur (H) correspond la vitesse du vent V_H .

α : est la rugosité du sol (= 0.2)

Écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer la caractéristique:

1- $P_v=f(H)$ avec $H_o < H < 50m$ et $V_v=f(H)$

1.b Influence de la longueur de la pale sur la puissance

Écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer la caractéristique:

1- $P_v=f(R)$ avec $4 < R < 40m$ et $V_v=7m/s$.

Question: interprétez les résultats précédents

Caractéristiques statiques

Écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer la caractéristique $C_p=f(\lambda)$ du rendement aérodynamique (C_p) en fonction de la vitesse spécifique (λ) pour deux cas:

2.a Inclinaison (β) de la pale est fixe

$C_{p1}=a_0+a_1.\lambda+a_2.\lambda^2+a_3.\lambda^3+a_4.\lambda^4+a_5.\lambda^5$ et $\lambda=\Omega_t .R/V_v$ avec $0<\lambda<11$ (vitesse spécifique)
 $a_0=0.001$; $a_1=6.38.10^{-2}$; $a_3=-9.41.10^{-3}$; $a_4=9.86.10^{-3}$; $a_4=-17.375.10^{-4}$; $a_5=7.9563.10^{-5}$.

Déduire: C_{p1max} et λ_{1opt}

2.b Inclinaison (β) de la pale est variable

$C_{p1}=0.73*(151/\lambda_i-0.58*\beta-0.002*\beta^2.14-13.2)*e^{-18.5/\lambda_i}$

avec $1/\lambda_i=1/(\lambda+0.02*\beta)-0.003/(\beta^3+1)$

Déduire: C_{p1max} et λ_{1opt} pour $\beta=5^\circ$ et 0°

3. Écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer sur le même graphe les caractéristiques statiques de la puissance aérodynamique d'une éolienne

- $P_v=f(V_v)$ pour $0<V_v<20m/s$

- P_{aeroth} (maximale de Betz) = $C_{pBetz}*P_v$ avec $C_{pB}=0.599$

- P_{aero} relle (maximale) = $C_{p1max}.P_v$

Interprétez les résultats obtenus

4. Écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer sur le même graphe les puissances aérodynamiques en fonction de la vitesse mécanique de la turbine :

- $P_{aero}=f(\Omega_t)$ pour $0<\Omega_t<25$ rad/s pour deux vitesses du vent $V_v=7m/s$ et $V_v=10m/s$.

Question: déduire pour chaque courbe $P_{aero,max}$ et Ω_{topt} (la puissance maximale et la vitesse optimale correspondante)

Interprétez les résultats obtenus