

Energías Renovables 2023-1

Guía de Ejercicios 03

La Tarea 03 consiste de los ejercicios: 01, 04, y un ejercicio que Ud. diseñe

En la entrega de tarea considere:

- Una portada
 - Repetir el enunciado del ejercicio
 - El código creado
 - *Referencias y enlaces, de ser posible*
-

Ejercicios

1. Determine las dimensiones de una turbina Pelton simple que desarrolle 160 kW bajo cargas de 81 m y 5 m. Calcule, además, la velocidad angular óptima para cada caso.

$$\Gamma = \frac{\sqrt{\Pi_m} \omega}{\sqrt{\rho}(gH)^{5/4}}$$

2. En base al ejercicio anterior, desarrolle un código (de prioridad en Python) que permita ingresar la carga (en [m]) y entregue la velocidad óptima para cada caso y las dimensiones de la turbina. Utilice la misma turbina Pelton y justifique las suposiciones.
3. El agua de un río de tamaño mediano fluye con un caudal de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ por una tubería perfectamente lisa, cayendo 50 m hacia una turbina.
 - (a) ¿Cuánta potencia hay disponible?
 - (b) si en la práctica se pierde 10 % por fricción, transformación y distribución, ¿cuántas casas con un consumo medio de 0.5 kW podría alimentar este suministro?
4. Ingrese al Explorador Climático del CR2

`http://explorador.cr2.cl`

y obtenga un año de datos de caudales para algún río o arroyo de la región del Maule, del Biobío o de la Araucanía (solo un río o arroyo) cuyo nombre comience con la inicial del apellido suyo:

- (a) Para su río o arroyo, grafique los caudales diarios y los caudales clasificados.
- (b) Determine el caudal que podría usarse para obtener energía hidromotriz, indicando el tipo de sección sobre la que trabaja (estimar área, perímetro mojado, radio hidráulico y espejo de agua). Además estime un

caudal ecológico ¿qué opina sobre este caudal?

(c) Usando Google Earth o cualquier otra forma para calcular la pendiente, calcule la potencia hidromotriz que se podría obtener del río y recomiende una turbina para esa potencia. Asuma valores razonables para todas los parámetros que usted necesite y que no conozca (sus valores deben ser realistas).

5. Investigue el porcentaje que aporta la energía hidromotriz a la matriz energética (eléctrica) de los países del mundo. Invente algún índice o parámetro que pueda predecir aproximadamente ese porcentaje.
6. Haciendo todas las suposiciones que le parezcan razonables: (a) Estime el caudal del río que se muestra en la siguiente figura (b) Estime la potencia hidromotriz que puede ser obtenida en ese lugar.



Figura 1: Río Queuco, en el Alto Biobío.

7. Investigue el futuro de los caudales de los ríos chilenos para las siguientes cuatro o cinco décadas, y discuta su impacto en la matriz energética nacional.
8. Sobre turbinas: Así como existe su “numero de forma”, adimensional, existen también otros dos numeros adimensionales relevantes: el “coeficiente de potencia”, $K_p = \Pi_m/(\rho\omega^3 D^5)$, en que D es el diámetro del rotor (o sea $D = 2R$), y el “coeficiente de carga”, $K_H = gH/(D\omega)^2$. Con respecto a esto:
 - (i) Muestre que el numero de forma puede expresarse como $\Gamma = K_p^{1/2}/K_H^{5/4}$.
 - (ii) Calcule y compare los coeficientes de potencia y de carga para el ejemplo visto en clase (ese donde comparábamos los casos con H igual a 81 y a 5 metros).
 - (iii) Asuma que la eficiencia es 100 %, y muestre que, aproximadamente $\Gamma \approx (5ru_a)/(Ru_j)$.
 - (iv) En el caso de una turbina Kaplan $r \sim R$ y la velocidad del álabe es (a diferencia del caso de Pelton) cercana a la del agua. ¿Cuánto vale, más o

menos, el numero de forma para una turbina Kaplan? (Para complementar esta historia, le comentamos que para una turbina Francis el numero de forma es cercano a 1).

9. Basándose en los rangos apropiados de carga y caudal para las turbinas Pelton, Francis y Kaplan, cree una función en python que sugiera cual turbina usar en cada caso.
10. Hay un hermoso tema que no consideramos en el capítulo de energía hidromotriz: los molinos de agua. Investigue y haga un informe *serio* de solo dos páginas sobre *la física* de los molinos de agua. (Para entender a qué nos referimos con “molinos de agua” vea la figura 2).



Figura 2: Molino de agua