

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MEDICIONES DE LABORATORIO DE UNA MICROTURBINA HIDRÁULICA MICHELL-BANKI

Reyna, Teresa; Góngora, Carlos; Lábaque, María, Reyna, Santiago; Riha, César, García, Carlos Marcelo

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, te: 0351-4692737, Argentina
email: teresamaría.reyna@gmail.com, carlosgongoravaldivia@gmail.com

Introducción

La promoción de las tecnologías de energías renovables ofrece una doble ventaja: diversificación energética y la esperanza de desarrollo para muchas comunidades pobres y aisladas que no están conectadas a las grillas de transporte y distribución eléctrica. El suministro de energía a las comunidades aisladas se concibe como soporte a las actividades productivas, domésticas y comerciales de éstas. En consecuencia, es considerado como un componente estratégico dentro de un marco de trabajo para el desarrollo (Reyna y otros, 2012).

Dentro de este contexto la aplicación de turbinas hidráulicas para generación hidroeléctrica presentan grandes ventajas. Con este objetivo se realizaron estudios con modelos físicos y computacionales. En este artículo se presentan estos estudios y sus resultados.

Microturbinas

Las turbomáquinas son máquinas rotativas que permiten una transferencia energética entre un fluido y un rotor provisto de álabes o paletas, mientras el fluido pasa a través de ellos (Polo Encinas, 1976). El intercambio de energía mecánica y de fluido en una turbomáquina se verifica únicamente en el rotor. Los restantes órganos de la máquina por donde circula el fluido son simplemente conductos, o transformadores de una forma de energía que ya posee el fluido en otra.

El intercambio de energía se verifica por una acción mutua (acción y reacción) entre las paredes de los álabes y el fluido. La acción resultante del rotor sobre el fluido, será una fuerza, que su valor podrá calcularse mediante el "principio de la cantidad de movimiento". Calculada esta fuerza, y su momento con relación al eje de la máquina, el cálculo de la energía que recibe la máquina del fluido es inmediato (Mataix, 2009).

En general la situación tecnológica de las turbinas para micro-aprovechamientos, ya sean las convencionales o las no convencionales, tienen el inconveniente que sus diseños no responden a estudios meticulosos aplicados a estos pequeños aprovechamientos, dejando de lado o simplificando aspectos relacionados a la concepción del funcionamiento de la turbina que influyen sensiblemente en el diseño. Además no es común hacer análisis y estudios a pequeña escala ya que la micro-generación de energía se considera una actividad no rentable. Como resultado de esta situación se obtienen eficiencias menores a las obtenidas en comparación con las centrales de mayor tamaño.

Cada tipo de turbina solo puede trabajar con caudales comprendidos entre el nominal (para el que el rendimiento es máximo) y el mínimo técnico por debajo del cual no es estable (Fernández Mosconi, y otros, 2003).

Un caudal y una altura de salto definen un punto en el plano que reúne la, envolventes operacionales de cada tipo de turbina. Cualquier turbina dentro de cuya envolvente caiga dicho punto, podrá ser utilizada en el aprovechamiento en cuestión. La elección final será el resultado de un proceso iterativo, que balancee la producción anual de energía, el costo de adquisición y mantenimiento, y su fiabilidad.

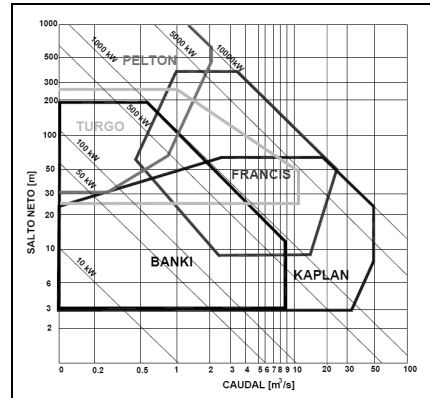


Figura 1-. Clasificación de las turbinas en función del salto (Fernández Mosconi, y otros, 2003).

La turbina hidráulica no convencional Michell-Banki (Turbina de flujo transversal), fue patentada George Maldon Michell en 1903; y Donat Banki de la Universidad Técnica de Budapest la desarrolló y difundió entre 1917 y 1919. La turbina fue posteriormente perfeccionada por la casa Osserberg de Baviera (Alemania Occidental), quienes desarrollaron el modelo Michell-Ossberger. Esta turbina puede describirse como de acción, de flujo transversal, de doble paso o efecto, de admisión parcial y de flujo radial centrípeto-centrífugo. Su característica principal es que un amplio chorro de agua de sección rectangular incide dos veces, cruzando por el interior del rotor, sobre los álabes. La diferencia fundamental respecto a otras turbinas es que no se reproduce deflexión axial del agua, la que se mueve sobre planos perpendiculares al eje del rotor (OLADE, 1985).

Las Michell-Banki se muestran competitivas con respecto a las de tecnologías convencionales (Pelton, Francis, Turgo y Hélice), destacándose por tener un menor costo y mayor facilidad en la fabricación e instalación y un gran rango de variación de caudales para un funcionamiento aceptable.

La turbina consta de dos elementos principales: un inyector y un rotor. El rotor está compuesto por dos discos paralelos a los cuales van unidos los álabes curvados en forma de arco circular (Fernández Mosconi, y otros, 2003).

El inyector posee una sección transversal rectangular que va unida a la tubería de aducción por una transición rectangular - circular. Este inyector es el que dirige el agua hacia el rotor a través de una sección que abarca una determinada cantidad de álabes del mismo, y que guía el agua para que entre al rotor con un ángulo determinado, obteniendo el mayor aprovechamiento de la energía.

La energía del agua es transferida al rotor en dos etapas, lo que también da a esta máquina el nombre de turbina de doble efecto, y de las cuales la primera entrega un promedio del 70% de la energía total transferida y la segunda alrededor del 30% restante. Finalmente, el agua es restituida mediante una descarga a presión atmosférica (grado de reacción igual a cero), como se muestra en la Figura 4 12 (ITDG_Group, 2006).

Modelo Matemático

La modelación computacional del flujo en el interior de turbinas Michell-Banki permite analizar y evaluar la incidencia del flujo en álabes para diferentes situaciones. A través de estos resultados se pueden plantear modificaciones en el diseño analizando la energía transferida por parte del fluido a la turbomáquina y su eficiencia hidráulica. Los resultados muestran que se puede obtener un incremento en la eficiencia, modificando el tamaño de los álabes para obtener la mayor eficiencia de la máquina.

Además se modeló matemáticamente el inyector para determinar la ubicación de los puntos donde se deberían poner instrumentos de medición de presiones en el inyector del modelo físico. El modelo mostró (Figura 2) que es más conveniente utilizar manómetros en un rango de 0 a 5 psi ubicados de manera que no coincida con el eje del rotor (eje del rotor coincide con el origen del modelo matemático).

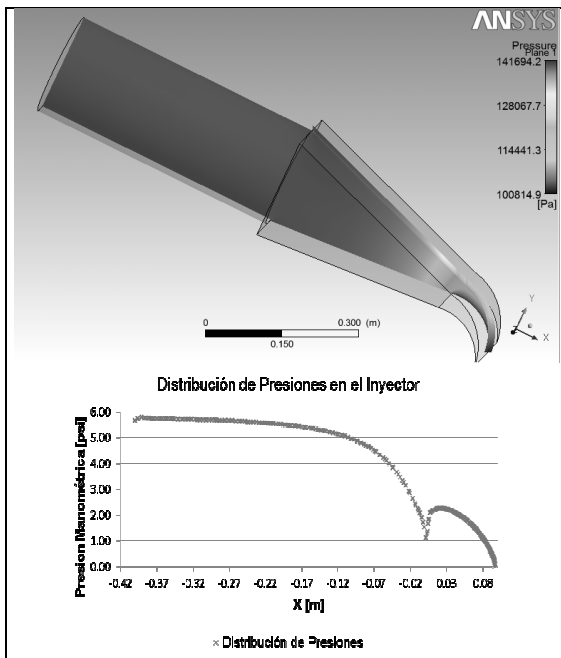


Figura 2-. Distribución de Presiones en el Interior del Inyector.

Modelo Físico

El modelo físico requirió el cálculo de los elementos y el diseño y maquinado de los mismos el cual se realizó completamente en Córdoba. Luego de finalizado el diseño mecánico se efectuaron los planos constructivos de los distintos subconjuntos.

Finalizados los trabajos de gabinete se realizó la construcción de los distintos elementos de la turbina para ello se emplearon una serie de máquinas herramientas como plegadoras, limadoras, fresadora, torno de control numérico, etc. La totalidad de las piezas que se encuentran en contacto directo con el agua (conjunto rotor inyector) se sometieron a un tratamiento superficial de zincado en caliente para prolongar su vida útil. Tanto el conjunto del rotor como el inyector fueron construidos en acero SAE 1020. Además para su instalación en el laboratorio fue necesario realizar los ajustes y piezas especiales que permitan adecuarla al sistema existente (Figura 3).

Conclusiones

El modelo matemático permite determinar las variables de

entrada al rotor de una turbina Michell-Banki y con ello de resolver los diagramas de velocidades que corresponden al diseño en estudio. Estos modelos se adaptaron a las modificaciones propuestas por el presente trabajo para evaluar la variación del comportamiento.

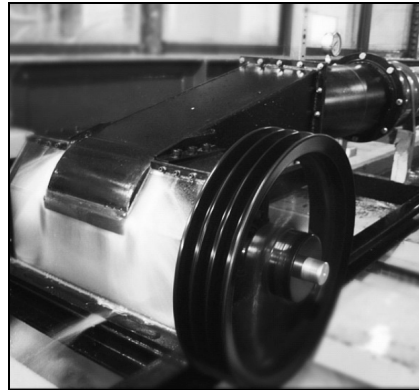


Figura 3-. Turbina Michell-Banki instalada en el Laboratorio de Hidráulica de la UNC.

La experimentación física se realizó de manera parcial registrando valores únicamente de presiones en la aducción de la turbina, por tal motivo se recomienda completar y ajustar las variables que no se midieron en la experimentación física. Continuar con la cuantificación de las variables es de gran importancia para realizar un estudio de similitud en la turbomáquina y así poder transpolar valores medidos en el modelo a otros posibles diseños geométricamente semejantes con mayores o menores dimensiones.

Los modelos físicos como el realizado e instalado en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Córdoba, permiten caracterizar las diferentes situaciones que se puedan presentar en los lugares donde se instalen y realizar investigaciones.

Este trabajo pretende colaborar en la búsqueda de soluciones energéticas limpias mostrando que se pueden desarrollar máquinas hidráulicas con mayor eficiencia, fáciles de construir y operar que pueda ser accesible a las comunidades que hoy se encuentran sin posibilidades de acceder a la electricidad. Sin lugar a dudas, como en muchas otras tecnologías alternativas de generación energética, hay mucho que hacer todavía al respecto para que la sociedad contemple las necesidades de las comunidades postergadas que no pueden acceder a la electricidad pero hacerlo de una manera ambientalmente sustentable

Referencias Bibliográficas

- Fernández Mosconi, J., Audisio, O. y Marchegiani, A. (2003). *Pequeñas Centrales Hidráulicas*. Neuquén, Argentina. Universidad Nacional del Comahue. Vol. Facultad de Ingeniería.
- ITDG Group, Intermediate Technology Development. (2006) Ficha Técnica Turbina Michell-Banki. Lima, Perú.
- Mataix, C. (2009). *Turbomáquinas Hidráulicas Turbinas Hidráulicas, Bombas y Ventiladores*. España: Comillas.
- OLADE. (1985). *Manual de Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas*. Bucaramanga, Colombia. Vol. Volumen 4 Equipos.
- Polo Encinas, M. (1976). *Turbomáquinas Hidráulicas*. México. LIMUSA.
- Reyna, T., Reyna S., Lábaque M., Riha C. y Giménez E. (2012). "Aplicaciones de Usos de Energías Renovables. Microturbinas de Generación Hidroeléctrica". *XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica*. San José. Costa Rica.