



Tarea 2

Entrega: Jueves 15 de julio, 12:00 hrs.

Problema 1. (35 puntos) Considere una turbina eólica comercial GE de 3.6 MW. Para una velocidad de viento de 13 m/s calcule:

- La potencia total del viento P_w pasando a través de un área igual a la barrida por la turbina.
- La potencia que puede ser capturada por la turbina de acuerdo a la ley de Betz.
- La potencia P capturada realmente por la turbina y el coeficiente $C_p = P/P_w$.

Considerando las condiciones anteriores y que la velocidad de giro del rotor es 15 rpm calcule:

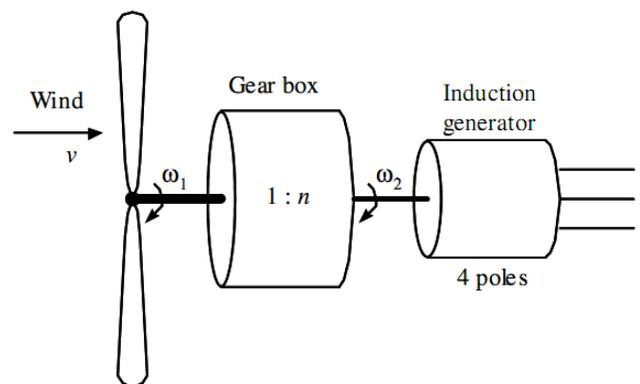
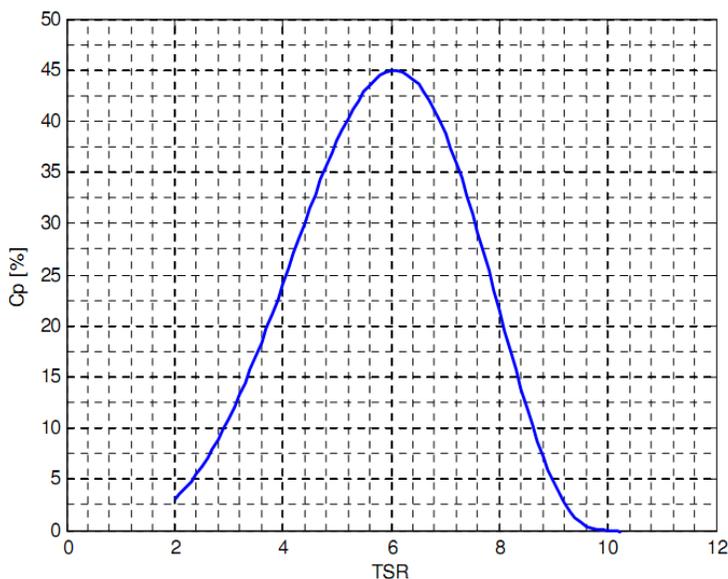
- TSP (tip speed ratio)
- La velocidad de giro del extremo de la pala en m/s
- El torque en el rotor

Considere ahora que el generador gira a 630 rpm, ignorando las pérdidas en la caja de cambios.

- La relación de transformación de la caja
- El torque de carga en el generador

Problema 2. (65 puntos) Una turbina eólica es conectada a través de una caja de cambios y un generador de inducción a la red de 50Hz. El generador opera aproximadamente a velocidad constante, cercana a la velocidad síncrona. Las pérdidas pueden despreciarse y se asume una densidad del aire de $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.

El devanado del estator del generador de inducción es de 4 polos ($p=4$). La caja de cambios tiene una razón de conversión 1:100. El diámetro del rotor es de 50m. El coeficiente de potencia C_p en función del TSR (tip speed ratio) de la turbina se muestra en la figura y se asume que esta característica no cambia con la velocidad del viento. Un controlador desconecta el sistema cuando la velocidad del viento es inferior a la velocidad de partida del generador, donde la potencia generada es negativa.





- a) ¿Cuál es la velocidad sincrónica del eje ω_{2sync} (en rad/s), y n_{2sync} (en rpm)?
- b) Considerando $n_2 \approx n_{2sync}$, calcule el valor de la velocidad (del viento) de partida en m/s.
- c) Con $n_2 \approx n_{2sync}$, ¿qué potencia es generada cuando la turbina opera al máximo C_p ? ¿Cuál es la velocidad del viento en este punto?
- d) Con $n_2 \approx n_{2sync}$, usando Excel o similar, encuentre y grafique la potencia generada P como función de la velocidad del viento v entre 0 y 20 m/s. En el punto donde se genera la máxima potencia, encuentre la velocidad del viento, el torque T_1 (en el eje de las palas) y el torque T_2 (en el eje del generador) en Nm.
- e) La figura muestra el torque normalizado al máximo valor T_2 encontrado en d) versus el deslizamiento para el generador de inducción. Por convención, torque negativo indica generación y torque positivo funcionamiento como motor. Encuentro el deslizamiento s y la velocidad del eje del generador n_2 (en rpm) en los siguientes puntos de operación:
 - i. Velocidad de partida encontrada en b)
 - ii. A la velocidad donde la turbina opera en el máximo C_p (encontrada en c))
 - iii. A la velocidad encontrada en d) que entrega la máxima potencia.

