

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR DE 1HP DE CAPACIDAD QUE USA REFRIGERANTE R404A, CON VARIACIÓN DEL MEDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL EVAPORADOR Y DEL CONTROL DE FLUJO DE REFRIGERANTE PARA EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA DEL D.E.C.E.M.”**

César Zambrano

Juan Martínez

**RESUMEN**

Actualmente en el proceso de enseñanza – aprendizaje, es necesario En la actualidad es necesario en el proceso de enseñanza – aprendizaje proporcionar al estudiante universitario equipos de tecnología adecuada que permitan desarrollar ciertas pruebas dentro de un ambiente de desarrollo (controlado), evitando los riesgos que conllevan las pruebas dentro de un ambiente de producción; lo cual el estudiante puede complementar su aprendizaje y estar preparado para afrontar la problemática inherente al montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas.

Lo anteriormente expuesto, sirvió de iniciativa para

En base a esto se ha tomado la iniciativa de contribuir con el desarrollo tecnológico del Laboratorio de Conversión de Energía del DECEM, a través de un banco de pruebas, el cual se basa, de un sistema de refrigeración por compresión de vapor con variación del medio de transferencia de calor en el evaporador y control de flujo de refrigerante, que ya posee el laboratorio; ya que este nos permite generar un análisis integral sobre los procesos del ciclo de refrigeración por compresión de vapor y los respectivos cálculos de las variaciones de rendimiento según las condiciones de funcionamiento.

La construcción del banco de pruebas facilita al estudiante el acceso Todo esto con el fin de que el estudiante pueda acceder a realizar prácticas en el laboratorio utilizando un sistema de refrigeración por compresión de vapor con variación del medio de transferencia de calor en el evaporador y control de flujo de refrigerante; lo cual le permitirá al estudiante analizar las diversas situaciones que se presentan en la práctica en lo que tiene que ver con la operación y mantenimiento de las unidades de refrigeración, con lo cual podrá complementar su aprendizaje y de ser el caso poder resolver los problemas que se le presenten sin ningún inconveniente.

La primera etapa desarrolla tanto el estudio y diseño del banco de pruebas. La segunda etapa consiste en la construcción y montaje de los componentes, instrumento y equipos que componen el banco de pruebas, la tercera etapa consiste en realizar las pruebas de funcionamiento para finalmente proceder con la toma de datos y con el análisis de los mismos.

Es así, que la Escuela Politécnica del Ejercito y sus estudiantes que son los directos beneficiarios contarán con un equipo totalmente nuevo y perfectamente funcional, que facilitará el aprendizaje y les brindará datos exactos y confiables.

## ABSTRACT

Mechanical engineering degree has many and varied fields of application one being cooling, few engineers who opt for this branch even when growth opportunities are many, the Energy Conversion Laboratory of the School of Engineering, has some mechanical refrigeration equipment which contribute to our knowledge but we as professionals and future graduates saw the need to provide our faculty with a completely new test with the main objective of contributing to the learning of future students.

The test benches to simulate conditions within a development environment (controlled), avoiding the risks associated with testing in a production environment.

The team is built with two cooling units, for different operations, different heat levels, centralizing the entire system in a single system for it, there are parallel expansion devices which will help us to obtain the required conditions.

Through this test, the student can become familiar with the operation of each of the components of a refrigeration system and thus supplement their learning and be prepared to face the problems inherent in the assembly and maintenance of refrigeration facilities.

The development of this project grade is divided into 4 main stages beginning with the thermal design, after finishing the design phase continued with the construction and assembly of components, instruments and equipment that make up the test the third step is to conduct performance tests to finally proceed with data collection and analysis of them.

## 1.\_ Análisis de resultados

Para generar el análisis de resultados se ha tomado en cuenta los datos obtenidos de la práctica de laboratorio, siendo estos elementos principales para el estudio del Banco de Pruebas

Una vez realizada la práctica de laboratorio en el banco de pruebas, se procede a generar el trazado del ciclo termodinámico para posteriormente determinar las variables termodinámicas las cuales me permiten continuar con el cálculo de las condiciones de funcionamiento del equipo.

A continuación se muestra los siguientes resultados dándonos a conocer las condiciones de funcionamiento del Banco de Pruebas.

### DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE COMPRESIÓN

La más alta razón de compresión del sistema estará dada por la relación entre la presión de condensación y la presión de evaporación del nivel de refrigeración a menor temperatura, es decir:

En nuestro caso el nivel de refrigeración de menor temperatura es el de la cámara de congelación.

$$RC := \frac{P_{cond}}{P_{evap}}$$

$$RC = 3.814$$

### POTENCIA DEL COMPRESOR.

#### Rendimiento Mecánico:

Está dado por  $\eta_m$ , generalmente se selecciona un valor entre el 80% y el 90%. Tomando un valor mínimo de rendimiento:

$$\eta_m = 0.80$$

#### Rendimiento Volumétrico:

Está dado por  $\eta_v$ . Para compresores de pistón el rendimiento volumétrico se puede obtener mediante la expresión:

$$\eta_v := -0.0285RC + 0.85$$

$$\eta_v = 0.781$$

### **Rendimiento total del moto-compresor.**

Está dado por  $\eta_T$ , puede calcularse mediante la expresión:

$$\eta_T := \eta_m \eta_v$$

$$\eta_T = 0.625$$

Entonces, la potencia del compresor está dada por:

$$P_c := m \dot{t} \frac{(h_2 - h_1)}{\eta_T}$$

$$P_c = 748.398 \text{ W}$$

$$P_c = 1.004 \text{ hp}$$

### **POTENCIA CALORÍFICA EVACUADA EN EL CONDENSADOR.**

Está dada por el producto del caudal másico multiplicado por la diferencia de entalpías a la entrada y salida del condensador.

$$Q_c := m \dot{t} (h_2 - h_3)$$

$$Q_c = 2.272 \times 10^3 \text{ W}$$

### **FACTOR DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

Está dado por el cociente de la potencia total de compresión del sistema dada en HP, dividido para la potencia frigorífica total dada en TR.

$$FOP = P_c / Q_f$$

$$FOP = 4.41 \text{ HP/TR}$$

### **COEFICIENTE DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

Está dado por el cociente de la potencia frigorífica total dividido para la potencia total de compresión del sistema.

$$COP = Q_f / P_c$$

$$COP = 1.069$$

Adicionalmente al completo estudio y diseño del banco de pruebas se ha realizado las siguientes aportaciones:

- Manual de usuario y operación del equipo.
- Elaboración de guías de prácticas para los estudiantes del DECEM.

## **2.\_ Conclusión:**

En conclusión el banco de pruebas creado cumplen con todas las normas establecidas para el uso de equipos en laboratorios, además se contribuye con el desarrollo tecnológico del Laboratorio de Conversión de Energía. El presente banco de Pruebas permitirá que los estudiantes analicen las diversas situaciones que se presentan en la práctica, en lo que tiene que ver con la operación y mantenimiento de las unidades de refrigeración por compresión de vapor.

También se han establecidos todas las normas de seguridad para su operación esto quiere decir que el equipo es confiable de usar y con seguridad tendremos datos confiables y comparables

## **3.\_ Recomendaciones:**

Se debe tener muy en cuenta los pasos a seguir para el funcionamiento adecuado de cualquiera de las unidades de refrigeración.

Cualquier problema de funcionamiento que se dé en el banco de pruebas se debe analizar adecuadamente según los diagramas del circuito de refrigeración como del circuito eléctrico.

También es necesario establecer los mantenimientos preventivos con el objetivo de poseer estos equipos en las mejores condiciones el mayor tiempo posible.

**ELABORADO POR:**

---

César Enrique Zambrano Ibarra

---

Juan Aníbal Martínez Almeida

**REVISADO POR:**

---

Ing. Ángelo Villavicencio

**DIRECTOR**

---

Ing. Ernesto Soria

**CODIRECTOR**