UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Licenciatura: **Ingeniería mecánica**.

Nombre del Proyecto de Integración (PI):

DISEÑO Y ANÁLISIS POR SIMULACIÓN CFD DE UNA TURBINA HIDRÁULICA TIPO WANKEL.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Segunda.

Trimestre Lectivo: 22-P.

Datos del Alumno:

Luis Angel Torreblanca Villanueva.

Matricula: 2162002086.

Correo: al2162002086@azc.uam.mx

_____

Firma.

Datos del (los) asesor(es) y del co-asesor o jefe directo.

Dr. Jorge Ramírez Muñoz.

Categoría: Titular.

Departamento de energías.

Correo: jrm@azc.uam.mx

Número: 552213729

_____

Firma.

Dr. Valaur Ekbalam.

Categoría: Asociado.

Departamento de Procesos y Tecnología. UAM-C.

Correo: vmarquez@cua.uam.mx

Número: 9611316559

_____

Firma.

Dr. Homero Jiménez Rabiela.

Categoría: Asociado.

Departamento de energías.

Correo: hjr@azc.uam.mx

Número: 5585509679

_____

Firma.

Ciudad de México, 20 de septiembre de 2022.

1.- Introducción

La utilización de la energía cinética (Ec = ½ mv^2) y potencial (Ep = $m\ g\ \Delta h$) del agua data de muchos siglos. Fue utilizada por los romanos y griegos, quienes construyeron ruedas hidráulicas para molinos. Se sabe, sin embargo, que hace ya más de tres mil años los egipcios ya la utilizaban con fines de riego.

La siguiente aplicación de la energía del agua es en la generación de electricidad, aprovechando lo que se conoce como saltos de agua. Esta aplicación es un tanto compleja, tal y como la conocemos hoy en día. La energía hidroeléctrica obtiene un gran desarrollo gracias a la genialidad del Ing. Civil Johns Smeathon [1] quien fue el primero en construir grandes ruedas hidráulicas de hierro fundido, como la que muestra en la Figura 1.

Figura 1. Rueda de agua en Hama, Siría.

En este proyecto se propone una turbina hidráulica basada en diseño de un motor Wankel. La cuál hará la función de transmitir la energía cinética generada por una corriente de agua en energía mecánica, que provoca el giro de un eje de un generador eléctrico y de esta forma se obtendrá energía eléctrica. Y su relación de giro del eje respecto al rotor es de tres a uno, así que sería potencialmente más rápida que las turbinas convencionales.

Como meta se pretende obtener un diseño de turbina hidráulica tipo Wankel junto con todos sus planos y cálculos para una futura fabricación, así como también se realizará una simulación a diferentes alturas y caudales, se registrarán y analizarán los datos obtenidos de la simulación basada en dinámica de fluidos computacional (CFD) y se comparará la turbina Wankel con las demás turbinas hidráulicas comerciales.

2.- Antecedentes

En el año de 1934, Wankel diseño su primer motor rotativo, el cual consistía en dos rotores y dos contra rotores como se puede observar en la Figura 2, en un lado se realizaban los ciclos de admisión y compresión y por el otro lado el ciclo de expansión y escape. Este diseño que patento en 1934 tenía un funcionamiento muy complejo, pero fue la base para los futuros diseños. Este diseño rotatorio que está descrito por la curva peritrocoide, servirá como base para el proyecto de la turbina Wankel.

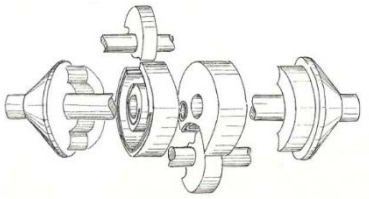

Figura 2. Máquina rotativa Wankel 1934.

En junio del año 2016 se presentó un trabajo final de grado: "Estudio y análisis de un motor Wankel"[4], que realizó el alumno Axel Pairó Manero y el profesor Jesús Maria Petreñas Ranedo. Este trabajo servirá para analizar las curvas paramétricas que caracterizan la trayectoria oscilatoria y rotacional del motor Wankel.

En julio del año 2021 se realizó el trabajo de grado. "Estudio y mejora de un motor Wankel"[1], realizado por el alumno Hamza El Bahja Boukhari y el profesor Jose Juan De Felipe Blanch de la Universidad Politécnica de Cataluña. Siguiendo las consideraciones planteadas en este trabajo, servirá para obtener un diseño propio de la turbina Wankel.

En el 2015 en Lima-Perú se publicó el trabajo de tesis: "Análisis y simulación fluidodinámica del fenómeno de cavitación en una turbina Francis" [5], que realizó el alumno Roberto Luis Zegarra Velasquez. Este trabajo servirá para caracterizar y comparar los resultados obtenidos en la simulación por CFD de la turbina hidráulica Wankel con una turbina hidráulica del mercado como es la Francis.

Funcionamiento de turbina Wankel

Ésta turbina tendrá el mismo mecanismo que un motor Wankel, que en su diseño ya resolvió los problemas de vibración y balanceo que este presentaba inicialmente. Con la diferencia que el rotor del motor será utilizado como una turbina, tal como se muestra en la Figura 3. La turbina será impulsada por un caudal que hará girar el rotor junto con el eje, transmitiendo la energía cinética del caudal a energía mecánica en el eje, que a su vez transmitirá la energía mecánica a un transformador para después ser convertida a energía eléctrica. Incluso se pueden presentar mejoras en el diseño superficial del rotor para favorecer el giro de la turbina.

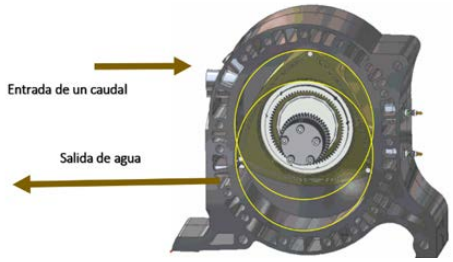

Figura 3. Interpretación de turbina desde un motor Wankel.

3.- Justificación

EL diseño de motor Wankel aún no han sido explorado en aplicaciones hidráulicas para la generación eléctrica. Su implementación puede ser una alternativa interesante ya que su condición de funcionamiento permite que mientras la turbina da una revolución, el eje de la turbina da 3 revoluciones, esto implica que potencialmente este modelo de turbina hidráulica puede triplicar la producción de energía eléctrica si la comparamos con una turbina convencional de dimensiones similares, además el diseño compacto hace que su fabricación sea menos costosa. Cuando hablamos de energías renovables, al contar con más opciones de este tipo de tecnologías, las personas cada vez optarán más por declinarse a las energías limpias. Por lo tanto, este proyecto trabaja puntualmente en mejorar el aprovechamiento de la energía.

4.- Objetivos

Objetivos generales

Diseñar una turbina hidráulica tipo Wankel para la generación de energía eléctrica y caracterizar su desempeño empleando simulación CFD.

Objetivos particulares

- Proponer un diseño de turbina tipo Wankel para aplicaciones hidráulicas de generación de energía.
- Desarrollar un modelo computacional para turbina propuesta.
- Realizar pruebas numéricas para determinar la eficiencia de la turbina.
- Establecer un mecanismo de engranaje para la trasmisión del torque.

5. Descripción técnica

Características de la turbina Wankel:

- Rango de caída: de hasta aproximadamente 300 m.
- Potencia hasta aproximadamente 35.000 kW.
- Dimensiones:
  Rotor: Leva de anchura constante de 1 m.
  Camisa: Ancho= 2m, Alto 1.50m.
  Diámetro del eje: 0.4m
- Rodamientos propios de la turbina y montaje del rodete en el eje del generador y rotor.
- Cojinetes generalmente dimensionados para una vida útil muy por encima de 100.000 horas de operación.
- Rodete fabricado de acero inoxidable

6.- Normatividad

Norma-020-stps-2011. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas – Funcionamiento – Condiciones de seguridad. Se someterá a presión la turbina dentro de una cabina de seguridad y es esencial el uso de esta norma.

NMX-J-075/1-ANCE-1994. Aparatos Eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna del tipo rotor en cortocircuito en potencias de 0.062 KW a 373 KW. Especificaciones. Por la forma de turbina al ser al mismo tiempo un rotor y por el transformador de energía que se integra, es indispensable el uso de esta norma.

NRF-080-CFE-2009. Sistema de desagüe y achique para centrales hidroeléctricas. Por la naturalidad del proyecto y la aplicación a la que este se intenciona, es muy importante considerar esa norma.

7.- Cronograma de actividades

Se solicita autorización a la UEA.

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 22-P	**Semanas**										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**11**	**12**
1	Diseño de la geometría de la turbina	**x**	**X**									
2	Elaboración de las mallas computacionales		**x**	**X**								
3	Simulación del flujo				**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**		
4	Análisis de resultados										**x**	**X**
5	Redacción del reporte									**x**	**x**	**X**

8.- Entregables

- ✓ Reporte final.
- ✓ Planos de la turbina.
- ✓ Planos del acoplamiento.
- ✓ Resultados obtenidos de la simulación.

9.- Referencias bibliográficas.

[1] Hamza El Bahja Boukhari, 2021, “Estudio y mejora de un motor Wankel”, Ph.D. Tesis de grado, Facultad de ingeniería - Universidad Politécnica de Cataluña · Barcelona Tech – UPC.

[2] Curso de maquinas mecánicas: Tema 3 motores de combustión, recuperado el 20 de octubre de 2022, de: http://www.portalelectromecanico.org/CURSOS/MotoresCombustion/motor_rotativo_wankel.html

[3] Ing. Carlos E. Flores R, recuperado el 20 de octubre de 2022, “Oleodinámica: potencia hidráulica, motor de la industria. parte 1”, Ph.D. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar.

[4] Axel Pairó Manero, 2016, “Estudio, diseño y análisis de un motor Wankel”, Ph.D. Tesis de grado, Facultad de ingeniería - Universidad Politécnica de Cataluña · Barcelona Tech – UPC.

[5] Roberto Luis Zegarra Velasquez, 2015, “Análisis y simulación fluidodinámica del fenómeno de cavitación en una turbina Francis”, Ph.D. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima – Perú.

10. Terminología

No es necesario.

11. Infraestructura

Se cuanta con el equipo de cómputo y licencias software necesarias.

12. Asesoría complementaria

No es necesario.

13. Publicación o difusión de los resultados.

No se tiene la intención de publicar.

SIIM: PPI-046-22-PT-LUIS_ANGEL_TORREBLANCA_VILLANUEVA_E3

COMENTARIO DEL CEIM		**ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI**	
Pág.	Copiar íntegro el comentario del CEIM.	Pág.	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado.
1	Faltan los teléfonos de los asesores y coasesores.	1	Se corrigieron todas las faltas indicadas.
2	Limitar la introducción a una cuartilla.	2	Se ajusto la introducción a una cuartilla
4	¿Qué aporta la fotografía a la propuesta?	3	Se retiró la fotografía y se incluyeron trabajos similares a nivel licenciatura.
8	Falta especificar la UEA para la que se solicita autorización.	6	Se agregó la solicitud de autorización de UEA.