Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

División de ciencias básicas e ingeniería.

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño y construcción de un banco de pruebas automatizado para una bomba de paletas de vacío modelo BV1E-1350, de la marca ICE SHADOW (PARTS & TOOLS)

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 22P

Datos del Alumno

Nombre: Luna Reyes Ana Gabriela

Matricula: 2163033969

Teléfono: 5611655952

Correo electrónico: al2163033969@azc.uam.mx

Firma

Datos del asesor

Nombre: Dr. José Luis Ramírez Cruz

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 53189068

Correo: rcjl@azc.uam.mx

Firma

Datos del Co-asesor

Nombre: M. en I. Pedro García Segura

Categoría: Asistente

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 53189072

Correo: pegase@azc.uam.mx

Firma

Fecha: 21/09/2022

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Luna Reyes Ana Gabriela

Dr. José Luis Ramírez Cruz

M. en I. Pedro García Segura

1. Introducción.

La bomba de vacío es un equipo mecánico diseñado para extraer gases o líquidos del interior de recipientes o sistemas, mediante el tránsito de los gases o fluidos que contiene. Este flujo genera una diferencia de medida con relación a la presión atmosférica o con referencia a un punto de trabajo concreto. Esto permite mantener presiones menores a la atmosférica en aplicaciones que lo requieran [1].

Muchas bombas de vacío de paletas también incluyen una válvula de entrada como elemento de seguridad.

Al realizar una fase de vacío, es necesario determinar algunos parámetros que se detecten en la bomba y es fundamental que sean lo más precisos posibles, dicha fase induce al vaciado del máximo de moléculas de un gas o un líquido de un recipiente, para lo que requiere generar una diferencia de presión con otro contiguo. La región que queda vacía (aunque es imposible que quede totalmente vacía de moléculas) es la región de baja presión, y la que acumula más moléculas es la región de alta presión [2].

En el presente proyecto tecnológico se propone el diseño y construcción de un banco de pruebas para una bomba de vacío de paletas, el cual permitirá detectar lecturas de presión, humedad y variación de temperatura cuando se realiza un proceso de vacío en la bomba.

2. Antecedentes.

En el 2019 Dantong Li, Zhilong He *, Chuang Wang, Shizhong Sun, Kai Ma, Ziwen Xing, profesores del Departamento de Ingeniería de Compresores en la Escuela de Ingeniería de Energía y Potencia, Universidad de Xi'an Jiaotong presentaron un artículo de investigación “Simulación de bombas de vacío de tornillo seco basada en un modelo de cámara y una red de resistencia térmica” [3], en dicho artículo se analizó un método de simulación basado en el modelo de cámara y el método de red de resistencia térmica.

Finalmente, los resultados simulados se discutieron para revelar la temperatura del gas, la deformación del componente y el proceso de fuga en las bombas de vacío de tornillo seco. Este trabajo se puede tomar como base para el diseño de un banco de pruebas y aproximar la temperatura que puede presentar la bomba en un proceso de vacío.

En 2017 Svichkar E.V., Nikulin N.K., Klyucharov V.S., y Demikhov K.E. del Departamento de Tecnología de vacío y compresores BMSTU, ul. Baumanskaya realizaron un estudio que describe el principio de funcionamiento de un nuevo tipo de bombas de vacío, la “Bomba de vacío molecular-viscosa (MVVP)” [4], que permite la evacuación de sistemas de vacío en un amplio rango de presión. La comparación de la bomba de vacío desarrollada con las bombas de dos rotores y la bomba de vórtice con los mismos parámetros geométricos permite concluir el funcionamiento cualitativo de la bomba y los mayores parámetros de evacuación en el rango de presión estudiado. Este trabajo sirve de apoyo para el diseño de un banco de pruebas para una bomba de paletas de vacío, ya que el

nuevo proceso de vacío que se menciona se puede considerar para aplicarlo con la bomba que se va a trabajar.

En 2002 Edgar Saavedra Fuentes Estudiante de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco presento el Proyecto Terminal “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICO PARA BOMBAS CENTRIFUGAS” [5], en dicho proyecto se realizó la investigación, diseño y evaluación de un banco de pruebas hidráulico para bombas centrífugas; la información recopilada tuvo por objetivo presentar los requerimientos necesarios y por norma para la instalación de una bomba centrífuga, las variables físicas involucradas en el funcionamiento y los componentes que integraran el sistema.

Del resultado de la experimentación, se lograron calcular especificaciones importantes de la bomba como es: el gasto máximo, la eficiencia real y la carga máxima, también se obtuvieron de forma gráfica las curvas características, las variaciones entre las mismas cuando se modificaron los parámetros de funcionamiento, lográndose diferenciar en que rangos existió en mayor grado la cavitación, y como influyó en el funcionamiento. Este proyecto se puede tomar como sustento para analizar el comportamiento de las variables detectadas de un banco de pruebas para una bomba de paletas de vacío debido a que al generarse un proceso de vacío también puede existir cavitación.

3. Justificación

Las bombas de vacío de paletas rotativas, son dispositivos en las que dependiendo su uso, el rendimiento de estas puede disminuir en caso de no brindarles un mantenimiento planeado y programado, los problemas identificados en dicha disminución son: el sobrecalentamiento de la bomba, el consumo excesivo de aceite debido a las fugas en los sellos, la perdida de presión en el sistema, lo que provoca una alta retención de humedad en la bomba debido al uso excesivo de servicios o por la cantidad de humedad que puede tener el sistema al que se le hace vacío. Cabe mencionar que son pocos los bancos de pruebas para el tipo de bomba que se menciona en este proyecto por lo que los vuelven costosos, es decir, un banco de pruebas de tipo manual y limitado en mediciones llega a tener un costo de $10,000.

Con base a lo mencionado anteriormente surge la necesidad de manufacturar un banco de pruebas que permita en un proyecto a futuro de investigación, caracterizar el rendimiento de la bomba. Para el diseño y la construcción del banco de pruebas se manufacturará una base que permita montar el sistema electrónico. Además, con el fin de generar vacío se empleará un sistema de refrigeración al cual se le implementaran sensores con el fin de medir la presión, la humedad y la variación de temperatura en la bomba.

4. Objetivos

Objetivo general:

- Diseñar y construir un banco de pruebas automatizado para una bomba de paletas de vacío modelo BV1E-1350, de la marca ICE SHADOW (PARTS & TOOLS) con el fin de determinar la presión, la humedad y la variación de temperatura en la bomba.

Objetivos particulares:

- Diseñar una estructura de banco de pruebas que soporte un peso de aproximadamente 50N y sus dimensiones sean de 400mmx150mmx200mm
- Construir el banco de pruebas.
- Diseñar y construir el sistema electrónico para la adquisición de datos de las variables.
- Evaluar el funcionamiento del sistema del banco de pruebas para la bomba de paletas de vacío.

5. Descripción Técnica.

Dimensiones aproximadas de la estructura del banco de pruebas:

Peso para soportar: hasta 5 kg

Material: Acero 1018

Longitud: 400mm

Altura: 150mmm

Ancho: 200mm

Especificaciones del control electrónico:

Tarjeta de adquisición de Datos: Arduino

Detectores de señales de Presión y humedad: Sensores DHT11 Y DHT22

Detectores de señales de Presión y vacío: Sensores de vacío y presión VS

Con el diseño se pretende facilitar el uso del banco de pruebas; por ser un instrumento didáctico, se instalarán componentes fabricados con materiales que alarguen la vida útil del banco.

6. Normatividad.

UNE-EN 1012-1:201. Compresores y bombas de vacío - Requisitos de seguridad [6].

ANSI/HI 3.6 Esta norma reconoce varios niveles de prueba de rendimiento diseñados para permitir una selección razonable de pruebas, tolerancias y requisitos de precisión apropiados para la aplicación y las necesidades del cliente. La norma incluye terminología, instrumentación, procedimientos de prueba, entre otros [7].

API STD 676. Esta norma hace referencia a los requerimientos técnicos de las bombas rotativas industriales de desplazamiento positivo, los procesos y unidades (bombas) que se usan en la industria petroquímica y del gas. La norma además cuenta con información anexa donde especifica el uso, aplicaciones y contraindicaciones del funcionamiento de las bombas [8].

ASME PTC 8.2. Esta norma de la asociación americana de ingenieros mecánicos da las directrices para la realización y presentación de ensayos en bombas de agua de flujo axial. Describe los mecanismos para determinar: (a) presión máxima de descarga; (b) caudal; (c) potencia; (d) eficiencia y (e) los requisitos de altura de succión positiva neta de la bomba [9].

7. Cronograma de Actividades.

La UEA para que se solicita autorización.

- Proyecto de Integración en ingeniería Mecánica I.

		SEMANA											
	Actividades Trimestre 22-O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Buscar información respecto al tema sobre el funcionamiento de la bomba	X	X	X	X								
2	Proponer alternativas de diseño				X	X							
3	Seleccionar la mejor opción						X						
4	Diseñar la estructura del banco de pruebas en software (inventor)							X	X	X	X	X	X

		SEMANA											
	Actividades Trimestre 23-I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Obtener costos del material a utilizar	X	X										
2	Comprar el material			X	X								
3	Construir el banco de pruebas y montar sistema electrónico					X	X	X	X	X			
4	Evaluar el funcionamiento del sistema del banco de pruebas para la bomba de paletas de vacío								X	X	X		
5	Redactar y entregar el reporte final de Proyecto de Integración							X	X	X	X	X	X

8. Entregables.

Los resultados al finalizar el proyecto son:

- Reporte final de Proyecto de Integración
- Planos de fabricación y ensamble de la estructura
- Banco de Pruebas físico

9. Bibliografía.

[1] Jack P.H. y Walter J. G., 1990 *Métodos Experimentales para Ingenieros*, McGraw-Hill, pp. 317-324.

[2] Sirohi, R. S. y Radha Krishna, H. C., 1989, *Mediciones Mecánicas*, Limusa, México, p. 145.

[3] Dantong L., Zhilong H., Chuang W., Shizhong S., Kai M., Ziwen X., 2019, “Simulación de bombas de vacío de tornillo seco basada en un modelo de cámara y una red de resistencia térmica”, Escuela de Ingeniería de Energía y Potencia, Universidad de Xi'an Jiaotong.

[4] Svichkar E.V., Nikulin N.K., Klyucharov V.S., y Demikhov K.E., 2017, “Bomba de vacío molecular-viscosa (MVVP)”, Departamento de Tecnología de vacío y compresores BMSTU, ul. Baumanskaya.

[5] Edgar S. F. ,2002, “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICO PARA BOMBAS CENTRIFUGAS”, proyecto terminal, Ciencias básicas e ingenieria, Universidad Autónoma Metropolitana.

[6] Normalización Española UNE, 2011, “EN 1012-1, Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad.”, de https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0046934

[7] Instituto Nacional Estadounidense de Estándares ANSI, 2010, “ANSI/HI 3.6, Rotary Pump Tests”, de https://webstore.ansi.org/Standards/HI/ansihi2010-1396308

[8] American Pretroleum Institute, 2022, “API STD 676, Positive Displacement Pumps—Rotary”, de https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=API%20STD%20676&item_s_key=00010674

[9] The American Society of Mechanical Engineers ASME, 1990, “ASME PTC 8.2, Centrifugal Pumps” de https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASME%20PTC%208%2E2&item_s_key=00011950

10. Terminología.

No aplica

11. Infraestructura.

- Taller mecánico
- Centro de cómputo

12. Asesoría complementaria.

No Aplica

13. Publicación o difusión de los resultados.

No Aplica¨

Pag.	Comentario del CEIM	Pag.	Acción realizada en la PPI
1,3,4,5,8	Faltas de ortografía.	1,3,4,5,8	Se corrigieron todas las faltas de ortografía indicadas.
3	En Introducción corregir la redacción del párrafo 4.	3	Se modificó la redacción en el párrafo 4.
4	¿Por qué, qué es lo relevante de cada trabajo?	4	Se mejoró la redacción de cada antecedente para indicar la importancia y porque puede servir de apoyo para el proyecto.
4	En la justificación, ¿Existen bancos de pruebas comerciales o de laboratorio para este tipo de bombas?, ¿Por qué es necesario hacer un banco de pruebas?, no queda clara la justificación.	4	Se modificó la redacción para expresar de forma más clara la Justificación del proyecto. Además, en el segundo párrafo se expresa que permitirá en un proyecto a futuro de investigación, caracterizar el rendimiento de la bomba.
4	¿Es correcta la expresión? “además utilizará un sistema de refrigeración con el fin de generar vacío”	4	Se corrigió la redacción del segundo párrafo de la Justificación.
5	Especificar a que se refiere el diseño de la estructura en el primer objetivo particular.	5	Se agregaron las dimensiones para especificar la estructura del diseño.
5	Sustituir la palabra “control” por “sistema” en el tercer objetivo particular.	5	Se sustituyó la palabra “control” por “sistema” en el tercer objetivo particular.
5	Revisar la redacción del último párrafo de la descripción técnica.	5	Se modificó la redacción del párrafo indicado.
6	Norma ANSI/HI 14.6 ¿Y porque es necesario mencionarla?	6	Se eliminó la norma dado que se verificó que no aplica para este proyecto.

6	Especificar la UEA para la que se solicita autorización.	6	Se agregó la UEA “Proyecto de Integración en ingeniería Mecánica I”.
6	En el cronograma de actividades del trimestre 22-O especificar la información que se requiere buscar.	6	Se indicó que la información es sobre el funcionamiento de la bomba.
6	En la actividad 4 del cronograma de actividades del trimestre 22-O hay que especificar qué es lo que se va a calcular.	6	Se elimina la actividad dado que el peso es mínimo y por ello no es necesario realizar cálculos de esfuerzo a la base.
7	Cambiar la palabra “control” de la actividad 3 del cronograma de actividades del trimestre 23-I.	7	Se sustituyó por la palabra “sistema”.
7	Modificar la actividad 5 del cronograma de actividades del trimestre 23-I.	7	Se especificó que se realizará la redacción y entrega del reporte final.
7	Modificar la redacción del segundo entregable.	7	Se indicó que uno de los entregables será los “Planos de fabricación y ensamble de la estructura”.
8	La bibliografía no cumple con el formato ASME.	8	Se modificó la redacción de la bibliografía al formato ASME.