



CÓDIGO

PROBLEMA 1: LA FÍSICA DE LA ENERGÍA EÓLICA (6 puntos)

En Honduras, se están desarrollando proyectos de energía eólica para aprovechar la abundancia de viento en ciertas regiones y diversificar la matriz energética. Estos proyectos contribuyen a la generación de energía limpia y sostenible. Honduras cuenta con parques eólicos y acuerdos de generación de energía eólica.



Figura 1. Parque Eólico Cerro de Hula

En este problema, abordará aspectos clave en la modelización de turbinas eólicas. Para modelar este fenómeno, considere un conducto de aire con una pequeña turbina con sección transversal efectiva constante A por la cual fluye aire.

Parte A: Análisis energético de una turbina.

Considere una porción de aire de masa Δm con velocidad v_a antes de atravesar la turbina. Después de atravesar la turbina, la velocidad de esta masa de aire toma el valor v_d . Suponiendo que la energía mecánica se conserva.

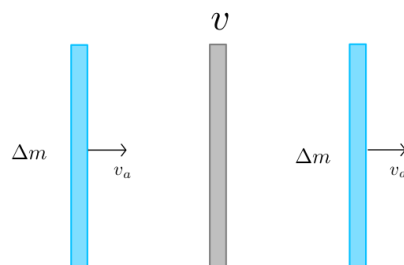
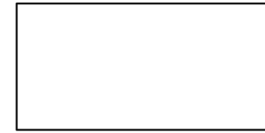


Figura 2. Diagrama de la porción de aire.



CÓDIGO

A.1) Calcule la expresión del trabajo realizado por esta masa de aire sobre la turbina. (1 puntos)

Suponiendo que esto ocurre en un intervalo de tiempo Δt ,

A.2) Determine la potencia transferida a la turbina en este proceso. (0.5 puntos)

Tomando en cuenta que el flujo de masa en la turbina, representado por $\Delta m / \Delta t = \rho A v$, donde v viene dada por la expresión

$$v = \frac{v_a + v_d}{2},$$

y ρ es la densidad del aire, que supondremos constante en esta aproximación,

A.3) Encuentre una expresión para la potencia transferida a la turbina en términos de las velocidades del viento antes v_a y después v_d . (1 puntos)

A.4) Determine a partir de la expresión de la potencia transferida a la turbina, la fuerza que se ejerce sobre ella. (0.5 puntos)

A.5) Determine la presión que se ejerce sobre la turbina. (0.5 puntos)

Parte B: Análisis del "límite de Betz" (C_p)

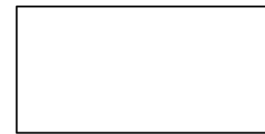
La ecuación para la potencia transferida a la turbina es la siguiente

$$P = \frac{1}{2} \rho A v_a^3 C_p$$

donde C_p se conoce como el "límite de Betz", representa la fracción de la energía eólica que la turbina puede captar y recibe su nombre en honor al físico alemán Albert Betz.

B.1) Determine una expresión para C_p en términos de v_a y v_d . (1.0 puntos)

Llamando λ al cociente



CÓDIGO

$$\lambda = \frac{v_d}{v_a}$$

B.2) Determine una expresión para C_p en términos de λ . (0.5 puntos)

B.3) Determine a partir de la Fig. 3 el valor de λ para cuando C_p es máximo e interprete ese resultado. (1.0 puntos)

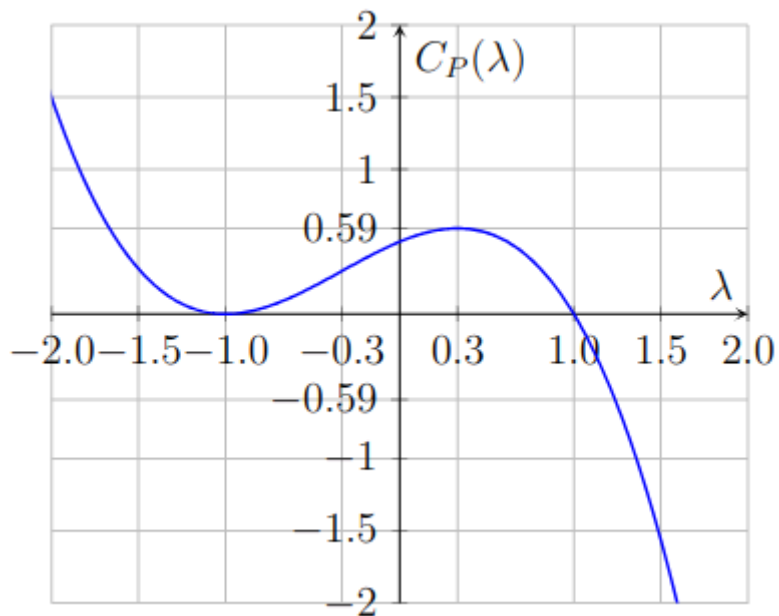


Figura 3. Gráfica de la función $C_p(\lambda)$