

Exercici a entregar-Part 1: Pre-disseny d'un rotor per a vol axial

Data d'entrega – 15 de Novembre

Objecte: En grups de 5 persones, preparar una presentació oral amb diapositives on es presentin els resultats del següent:

Estudi de rotor en vol axial: Donat un perfil aerodinàmic NACA de 4 dígit, es demana caracteritzar la sustentació i la residència del perfil. Usant aquest perfil, calcular les lleis de corda d'una pala, velocitats induïdes i distribució de sustentació i de moment respecte eix del rotor en els següents casos:

1. Rotor Ideal BEM (calculat a partir de MTH) .
2. Elements de pala sense pèrdues per Tip ni Root Vortex ni correccions per compressibilitat (BEM).
3. Elements de pala amb pèrdues de Tip Vortex, de Root Vortex i compressibilitat (BEM+pèrdues+compressibilitat).

Calcular les potències induïdes i paràsites per aquest rotor sota cadascuna de les hipòtesis. Comparar angles de control θ_0 que ha d'imposar el pilot sota les lleis de 2 i

les de 3. Comentar els resultats. (Es demanen 4 gràfiques on es representen, a cada una, les magnituds a calcular per a cadascun dels casos descrits. També es demana taula de potències total, paràsita i "induïda" en cadascun dels casos.)

Condicions de disseny:

- Perfil NACA a usar: veure llistat assignat ATENEA i usar la web¹ per obtenir-ne la geometria.
- Veure el pes de l'helicòpter (en kg) al llistat assignat a ATENEA.
- El disc loading és de $DL=350 \text{ N/m}^2$
- Es fixa un Mach a la punta de la pala de $M_{tip}=0.5$
- Altitud de vol de disseny: 1500 m. Altura de vol de disseny: 300 m (no efecte terra).

¹ airfoiltools.com/airfoil/naca4digit

- El nombre de pales és el mínim tal que a l'arrel de la pala la corda sigui menor o igual a $0.5m$ si el nombre de pales resultant és menor que 7 o $0.75m$ si és igual o més gran.

Procés de Resolució: Utilitzant la web obtenir els punts del perfil NACA. Amb el programa xFoil obtenir la distribució $c_l(\alpha)$ i $c_d(\alpha)$

Donat el pes de l'helicòpter W i el DL calcular l'àrea del rotor.

Amb la condició de M_{tip} s'obté la velocitat angular de disseny.

1. Utilitzant la teoria de rotor ideal, obtenir les lleis ideals de cordes i solidesa $0.5m$ i $\sigma^{id}(r)$ tenint en compte que l'angle d'atac de disseny de totes les seccions de pala sigui el de màxima eficiència del perfil.
2. En realitat, es construirà el rotor amb $\theta^{real}(r) = \theta_0 + \theta_1 r$

$\sigma^{real}(r) = \sigma_0 + \sigma_1 r$ de manera que a $r = 0.7$

$$\frac{d\sigma^{real}}{dr} = \frac{d\sigma^{ideal}}{dr}; \quad \sigma^{real} = \sigma^{ideal} \quad i \quad \frac{d\theta^{real}}{dr} = \frac{d\theta^{ideal}}{dr}.$$

3. Realitzar els càlculs pertinents amb unes o altres hipòtesis amb el rotor obtingut a l'apartat 2 o amb el de l'apartat 1. En els casos de rotor no ideal (BEM), calcular el valor de θ_0 que permeti que $\int dF_z = W$ a l'altitud de disseny de l'enunciat.

4. Calcular potències totals necessàries al rotor principal per, a l'altitud de disseny, pujar a velocitats ascensionals amb hipòtesis de rotor ideal i amb hipòtesis de BEM+pèrdues+compressibilitat $V_c = 2.5m/s$, $V_c = 5m/s$,

$V_c = 7.5m/s$, $V_c = 10m/s$, $V_c = 12.5m/s$. Fer gràfica on es pugui

comparar el resultat de cadascuna de les teories.

5. Calcular el valor de θ_0 tal que si $\theta(r) = \theta_0$ es compleixi $\int dF_z = W$. Fer-ho amb BEM sense pèrdues i amb BEM + Pèrdues+ compressibilitat i comparar resultats amb resultats de torsió lineal.