

Influența unghiului de orientare β asupra performanțelor unei eoliene

Tematica: *Energii regenerabile*

→ **Capitol:** *Filiera eoliană*

→ **Secțiunea:** *Mașina asincronă dublu alimentată (MADA)*

Tip resursă: *Expunere* *Laborator virtual / Exercițiu* *CVR*

Obiectivele laboratorului:

Se va observa cum evoluează valoarea coeficientului de putere (de performanță) în funcție de unghiul β de orientare a palelor.

- cunoștințe anterioare necesare: coeficientul de putere (de performanță) C_p .
- nivel: #
- durata estimată: 20 minute
- autori: Nicolas Dujardin, Christian Iweins
- realizare: Fabien Poje
- traducere: [Sergiu Ivanov](#)

Pregătirea laboratorului

Întrebarea 1:

Explicați cum este pornită o eoliană. Ce se întâmplă dacă vântul este prea violent?

Răspuns >>

Dacă vântul este prea slab, eoliana nu este antrenată. Turbina este imobilă. Viteza vântului este măsurată cu un anemometru și imediat ce aceasta este suficient de mare, mai mare decât 4 m/s, unghiul de orientare a palelor este fixat la o valoare care să permită extragerea maximumului de putere. Dacă vântul este prea puternic, se modifică unghiul de orientare a palelor, astfel încât turbina să fie încetinită și astfel, limitată puterea debitată, pentru a nu se depăși valoarea nominală. În cazul unui vânt violent, cu viteza mai mare de 25 m/s, eoliana este oprită, respectiv palele sunt puse "în drapel".

Întrebarea 2:

Calculați puterea mecanică, pentru o viteză dată a vântului.

Se dă puterea aerodinamică $P_a = 0,5 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v^3$,

cu:

$R = 44$ m raza palelor;

$v = 11$ m/s viteza vântului;

$\rho = 1,224$ kg/m³ densitatea aerului la 15 °C;

C_p = coeficientul de putere (performanță), specific fiecărei eoliene. O expresie empirică a acestuia este:

$$C_p = [0,5 - 0,00167(\beta - 2)] \sin\left[\frac{\pi(\lambda + 0,1)}{18,5 - 0,3(\beta - 2)}\right] - 0,00184(\lambda - 3)(\beta - 2)$$

$\lambda = R \cdot \Omega_t / v = 5$, în care Ω_t este viteza unghiulară a turbinei, deci a axului palelor;

$\beta = 2^\circ$ unghiul de orientare a palelor.

1• Calculați puterea aerodinamică pentru viteza vântului de 11 m/s

2• Deduceți cuplul aerodinamic M_a

Ajutor

Se va utiliza relația: $M_a = P_a / \Omega_t$

3• Exprimați cuplul de frecări vâscoase M_v , cunoscând raportul de transmisie k al multiplicatorului și coeficientul vâscos de pierderi prin frecare, f .

$k = 70$ și $f = 0,0071$

4• Calculați puterea mecanică P_m

Răspuns >>

1• $P_a = 0,5 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v^3 = 0,5 \cdot 1,224 \cdot C_p \cdot \pi \cdot 44^2 \cdot 11^3$ cu $C_p = 0,38$

$P_a = 1882644$ W respectiv 1,88 MW.

2• Viteza unghiulară a turbinei este $\Omega_t = \lambda \cdot v / R = 1,25$ rad/s

$$M_a = P_a / \Omega_t = 1506115 \text{ N.m}$$

3• Raportul de transmisie al multiplicatorului determină raportul între viteza unghiulară a turbinei eoliene și cea mecanică a mașinii asincrone: $\Omega_m = k \cdot \Omega_t$

Cuplul de frecări vâscoase este $M_v = f \cdot \Omega_m = f \cdot k \cdot \Omega_t$

$$M_v = 0,62125 \text{ Nm}$$

4• Se va considera că viteza vântului este constantă, deci și viteza unghiulară a turbinei este constantă. Bilanțul puterilor se exprimă $P_m = P_a - \text{pierderi}$

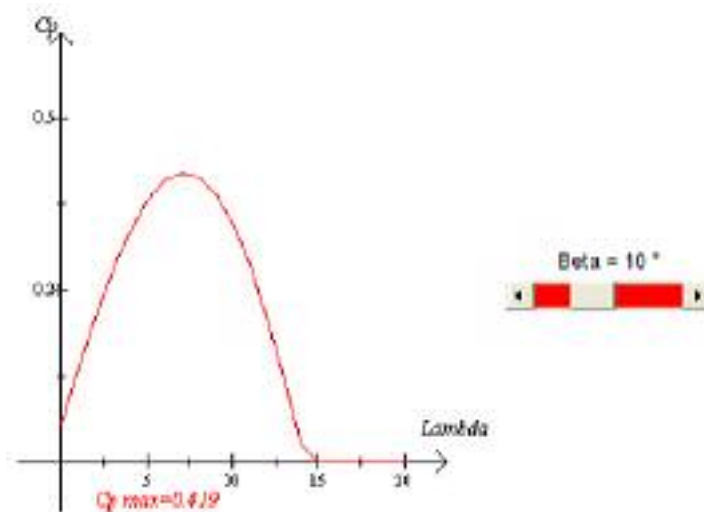
Pierderile datorate frecărilor sunt date de produsul dintre cuplul de frecări vâscoase și viteza mecanică a mașinii (se neglijează frecările uscate).

$$\text{Rezultă } P_m = P_a - M_v \cdot \Omega_m = 1882590 \text{ W respectiv } 1,88 \text{ MW}$$

Pierderile datorate frecărilor vâscoase sunt foarte mici și pot fi neglijate.

Laborator virtual

Se va observa evoluția curbei $C_p = f(\lambda)$, când se modifică unghiul β de orientare a paletelor.



Interpretare: Cu cât unghiul β este mai mic, cu atât acțiunea vântului asupra paletelor este mai bună, coeficientul de putere (de performanță) este mai mare, iar puterea furnizată mai mare.

Pe măsură ce β crește, coeficientul de putere scade, ca și puterea debitată. Prin modificarea unghiului β de orientare a paletelor, se poate controla puterea debitată, astfel încât să nu se depășească valoarea nominală în cazul unui vânt prea violent.

Pentru a înțelege rolul unghiului β asupra reglării fluxului de putere și a găsirii punctului optim de funcționare, parcurgeți [lucrarea următoare](#).