

TPN°1:Caractéristiques statiques d'une éolienne

Les objectifs du TP:

- 1- Connaître 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

$$P_v = 0.5 \cdot \rho \cdot S \cdot (V_v^3)$$

$$P_{aero} = P_v \cdot C_p(\lambda)$$

$$\lambda = \Omega t \cdot R / V_v$$

Pour une éolienne à axe horizontal $S = \pi \cdot (R^2)$.

$\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3$ (masse volumique de l'air)

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 : $V_H / V_o = (H / H_o)^\alpha$

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

α : est la rugosité du sol (= 0.2) et $R = 10 \text{ m}$ (longueur de la pale).

Pour $H_o < H < 50 \text{ m}$, écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer les caractéristiques:

$$P_v = f(H) \text{ et } V_v = f(H)$$

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

Pour $4 < R < 40 \text{ m}$ et $V_v = 7 \text{ m/s}$, écrire un programme par le logiciel Matlab pour tracer la caractéristique:

$$P_v = f(R)$$

Question: interprétez les résultats précédents

2- 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 on donne:

$$C_p(\lambda) = a_0 + a_1 \cdot \lambda + a_2 \cdot \lambda^2 + a_3 \cdot \lambda^3 + a_4 \cdot \lambda^4 + a_5 \cdot \lambda^5$$

$a_0 = 0.001$; $a_1 = 6.38 \cdot 10^{-2}$; $a_2 = -9.41 \cdot 10^{-3}$; $a_3 = 9.86 \cdot 10^{-3}$; $a_4 = -17.375 \cdot 10^{-4}$; $a_5 = 7.9563 \cdot 10^{-5}$.

Pour $0 < \lambda < 11$ (vitesse spécifique)

Deduire: $C_{p_{max}}$ et λ_{opt}

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

$$C_{p1}(\lambda, \beta) = 0.73 * (151/\lambda_i - 0.58 * \beta - 0.002 * \beta^{2.14 - 13.2}) * e^{-18.5/\lambda_i} \\ 1/\lambda_i = 1/(\lambda + 0.02 * \beta) - 0.003/(\beta^3 + 1)$$

On donne $0 < \beta < 10^\circ$

Pour chaque valeur de β , tracer $C_{p1} = f(\lambda, \beta)$, avec $0 < \lambda < 11$

Les caractéristiques doivent être sur le même graphe

Déduire: C_{p1max} et λ_{opt} pour $\beta = 6^\circ$ 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 pour $R = 10m$

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

- Paeroth (maximale de Betz) = $C_{pB} * P_v$ avec $C_{pB} = 0.597$ (rendement de Betz)

- Paero relle (maximale) = $C_{pmax} * P_v$ (prenez C_{pmax} de la question 2.a)

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 pour chaque vitesse du vent :

$$Paero = f(\Omega t) \quad \text{pour } 0 < \Omega t < 25 \text{ rad/s}, 6 < V_v < 10 \text{ m/s et } R = 3m;$$

Question: déduire pour chaque valeur de la vitesse du vent : $Paeromax$ et $\Omega topt$ (la puissance maximale et la vitesse optimale correspondante)

Interprétez les résultats obtenus