

Simulación de sistemas de conversión de energía hidráulica, eólica y solar.

Claudia Sánchez-García, José Manuel Sausedo-Solorio

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hgo., México; claudia.sanchezgarcia@yahoo.com.mx

ABSTRACT

For a while, in México country a problem exists with the supply of energy, one of these problems is the uneven topography, other is the need of an adequate infrastructure, to allow people to get electric energy, from renewable sources like hydraulic, solar, and wind power considered as a plausible solution to this kind of problems. Of course, it is necessary before implementing this kind of systems, to elaborate a mathematical analysis of those systems, in order to forecast its functionality. This paper has the purpose to show a mathematical analysis of three renewable energy conversion systems, to allow through a simulation technique to obtain the parameters to build, optimize and discover the technical viability.

INTRODUCCIÓN

La utilización de la energía hidráulica, de los vientos y de los rayos solares para la generación de energía eléctrica se ha ido incrementando en los últimos años, esto se debe principalmente al cambio climático y a la crisis energética por el desabasto de fuentes convencionales como el carbón y el petróleo. Este trabajo consiste en un análisis matemático y de simulación de tres prototipos de conversión de energías renovables (hidráulica, eólica y solar) que permita mediante la técnica de simulación obtener parámetros de construcción, optimización y viabilidad técnica. Se pretende que este trabajo genere nuevo conocimiento, al mismo tiempo que sirva de estímulo al desarrollo de proyectos similares.

PROBLEMÁTICA

En la actualidad más del 90% de la población en México cuenta con energía eléctrica, el resto de los habitantes no cuenta con este servicio porque viven en pequeñas comunidades, de baja densidad poblacional y alto índice de pobreza, que además de encontrarse alejadas de las redes eléctricas son de difícil acceso por la falta de caminos e infraestructura que permita la extensión de las líneas de suministro energético.

Una posible solución a esta problemática es el empleo de fuentes de energía renovables como la energía solar, hidráulica y eólica. Claro que el proporcionar energía eléctrica a las comunidades rurales a través de este tipo de energías no es tarea fácil, ya que hay que considerar todos los factores que implica el instalar un gran número de unidades generadoras muy pequeñas en condiciones

topográficas complicadas, también los requerimientos que garanticen que su operación sea eficiente y confiable, a fin de que los recursos tanto financieros como de mano de obra e infraestructura sean aprovechados al máximo y cumplan su misión (Huacuz, 1992).

SIMULACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA.

En los últimos años diversos autores han buscado la manera de obtener modelos de simulación para sistemas de conversión de energías renovables.

Cabello y Vázquez (2004) realizaron el modelado y simulación de la central hidroeléctrica de Navalla, el cual permite obtener el nivel de embalse, los caudales de paso y las presiones en cualquier punto del sistema.

También, Rojas A. y Bolaños W. (2004) simularon las curvas de la característica IV de una celda de silicio policristalino usando MATLAB. La simulación se hizo tomando como parámetro de variación el factor gph (el número de pares electrón hueco fotogenerados por segundo y por unidad de volumen), el cual a su vez depende de la intensidad de radiación incidente en la celda; éstos datos de radiación incidente fueron tomados del manual de radiación solar en Colombia.

Tiago et al. (2004) llevo a cabo la simulación de transitorios hidromecánicos en centrales hidroeléctricas utilizando Bond Graphs, en este se representa a la tubería forzada como un circuito eléctrico y a la turbina como un transformador no lineal.

Somporn Sirisumrannukul y Somchai Chatratana (2007) realizaron la simulación de una turbina y un

generador eólico, el cual permite determinar las características de la turbina, la perturbación y la velocidad de la misma.

Por otra parte, cabe mencionar que para la obtención del modelo matemático de estos sistemas nos basaremos en algunas ecuaciones conocidas que a continuación se hacen mención.

- Energía Eólica: En el caso de la energía eólica es necesario conocer la energía cinética de las partículas que se encuentran en el aire, así como la velocidad típica, pero también para determinar la eficiencia del prototipo, es indispensable calcular la potencia y por ende el coeficiente de energía (Hau, 2006), este último es de gran importancia ya que indica la capacidad del sistema para convertir la energía cinética del viento en energía mecánica. Figura 1.
- Energía Hidráulica: Para este caso se planea hacer uso de la ecuación de Bernoulli, el teorema del impulso o de la cantidad de movimiento y la ecuación de continuidad. Figura 2.
- Energía Solar: Para la energía solar hay que considerar la capacidad de absorción, el coeficiente de absorción y el coeficiente de transmisión. Figura 3.

$$E_c = \frac{1}{2} \rho A \lambda V^2$$

$$\lambda = (\omega R) / v$$

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

$$C_p = \frac{1}{4} C_p A (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2) / (\frac{1}{2} A v_1^3)$$

Figura 1: Formulas para determinar la energía cinética, la velocidad típica, la potencia y el coeficiente de energía.

$$(p_1/\rho_1 g) + z_1 + (v_1^2/2g) = (p_2/\rho_2 g) + z_2 + (v_2^2/2g) + \zeta (v^2/2g)$$

$$F_x = \rho Q (v_{x2} - v_{x1})$$

$$F_y = \rho Q (v_{y2} - v_{y1})$$

$$F_z = \rho Q (v_{z2} - v_{z1})$$

$$F = \rho Q \Delta \bar{u}$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

Figura 2: Ecuación de Bernoulli, cantidad de movimiento y ecuación de la continuidad.

$$\alpha = \text{Radiación absorbida} / \text{Radiación incidente total}$$

$$\epsilon = \text{Energía radiada por el cuerpo} / \text{Radiación incidente total}$$

$$\alpha/\epsilon = \text{Radiación absorbida} / \text{Energía radiada por el cuerpo}$$

$$\rho = \text{Radiación reflejada} / \text{Radiación incidente total}$$

$$t = \text{Radiación transmitida} / \text{Radiación incidente total}$$

$$t + \alpha + \rho = 1$$

Figura 3: Formulas generales para la energía solar.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

En este resumen se presenta el análisis matemático y simulación de prototipos de conversión de energía hidráulica, eólica y solar, con la finalidad de poder obtener información sobre su viabilidad técnica, desempeño, construcción y optimización antes de implementarlos en la vida real. Para ello se hará uso de software científico como el Matlab y Simulink, y posteriormente confirmar y evaluar los resultados obtenidos con el modelo real. En el desarrollo de este proyecto se sigue la siguiente metodología:

- Selección, Planteamiento del Problema y Elaboración de las Hipótesis.
- Realizar el modelado matemático y de simulación.
- Elaboración y diseño de pruebas y escritura final del reporte de la investigación.

REFERENCIAS

Cabello, J. R. (2004). "Modelado y Simulación de la central hidroeléctrica de Navalla". *Comité español de automática*.

Hau, E. (2006). *Wind Turbines*, 2nd edition, Springer, Germany.

Huacuz, V. J., Martínez, L. A. M. y González, N. (1992). "Electrificación rural con fuentes renovables de energía", *IIE*, Vol. 16, No. 3, pp. 116.

Rojas A. y Bolaños, W. (2006). "Simulación de la característica I-V para una celda solar de SI-Policristalino". *Revista colombiana de física*. Vol. 38, pp. 742-745.

Secretaría de Energía (2008). 12 de Noviembre del 2008, <http://www.energía.gob.mx>.

Sirisumrannukul, S., Neammanee, B. y Chatratana, S., (2007). "Development of a Wind Turbine Simulator for Wind Generator Testing". *International Energy Journal*, Vol. 8, pp. 21-28.

Tiago Filho G. L., Martins, A. y Laurent, R., (2004). "Simulación de transistores hidromecánicos en centrales hidroeléctricas utilizando Bond Graphs". *Mecánica Computacional*, Vol. 23.