

DESARROLLOS DE PROTOTIPOS EN CAD PARA GENERACIÓN DE ENERGÍAS POR MÉTODOS ALTERNOS -TURBINAS PELTON

Pérez Romero Cindy Alejandra (1), Marmolejo correa Danahe (2).

1 Licenciatura en Ingeniería Química Petrolera, Universidad Popular de la Chontalpa | alejandracapr94@gmail.com

2 Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias en Ingeniería, Campus León, Universidad de Guanajuato | d.marmolejocorrea@ugto.mx

Resumen

En este trabajo se muestra el diseño de una turbina tipo Pelton modelada por medio del programa AutoCAD con el objetivo de ser implementada en zonas rurales donde la energía eléctrica presente deficiencias, y a su vez cuente con un recurso hídrico, así mismo se presentan los elementos básicos como son los alabes y el rodete que fueron dimensionados al finalizar este trabajo.

Abstract

This paper describes the design of a Pelton turbine modeled by the AutoCAD program with the goal of being implemented in rural areas, and count on water resource, also the basic elements are presented.

Palabras Clave

Hydraulic energy; turbomachine; Pelton turbine.

INTRODUCCIÓN

El petróleo es una de las fuentes de energía de mayor aporte en la actualidad, sin embargo investigaciones recientes concluyen que se encuentra en fase de extenuación, independientemente de esto es de vital importancia enfocarnos en otros recursos ya que con el uso continuo de este hidrocarburo se genera más daño al medio ambiente en pro de esto surge la química verde que busca la implementación de otros recursos como el agua, el sol e inclusive la biomasa a fin de reducir la dependencia al petróleo.

Una alternativa para generación de energía eléctrica, por métodos alternos es la que surge del aprovechamiento de la energía cinética y potencial en las caídas o corrientes de agua denomina energía hidráulica, sin embargo, este estudio en su mayoría ha privilegiado la macrogeneración de energía, no obstante es posible implementarlo a escalas inferiores llamándosele microgeneración la cual tiene como finalidad abastecer de energía eléctrica a pequeñas comunidades.

Energía hidráulica

La energía hidráulica presenta ventajas sobre la energía eólica o solar ya que se encuentra más concentrada, en su mayoría es continua y no requiere de ningún tipo de combustible, solo el mantenimiento, además posee una larga vida útil [1].

Para la generación de esta energía se requiere de un dispositivo capaz de modificar la energía del fluido que lo atraviesa, convirtiendo la energía hidráulica en energía mecánica, anteriormente este dispositivo se conocía como rueda hidráulica, en ella el agua intercambiaba energía con un dispositivo mecánico de revolución que gira alrededor de su eje de simetría; éste mecanismo llevaba una o varias ruedas, provistas de álabes, de forma que entre ellos existían unos espacios libres o canales, por los que circula el agua [2].

Las turbinas hidráulicas son el avance tecnológico de las ruedas hidráulicas, también llamadas turbomáquinas, existen turbomáquinas para macro y microgeneración de energía. También se pueden

clasificar como turbinas de acción o reacción, en las turbinas de acción toda la energía potencial del salto se transmite al rodete en forma de energía cinética y en las turbinas de reacción una parte de la energía potencial del agua se transforma en energía cinética y otra en energía de presión [3].

Ejemplos de la turbina de reacción que actualmente se utilicen son:

1. Las turbinas Francis: es fácilmente regulable y funciona a un elevado número de revoluciones; es el tipo más utilizado y se emplea para saltos medios desde 0.5 a 180 m con caudales altos.
2. Las turbinas Kaplan: en ellas las palas del rodete tiene forma de hélice, y se emplea para caudales relativamente altos y saltos de pequeña altura, obteniéndose con ella grandes rendimientos, siendo las palas orientables lo que implica paso variable.
3. Una de las turbinas de reacción más empleadas es el caso de la turbina Pelton, se emplea en su mayoría para grandes saltos y caudales relativamente bajos.

Como ya se ha mencionado, los desarrollos de turbinas han beneficiado en su mayoría casos de macrogeneración de energía a pesar de existir muchas caídas de agua que pueden ser aprovechadas para la obtención de energía. El funcionamiento eficiente de una central de macro o microgeneración depende del empleo de la maquina adecuada, y de la capacidad de que la energía existente en el agua que fluye o en el agua almacenada en un nivel apropiado pueda convertirse en energía mecánica [1].

Turbinas Pelton

Para casos de microgeneración las turbinas Pelton presentan un alto rendimiento en condiciones desfavorables, esto es para caudales significativamente menores que el caudal del diseño. Las turbinas Pelton fueron creadas y patentadas en 1889 por el norteamericano Lester Allan Pelton, esta es la única turbina capaz de funcionar con alturas de hasta 1.7 metros. Su funcionamiento consiste en la caída del agua sobre sus alabes, propiciando con este el giro del rodete [4].

La turbinas Pelton y de flujo cruzado se han convertido en las turbinas más utilizadas para la generación en pequeñas localidades debido a que

presenta mejor tolerancia a las partículas que pueda traer el flujo, un fácil acceso a la turbina, es fácil de fabricar y mantener, y brinda buena eficiencia a distintas ponderaciones del caudal [2].

El funcionamiento básico de estas turbinas se basa en que la energía potencial gravitatoria del agua se transforma en energía cinética. Tal energía puede transformarse en trabajo cuando el agua golpea un objeto tal que la dirección del flujo del agua cambie y el objeto se mueva como resultado de la acción del agua. La magnitud de la dirección del agua se reduce debido a la fricción que se presenta por el flujo del agua a través de la superficie del objeto, y la energía entregada por el agua se transforma también en trabajo útil [2].

- *Elementos de una turbina Pelton*

Los elementos de una turbina Pelton son esencialmente los siguientes:

Distribuidor: Básicamente es una cámara de distribución que tiene como misión conducir el agua. Cuenta con un sistema de regulación, el cual regula el caudal que ha de fluir hacia el rodete; un inyector que tiene como propósito dirigir y regular el chorro de agua hacia el rodete este mismo se compone de otros elementos como una tobera, aguja, deflector y un regulador de velocidad [1].

Rodete: es la pieza clave donde se lleva a cabo la transformación de la energía cinética en energía mecánica, dicho de otra forma se transforma en trabajo al girar la rueda. El rodete se compone de una rueda motriz, que se encuentra unida al eje; los alabes pueden ser piezas independientes o constituir una sola pieza unida al disco, están diseñadas para recibir el empuje directo del chorro del agua [1].

Eje: este se encuentra unido al rodete y situado adecuadamente sobre los cojinetes, este transmite el movimiento de rotación al eje del alternador [5].

Sistema de Frenado: con este se pueden proyectar uno o varios contra-chorros incidiendo en la parte convexa de los alabes, favoreciendo el frenado del rodete [2].

Carcasa: es la envoltura mecánica que cubre el rodete inyectores y demás elementos de la turbina, su misión es evita que salpique al exterior [2].

Cámara de Descarga: es la zona por donde cae el agua libremente hacia el desagüe después de haber movido el rodete [1].

Blindaje protege la infraestructura contra el efecto destructor del chorro desviado [1].

Destructor de Energía: tiene la misma finalidad que el blindaje [1].

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del diseño y modelado se utilizó el programa de AutoCAD versión 2014.

Se toma como referencia

Altura (H) de 1.500 m

Revoluciones por minuto (ns) = 72 rev

La determinación del área se considera en base temporadas de abundancia y escases de lluvia (Imagen 1 y 2).

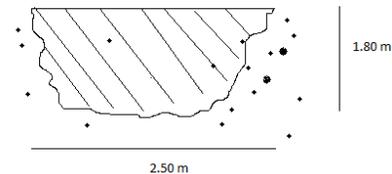


IMAGEN 1: Área de temporada de lluvia.

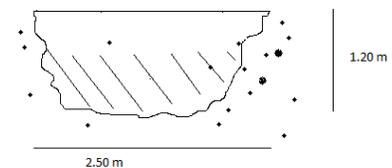


IMAGEN 2: Área de escasas de lluvia.

$$\dot{A}_{prom} = (A_1 + A_2)/2$$

Se determinó la velocidad promedio en base a ambas temporadas

$$V = d/t$$

$$V_{prom} = (V_1 + V_2)/2$$

Calculo del caudal

$$Q = (\dot{A}_{prom}) (V_{prom})$$

Ecuaciones para determinar el diámetro de la rueda

1. $(n) = (n_s * H^{3/4}) / (3.6500 * Q^{1/2})$
2. $V_1 = C \sqrt{2 * g * H}$
3. $U = \emptyset * V_1$
4. $Q_T = Q / \text{núm. De toberas}$
5. $A_{ch} = Q_T / V_1$
6. $d_{ch} = \sqrt{4 A_{ch} / \pi}$
7. $D_m = (60 * U) / (\pi * n)$

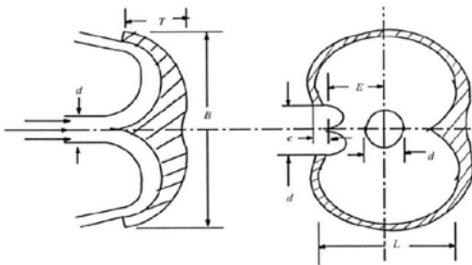


IMAGEN 3: Esquema del alabe Pelton [2].

Ecuaciones para las dimensiones de los alabes (imagen 4)

8. $B = (2.60 \text{ a } 3) (d_{ch})$
9. $L = (2.25 \text{ a } 2.80) (d_{ch})$
10. $T = (0.80 \text{ a } 1.00) (d_{ch})$
11. $e = (0.85) (d_{ch})$
12. $D = (1.20 \text{ a } 1.25) (d_{ch})$

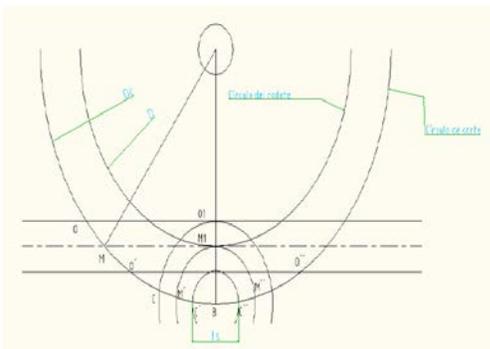


Imagen 4: Diagrama para cálculo del número de alabes [2].

Ecuaciones empleadas para el número de alabes

13. $D_C = D_m + (2.4 - 2.8) d_{ch}$
14. $R_{C1} = D_m / 2 + d_{ch} / 2$
15. $\alpha = \cos^{-1} R_{C1} / (D_C / 2)$
16. $CC_1 = D_C / 2 \sin \alpha$
17. $CC' = CC_1 (U / V_1)$
18. $CB = D_C / 2 (\alpha / 180^\circ * \pi)$
19. $t_s = D_m (CB - CC')$
20. $P = (0.65 - 0.85) t_s$
21. $Z = (\pi * D_C) / P$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los siguientes datos para las variables mencionadas a continuación:

$$\dot{A}_{prom} = 3.75 \text{ m}^2$$

$$V_{prom} = 0.85 \text{ m/s}$$

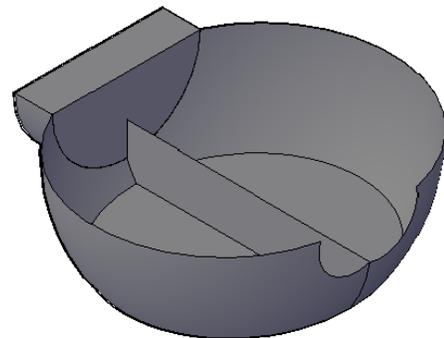
$$\text{Caudal (Q)} = 3.4500 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la rueda (D_m) resulto de 3.2228 m

Las dimensiones en los alabes se muestran en la tabla 1:

TABLA 1: Dimensión del alabe.

B=118.768 cm
L= 102.780 cm
T= 36.544 cm
e= 38.828 cm
D= 54.812 cm



IIIMAGEN 5: Diseño en AUTOCAD de un alabe.

Para el cálculo en las dimensiones de los alabes, el diámetro de chorro se hace un parámetro dependiente del número del número de toberas a utilizar.

El número de alabes de acuerdo al diámetro de la rueda será de 9.

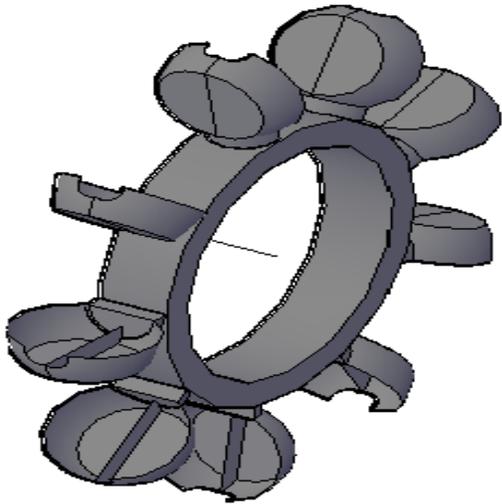


Imagen 6: Diseño del rodete y turbina en AUTOCAD.

Como parte de las investigaciones a futuro se recomienda ampliar la información en las dimensiones del eje, y el inyector, así como un almacenador de energía, por otra parte se puede hacer un análisis de los parámetros a considerar para que una turbina funcione con un caudal sin altura y calcular el voltaje que pueda generar.

CONCLUSIONES

El funcionamiento de esta turbina se dará de manera tangencial debido a que el diámetro del rodete es de 3 metros.

Debido a que en México existen muchas caídas de agua a partir del diseño de este rodete se puede realizar otros para la implementación en ríos o pequeñas cascadas, generando ganancias sociales y ambientales, además de que la elaboración de este se puede realizar con diversos materiales, resultando económicos.

A consecuencia de la existencia de múltiples caídas de agua con alturas pequeñas es posible

un rediseño en la forma de los alabes para su uso en pequeños caudales.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres el señor Silverio Pérez, la señora Laura Romero Rodríguez y mis hermanos por el apoyo moral y financiero con el cual se hizo posible esta estancia de investigación.

A la universidad Popular de la Chontalpa y mis maestros miembros de esta misma universidad por estimularme a participar en este verano de investigación especialmente a la Dra. Gloria Ivette Bolio López por su constante apoyo y dedicación conmigo.

Agradezco el apoyo del estudiante Luz Roberto Palacios por su valioso aporte en el diseño de la turbina.

A mi investigadora la Dra. Danahe Marmolejo Correa al aceptarme para colaborar con ella en este tema de investigación.

Finalmente agradezco a la universidad de Guanajuato por acogerme como miembro de su casa de estudios.

REFERENCIAS

- [1] Ferrada L. (2012) *Diseño de rodete de turbina hidráulica para microgeneración*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- [2] Orozco G. (2011). *Diseño construcción de un prototipo de turbina para generación de energía eléctrica en una microplanta*. Tesis de maestría no publicada, Instituto Politécnico Nacional, Zacatenco México.
- [3] Maldonado F (2005). *Diseño de una turbina de río para la generación de electricidad en el distrito de Mazan- Región Loreto*. Tesis de licenciatura no publicada, universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú.
- [4] García Gutierrez H (2013) Selección y dimensionamiento de turbinas hidráulicas para centrales hidroeléctricas, México Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería