

# EEL 7100- Operação de Sistemas de Energia Elétrica

## Exercícios sobre Geração Eólica

1. As pás de uma turbina eólica de  $1,65 \text{ MW}$ , projetada para trabalhar com velocidade fixa nominal do vento de  $13 \text{ m/s}$ , têm  $82 \text{ m}$  de diâmetro. A conexão da turbina com um gerador síncrono de 4 polos e  $60 \text{ Hz}$  é feita mediante caixa de engrenagens. Pergunta-se:
  - (a) Qual deve ser a relação de transformação da caixa de engrenagens se a turbina é projetada para girar a  $14,4 \text{ rpm}$ ?
  - (b) Qual é a razão de velocidade periférica (*Tip Speed Ratio, TSR*) quando os ventos sopram à velocidade nominal do vento?
  - (c) Qual o rendimento global do aerogerador (incluindo rotor, caixa de engrenagens, gerador, etc.) considerando que opera à velocidade nominal do vento?
  - (d) A curva de potência do aerogerador indica que este deve entregar metade de sua potência nominal quando o vento estiver a  $8 \text{ m/s}$ . Qual o rendimento e a TSR àquela velocidade de vento?
  - (e) Qual seria a TSR com ventos a  $8 \text{ m/s}$  se o gerador pudesse chavear de quatro para seis polos?
2. Uma turbina eólica de eixo horizontal cujo rotor tem diâmetro de  $20 \text{ m}$  apresenta rendimento de  $30\%$  sob velocidade de vento de  $10 \text{ m/s}$ , pressão atmosférica de  $1 \text{ atm}$  e temperatura de  $15^\circ\text{C}$ .
  - (a) Qual a potência seria produzida pela turbina nas condições descritas?
  - (b) Estime a densidade do ar em uma região montanhosa cuja altitude é de  $2500 \text{ m}$  à temperatura de  $10^\circ\text{C}$ ;
  - (c) Estime o valor da potência que a turbina produziria se instalada naquela região montanhosa sob a mesma velocidade de vento, supondo que o rendimento não é afetado pela densidade do ar.
3. Um anemômetro instalado a  $10 \text{ m}$  acima da superfície de plantações, cercas e arbustos indica uma velocidade de vento de  $5 \text{ m/s}$ .(ver Fig. 1) Supondo temperatura de  $15^\circ\text{C}$  e pressão de  $1 \text{ atm}$ , responda aos seguintes quesitos considerando uma turbina cujo eixo está a uma altura de  $60 \text{ m}$  e cujo rotor tem diâmetro de  $60 \text{ m}$  :
  - (a) Estime a velocidade e a potência específica (em  $\text{W/m}^2$ ) do vento no ponto mais alto do movimento das pás do rotor;
  - (b) Repita o item (a) para o ponto mais baixo do movimento das pás da turbina;
  - (c) Determine a relação das potências do vento nas duas cotas consideradas acima utilizando os resultados dos itens (a) e (b) e compare-a com a relação empírica dada por:

$$\left(\frac{P}{P_0}\right) = \left(\frac{H}{H_0}\right)^{3\alpha}$$

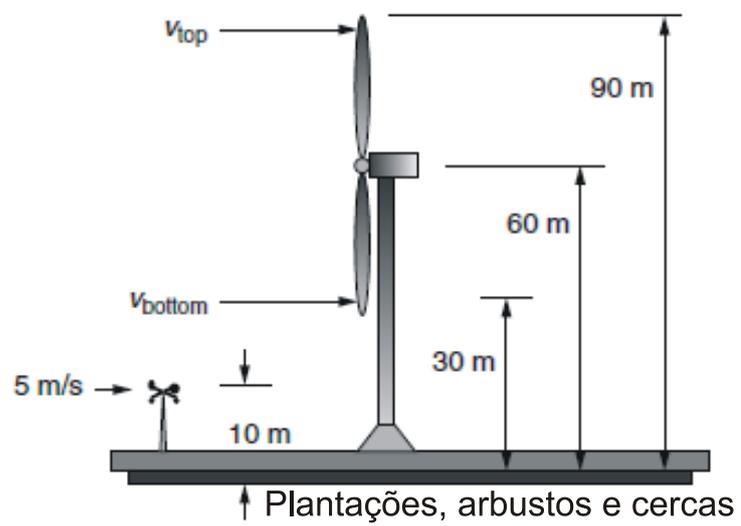


Figura 1: Instalação de aerogerador para Problema 3.