

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN SISTEMA DE BOMBA DE CALOR MECANICA DE 1HP DE CAPACIDAD, QUE USA REFRIGERANTE R-404A, CON APLICACIÓN EN UN HORNO PARA SECADO DE MATERIA ORGÁNICA, PARA EL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA DEL D.E.C.E.M.”

"DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEST BENCH FOR A HEAT PUMP SYSTEM CAPACITY 1HP MECHANICS THAT USA R-404A REFRIGERANT WITH APPLICATION IN AN OVEN DRYING ORGANIC MATTER, FOR ENERGY CONVERSION LABORATORY OF DECEM"

Luis Fernando Fierro Leverone
Email: luisfierrothc@hotmail.com
Cel: 0991-079-247

RESUMEN

En el equipo se pueden realizar prácticas de laboratorio como: puesta en marcha del sistema, trazado del ciclo termodinámico del sistema de bomba de calor tanto frío como el de calor, transporte de aire mediante ductos fijos y flexibles, caídas de presión en los mismos y velocidades de salida de aire mediante difusores y rejillas. Además en el proyecto de tesis, se ha elaborado las guías de laboratorio con el propósito facilitar al estudiante la manipulación y operación del banco de pruebas, aprovechar las prestaciones didácticas en el aprendizaje de la cátedra de Refrigeración.

PALABRAS CLAVES: Ciclo termodinámico, bomba de calor, refrigeración

ABSTRACT

In the computer labs can perform as system startup, marking thermodynamic cycle heat pump system as cold as heat, air transportation by fixed and flexible pipelines, pressure drops in the same and air exit velocities using diffusers and grilles. Also in the thesis project has been developed laboratory guidelines in order to facilitate students handling and operation of the test bench, make educational benefits in learning the chair of Refrigeration.

KEYWORDS: Thermodynamic cycle, heat pump, refrigeration

INTRODUCCIÓN

Los Bancos de Pruebas de Refrigeración permiten desarrollar ciertos ensayos dentro de un ambiente de desarrollo controlado, evitando los riesgos que conllevan las pruebas dentro de procesos de producción, en lo cual el estudiante puede complementar su aprendizaje y estar preparado para afrontar la problemática inherente al montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas.

El presente proyecto de grado está conformado por cuatro etapas principales:

- Análisis del diseño térmico.
- Construcción y montaje de la instrumentación, equipos y componentes.
- Realizar pruebas de funcionamiento y operación del equipo.
- Recolección, análisis y evaluación de datos obtenidos.

METODOLOGÍA

a) Requerimientos del diseño

Es alcanzar una temperatura y humedad deseada, la cual nos permita secar materia orgánica en diferentes condiciones ambientales, sin llegar a estropear el producto y así mantener el color, olor, sabor y textura de los productos secados.

Para esto se ha hecho la investigación de cuál sería la mejor opción entre diferentes sistemas de secados, concluyendo así en escoger el más eficiente energéticamente y con el secado menos agresivo así de esta manera se llevo a determinar que un sistema de enfriamiento para secar el aire mas una bomba de calor seria el sistema optimo para satisfacer los requerimientos de diseño.

Se basa en un banco de pruebas de un sistema de bomba de calor por compresión de vapor, él cual dispone de un evaporador que enfriara y extraerá la

humedad del aire que se utilizara para la transferencia de calor sistema de secado.

El evaporador cuenta con el dispositivo de control de flujo de refrigerante, la válvula de expansión termostática junto a la instrumentación de filtro, mirilla, válvulas, sensores y controladores que harán que es sistema de bomba de calor trabaje de manera óptima y segura.

En el sistema de secado está determinado por un flujo de aire continuo desde el habitáculo frío al secador para así hacer uso del aire frío ávido de humedad el cual es conducido a un condensador o intercambiador de calor intercalado entre el compresor y el condensador del sistema de bomba de calor con el objetivo de volver a calentar el aire frío y así obtener un aire caliente habido de humedad.

Y como requerimiento final instalar sensores de presión, temperatura y humedad tanto analógicos y digitales, para optimizar el funcionamiento y control del sistema de enfriamiento, bomba de calor y el sistema de secado para que estas variables de control lleguen a un dispositivo de adquisición de datos en donde podrán ser controladas, almacenadas y evaluadas para posteriores estudios en un computador.

b) Propiedades del refrigerante

El R-404A (HFC-404 A) es un compuesto inocuo para la capa de ozono desarrollado para ser una alternativa a largo plazo a los refrigerantes R-502 (CFC-502) y R-22 (HCFC-22) en aplicaciones de refrigeración comercial de temperatura media y baja.

c) Condiciones de diseño

La condición más predominante y necesaria es que el aire obtenido en el habitáculo frío sea habido de humedad y absorba el calor en el condensador del secador para que cumpla su propósito, ahora bien el sistema debe ser cerrado tanto el de circulación de refrigerante como el de circulación de aire en el secador para que estos no pierdan propiedades y se mantengan en las condiciones deseadas.

El habitáculo frío y el secador deben estar provistos del respectivo aislante térmico necesario en cada caso, para reducir al máximo las pérdidas y así los sistemas se mantienen lo más eficientemente posible.

d) Selección de componentes

Unidad Condensadora

Características técnicas de la Unidad Condensadora. En base a la tabla 1 se selecciona la unidad condensadora.

Marca	L'UNITE HERMETIQUE
Modelo	CAJ9510Z MHR

Refrigerante	R404A
Potencia del compresor	1 HP
FOP	3 HP/TR
T _{SUCCIÓN}	5 °C
T _{CONDENSACIÓN}	35°C

Dimensiones unidad condensadora.

Altura	0.338 m
Ancho	0.430 m
Largo	0.486 m

Unidad Evaporadora

Características técnicas de la Unidad Evaporadora. En base a la tabla 2 se selecciona la unidad evaporadora.

Marca	MILAP
Modelo	LMSMB025E
Capacidad	1326 Watts (@ -5 °C)
Ventiladores	2 c/u 70 Watts
Material de la cañería	Aluminio
Refrigerante	R404A
Diámetro del cañería	½ pulg.

Dimensiones del evaporador.

Largo	1.067 m
Ancho	0.335 m
Altura	0.318 m

e) Banco de pruebas



Fig. 1

RESULTADOS

a) Selección de materia orgánica experimental

La muestra que se utilizara es de 500 gr y se tomaran datos durante 4 horas para de todas las variables arrojadas por los instrumentos del controlador, como son la presión de succión, presión de descarga, temperatura a la entrada y salida del evaporador, temperatura del habitáculo frio, temperatura a la entrada y salida del condensador del secador, humedad y temperatura del secador.

b) Datos adquiridos

FECHA DE LA PRUEBA: 2013-02-01

TIEMPO: 4 horas

HORA INICIAL: 10:06:29

HOLA FINAL: 14:07:39

Datos iniciales bomba de calor:

TABLA 3: DATOS INICIALES BOMBA DE CALOR

TEMPERATURA AMBIENTAL	25,1 °C
HUMEDAD AMBIENTAL	40,80%
PRESIÓN DE DESCARGA	153 psi
PRESIÓN DE SUCCIÓN	78 psi
TEMPERATURA IN EVAPORADOR	24,8 °C
TEMPERATURA OUT EVAPORADOR	24,8 °C
TEMPERATURA HABITÁCULO FRIO	24,8 °C

Datos iniciales cámara del secador:

TABLA 4: DATOS INICIALES CÁMARA DEL SECADOR

TEMPERATURA AMBIENTAL	25,1 °C
HUMEDAD AMBIENTAL	40,80%
TEMPERATURA SECADOR	24,8 °C
HUMEDAD SECADOR	40,20%
TEMPERATURA IN CONDENSADOR	24,8 °C
TEMPOUT CONDENSADOR	24,8 °C

Datos bomba de calor estable:

TABLA 5. DATOS BOMBA DE CALOR ESTABLE

TEMPERATURA AMBIENTAL	25,1 °C
HUMEDAD AMBIENTAL	40,80%
PRESIÓN DE DESCARGA	192 psi
PRESIÓN DE SUCCIÓN	40 psi
TEMPERATURA IN EVAPORADOR	-13,9 °C
TEMPERATURA OUT EVAPORADOR	-5,9 °C
TEMPERATURA HABITÁCULO FRIO	-5,7 °C

Datos cámara de secador estable:

TABLA 6 : DATOS CÁMARA DE SECADOR ESTABLE

TEMPERATURA AMBIENTAL	25,1 °C
HUMEDAD AMBIENTAL	40,80%
TEMPERATURA SECADOR	35
HUMEDAD SECADOR	10,00%
TEMPERATURA IN CONDENSADOR	63,1 °C
TEMP OUT CONDENSADOR	33,1 °C

CONCLUSIONES

Se ha cumplido con el principal objetivo de diseñar y construir un banco de pruebas para un sistema de bomba de calor mecánica de 1hp de capacidad, que usa refrigerante R-404A, con aplicación en un horno para secado de materia orgánica, para el laboratorio de conversión de energía del D.E.C.E.M.

Con el presente proyecto de tesis se contribuirá con el desarrollo tecnológico del laboratorio de conversión de energía del D.E.C.E.M.

El banco de pruebas permitirá que el estudiante entienda una de las aplicaciones importantes de un sistema de bomba de calor y como están mutuamente relacionadas las variables de presión, temperatura y humedad.

Este proyecto de grado permite ver la interacción de los sistemas de bomba de calor y de secador por aire seco caliente y así poder investigar cuales son las condiciones optimas de aire para secar diferentes materias orgánicas, ahora cabe recalcar que es un sistema de secado que sus costos de fabricación y funcionamiento son elevados comparados con los secadores convencionales, por esta razón se determino como un banco de pruebas para investigación.

Se ha concluido con la importancia de hacer circular el aire por el evaporador para que este se convierta en un aire ávido de humedad para posteriormente sea calentado nuevamente por el condensador en el secador y así pueda extraer fácilmente la humedad de la materia orgánica.

Con el dispositivo de control de flujo de masa se ha podido concluir que a menor masa circulando por el condensador del secador se gana mayor temperatura en la cámara del secador.

Finalmente se ha cumplido con el objetivo de extraer la humedad y secar lentamente la materia orgánica, con el fin de reducir la pérdida de las propiedades fisicoquímicas de cada materia orgánica expuesta al proceso de secado.