

# **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE REFRIGERACIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO, SEDE VILLAVICENCIO.**

Por: Jairo Humberto Puentes Castillo<sup>1</sup>, - Juan Alejandro Chica Garcia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Egresado del programa de Ingeniería Electromecánica Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio, jairohpuentes@gmail.com ,

<sup>2</sup> Profesor tiempo completo dedicación exclusiva del programa de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño – Sede Villavicencio, juanchicagarcia@uan.edu.co

---

Recibido 18 de Abril de 2014 . Aceptado 30 de Abril de 2014 / Received: April 18, 2014 Accepted: April 30, 2014

---

## **Resumen:**

Este artículo corresponde al trabajo realizado como opción de grado para el programa de ingeniería electromecánica, en donde se analiza, diseña e implementa un sistema de aire acondicionado para los laboratorios de química y bioquímica, basados en conceptos usados durante el transcurso de la carrera en Ingeniería.

En este proyecto se abarcan y desarrollan temas relacionados con refrigeración y sus diferentes formas de acondicionamiento, al igual que humedad y su factor de actuación para los laboratorios, también se tienen en cuenta conceptos como acondicionamiento del aire, su influencia termodinámica en el medio ambiente.

Por ser un proyecto de diseño e implementación, se desarrolla también en su interior temas que no se tenían previstos en el planteamiento del problema como: diseños y reacondicionamientos eléctricos, diseños de tipo físico en las instalaciones, problemas de estructura en los soportes de ocupación del aire entre otros temas que se abarcaran en el presente documento.

**Palabras claves:** Laboratorio, química, acondicionamiento, diseños.

## **Abstract**

This paper corresponds to the work done as degree option for electromechanical engineering program, where it is analyzed, designed and implemented a system of air conditioned laboratory for chemistry and biochemistry, based on concepts used in the course of the race in Engineering.

In this project include project issues and develop refrigeration and its different forms of conditioning, like humidity and acting factor for laboratories, are also taken into account concepts such as air conditioning, its thermodynamic influence on the environment.

As a project design and implementation, is also developed within topics were not provided in the problem statement as electrical overhauls designs and designs on site physical type, structural problems in the stands occupancy air among other topics to be covered in this document.

**Key words:** Laboratory, chemistry, conditioning, designs

## 1. Introducción

Durante miles de años el hombre ha intentado vencer las incomodidades del calor y la humedad excesivos. Pero fue en los primeros años del presente siglo que se inició el acondicionamiento de aire. El acondicionamiento científico del aire se originó en 1902. Primero se utilizó para ayudar en los procesos industriales, como por ejemplo, en el hilado del algodón en la producción de fibras sintéticas, para imprimir colores múltiples en diversos productos, etc. Se hizo popular en la época de los 20, cuando cientos de teatros fueron equipados con sistemas de enfriamiento para atraer a los clientes durante los calurosos meses del verano. Desde entonces el aire se acondiciona en muchos lugares.

La universidad Antonio Nariño en el proceso de ubicación de espacios y áreas de laboratorios unifica el bloque central donde se encuentran: los laboratorios de química, cuarto de reactivos y equipos, laboratorio de Microbiología, histología y patología en estas áreas se necesita una temperatura ambiente no superior a 25°C, se hace necesario la implementación de un sistema que garantice el mantenimiento de las condiciones necesarias para un manejo y disposición adecuada de equipos y materiales de laboratorio que se encuentren allí almacenados.

## 2. Contexto del Problema

Actualmente el laboratorio que presenta uno de los mayores inconvenientes en cuanto a temperaturas elevadas es el laboratorio de química, por no presenta condiciones atmosféricas seguras para el almacenamiento de los diferentes reactivos allí depositados, además se genera un ambiente poco apto para el desarrollo de las diferentes prácticas generando la posibilidad de una no conformidad en el proceso que realizan los pares académicos para el aval de las universidades y otorgamiento de los certificados de alta calidad para las facultades de ingeniería Electromecánica, Ingeniería industrial, Odontología, Psicología

En la actualidad las condiciones al interior de los

laboratorios de química, microbiología de la sede Villavicencio de la UAN No son las más favorables para el desarrollo de las actividades académicas, debido a las altas temperaturas que se registran (28 grados Centígrados la más baja sin prácticas en desarrollo). En particular el laboratorio de química presenta condiciones atmosféricas inseguras para el desarrollo de las diferentes prácticas, y el correcto almacenamiento de reactivos y equipos.

Adicionalmente, los estudiantes son en realidad una fuente de calor para el espacio que los rodea debido a que el cuerpo humano genera calor debido a su metabolismo y su actividad física, y ese calor debe ser eliminado hacia el medio ambiente para mantener su temperatura constante. Por eso el medio debe estar más frío. Una persona en reposo, disipa aproximadamente 100 watts en total (calor sensible y latente) hacia el medio exterior.

En conclusión se requiere de un sistema de refrigeración adecuada y acorde a la norma para el laboratorio de Química y el de Microbiología que contribuyan al mejoramiento de todas las actividades que allí se realizan; adicionales al correcto bodegaje y almacenamiento de los reactivos, equipos y materiales depositados en esta área.

## 3. Fases Del Proyecto

### 3.1 Fase I. Recopilación de información

Se realiza la visita a los laboratorios de Química y Biología de la universidad Antonio Nariño sede Villavicencio para ubicar cada uno de los aspectos de la problemática en cuanto a confort térmico y atmosferas seguras para el desarrollo de las actividades académicas al interior de las áreas a intervenir, del mismo modo se define el diseño y cambios estructurales para la optimización de la propuesta de acuerdo a la información recopilada de los diferentes textos de consulta en la biblioteca de la UAN como en las demás bibliotecas de la ciudad que manejen textos técnicos del área de refrigeración de edificaciones. En esta fase del proyecto se emplearan tres semanas.

### **3.2 Fase II. Diseño del sistema automático de refrigeración.**

Analizada la información de las características particulares de cada una de las aéreas a intervenir se realizara el diseño del sistema automático de refrigeración para los laboratorios de Química y Biología de la sede Villavicencio de la universidad Antonio Nariño conforme a la bibliografía y a la normativa que se deba aplicar. Esta fase del proyecto tendrá una duración de tres semanas.

### **3.3 Fase III. Consecución de materiales, equipos y accesorios.**

En esta etapa del proyecto se generen las diferentes modificaciones estructurales de cada área para lograr mayor eficiencia en el diseño del sistema de refrigeración y ventilación de los laboratorios y oficina se realiza la consecución de los equipos, materiales y accesorios que se propusieron según el diseño como son equipo de aire acondicionado tipo paquete, tuberías conductoras, alambres para cableado de instalaciones eléctricas, extractores e inyectores unidireccionales, sensores térmicos, cajas de control para el sistema, demás elementos de interconexión. Para el desarrollo de esta fase del proyecto se emplearan tres semanas.

### **3.4 Fase IV. Montaje e instalación del equipo de refrigeración**

Esta fase del proyecto en la que se hará el montaje de los equipos que hacen parte del sistema de refrigeración tipo Paquete. Acorde a las especificaciones del fabricante para proporcionar la mayor eficiencia según el diseño propuesto, para posteriormente continuar con la instalación del sistema eléctrico, en esta fase se contara con asistencia técnica del proveedor para mantener los estándares y garantías de los equipos. En esta fase se emplearan tres semanas.

### **3.5 Fase V. Pruebas y puesta en funcionamiento del sistema de refrigeración**

Se realizaran las diferentes pruebas del sistema y todos sus elementos para verificar su correcta instalación y funcionamiento para una vez verificado

todo y certificado, se ponga en funcionamiento el sistema de refrigeración automático para los laboratorios de Química y Biología de la UAN. Sede Villavicencio. Para esta fase del proyecto se empleara una semana.

### **3.6 Fase VI. Preparación de la documentación del proyecto**

En esta fase se elaborara el Dossier del sistema de refrigeración, de igual forma se elabora el data sheet de todos los equipos del sistema, como también manuales de operación, mantenimiento, control y seguimiento. Para esta fase se emplean dos semanas.

## **4. Análisis de Datos y Resultados**

A fin de conocer el rango de temperatura que maneja el laboratorio se realizó una tabla de control en donde se determinaron las temperaturas presentes en el laboratorio al igual que una descripción abierta que involucra en las observaciones las condiciones climáticas externas al laboratorio estudiado.

Basado en este estudio se puede determinar que se tiene un promedio de temperaturas de 32,1°C con una desviación estándar de 5,1°C, y una temperatura máxima en condiciones de día soleado de 39,3°C. Condiciones que hacen ver sin más preámbulos que las temperaturas de estos laboratorios están muy lejos de ser las condiciones establecidas y necesarias para llegar una sensación de confort por parte de los usuarios de estos laboratorios.

De igual forma se realizó una proyección lineal de las temperaturas en función del tiempo teniendo en cuenta que para la temporada de implementación y de medición del sistema es verano.

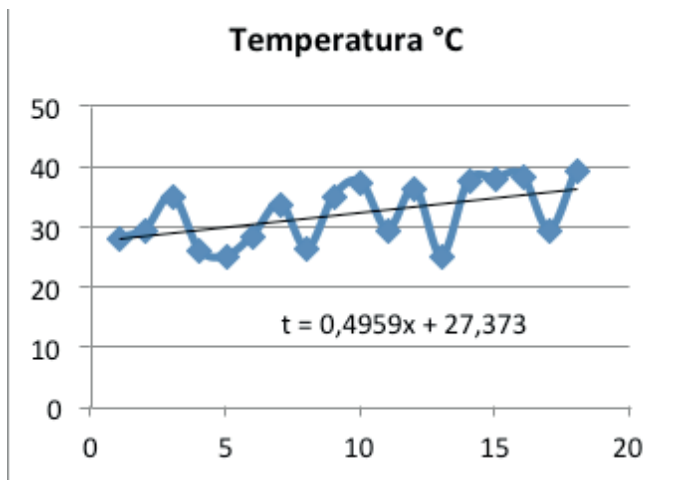


Figura 1. Temperatura en el Laboratorio, Fuente: los Autores

En este caso se encuentra que existe un gradiente

creciente en las temperaturas para esta estación por lo que se considera que la implementación de un aire acondicionado es de prioridad para el acompañamiento de los estudiantes en el uso del laboratorio además que brinda condiciones de estabilidad ante la reacción a altas temperaturas de algunas mezclas y químicos usados en las instalaciones descritas.

#### 4.1 Determinación de la Carga Térmica

Para la determinación de la carga del sistema es necesario el establecer la relación de los elementos activos y pasivos existentes dentro del volumen de estudio, a continuación se presentaran dos graficas que representan los valores de carga térmica de los laboratorios de Química y microbiología.

Tabla No. 1

ANÁLISIS CARGA TÉRMICA LABORATORIO DE QUÍMICA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES	CONSTANTES	BTU
AREA	8*6 m	48 m <sup>2</sup>	650 Btu*m <sup>2</sup>	31200
PERSONAS	25		500 Btu/U	12500
LAMPARA FLUORECENTE	12	75 W /U	1 W=4,25 Btu	3825
MECHERO BUNSER	3	100 Co /U		1284
HORNOS	3	200W/U	1 W=4,25 Btu	2550
COMPUTADORES	5	400 Btu /U		2000
VENTANAS – PUERTA	2	7 m <sup>2</sup>	1 m = 166 Btu	1162
			<b>TOTAL</b>	54521

Fuente los Autores

Tabla No. 2

ANÁLISIS CARGA TÉRMICA LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES	CONSTANTES	BTU
AREA	8*6 m	48 m <sup>2</sup>	600 Btu*m <sup>2</sup>	28800
PERSONAS	12		500 Btu/U	6000
LAMPARA FLUORECENTE	12	75 W /U	1 W=4,25 Btu	3825
VENTANAS - PUERTA	2	7 m <sup>2</sup>	1 m = 166 Btu	1162
MICROSCOPIOS	12	100W/U	1 W=4,25 Btu	5100
COMPUTADORES	1	400 Btu /U		400
			<b>TOTAL</b>	45287

Fuente los Autores

Tabla No.3

QUIMICA/FISICA MAYOR OCUPACION CUATRO FACULTADES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES
CLIMAS	TEMPERATURAS	CONSTANTES
Frio	HASTA 18oC	500 Btu/m2
Templado	19oC A 25oC	550 Btu/m2
Caliente	26oC A 33oC	600 Btu/m2
Muy Caliente	MAS DE 35oC	650 Btu/m2

Fuente los Autores

Tabla No.4

TAMAÑOS (VOLUMENES) DE LOS AIRES COMERCIALIZADOS	
5 000 Btu	24 000 Btu
9 000 Btu	36 000 Btu
12 000 Btu	48 000 Btu
18 000 Btu	60 000 Btu
	72 000 Btu

Fuente los Autores

#### 4.2 Análisis de Temperaturas del aire acondicionado

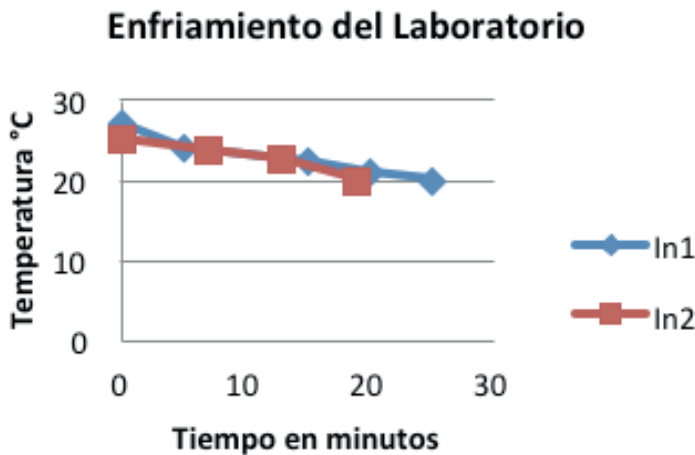


Figura 2. Enfriamiento del Laboratorio, Fuente: los autores

Representa el valor de las temperaturas de entrada que genera el aire acondicionado, estas temperaturas fueron captadas con un anemómetro en dos periodos diferentes de tiempo, con un

comportamiento similar a pesar del diferencial en la temperatura ambiente.

El caudal de aire es igual en ambas condiciones ya que este valor es constante para el aire.

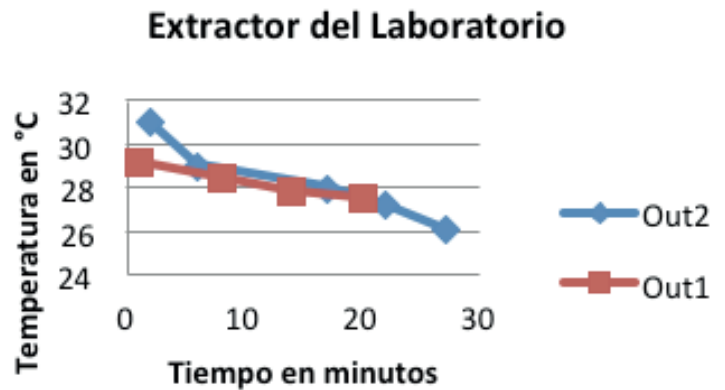


Figura 3. Extractor del Laboratorio, Fuente: los autores

La condiciones de extracción del aire del laboratorio son diferentes en los tiempos de medición, esto demuestra que dependiendo de los valores de temperatura iniciales el extraer los volúmenes de aire es mas lento a mayor temperatura, sin embargo se puede observar que el comportamiento tiende a estabilizarse en el minuto 20.

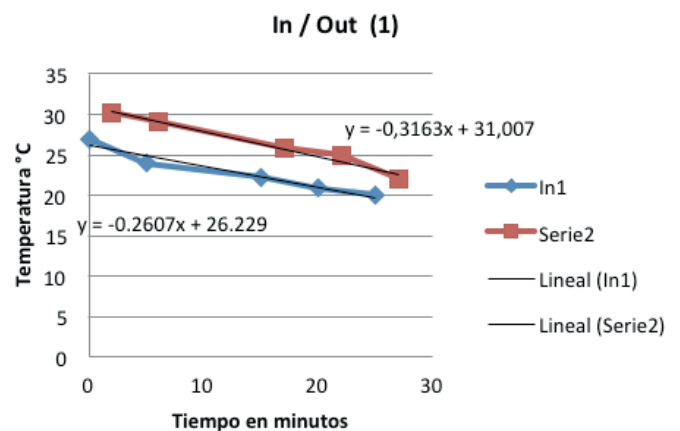


Figura 4. Relación In/out, Fuente: los autores

En la condición uno de entrada y salida de aire, se puede apreciar una pendiente menor para la temperatura de entrada, respecto de la de salida, sin embargo es apreciable tienden al mismo punto de corte el cual después se puede calcular al despejar el valor de la x al igualar las dos funciones.

$f_{x_{in}} = f_{x_{out}}$

$-0,2607x + 26,229 = -0,3163x + 31,007$

$-0,2607x + 0,3163x = 31,007 - 26,229$

$0,0556x = 4,778$

$x = 4,778 / 0,0556$

$x = 85,935$  Minutos

Según las gráficas presentadas en la anterior grafica podemos entonces estimar que el tiempo en el cual se estima que la temperatura de entrada es igual a la temperatura de salida del volumen calculado, sin embargo es de indicar que este valor en temperatura es de 3,83 °C, temperatura a la cual el sistema no puede llegar ya que su funcionamiento llega hasta los 15 °C, por lo que se estima que se llegara a una temperatura de confort (18°C) en 41,12 minutos, esto estimado en el valor de la temperatura de salida.

## Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió para sus investigadores al igual que para la Universidad, adquirir conocimientos en algunos temas básicos y en otros profundos sobre el desarrollo en aquellos campos en los que se desarrolló el diseño y desarrollo, tales como componente eléctrico, componente físico e implementación del sistema de refrigeración.

En el componente eléctrico es de gran importancia que la universidad adelante procesos de actualización y revisión de las cargas eléctricas y conexiones.

Desde las bases y fundamentos de la Ingeniería Electromecánica se pudo dar solución a una problemática específica de la Universidad como es el confort en las prácticas de Laboratorio teniendo en cuenta la seguridad en la prestación del servicio.

## Agradecimientos

A los compañeros de estudio Edward Ricardo Ramos Hernández<sup>1</sup>, Wilson Leonardo Torres<sup>1</sup> por su esfuerzo y dedicación durante el desarrollo de esta propuesta e implementación.

## Bibliografía

- Goríbar, E. H. (2002). Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. Editorial Limusa.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (1989). Introducción a la termodinámica en ingeniería química. McGraw-Hill.
- Stoecker, W. F., Dominguez, J. S., & Muñoz, D. S. (1965). Refrigeración y acondicionamiento de aire. McGraw-Hill.
- Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado. McGraw-Hill, 1996.
- L Sánchez Ávila, J., & V García Ruano, J. (2012). Desarrollo y aplicación del diagnóstico y pronóstico técnico al mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado.// Develop and application of diagnosis and technical prediction to maintenance of centralized air conditioned systems. Ingeniería Mecánica, 4(4), 71-77.
- Miranda, Á. L. (2000). Aire acondicionado. Ceac.
- De Instalaciones Eléctricas, R. T. (2005). Ministerio de Minas y Energía
- Sánchez, M. A., Sánchez rosas, h. I., & Tapia cárdenas, c. A. (2009). Planeación del mantenimiento preventivo de una unidad tipo paquete de aire acondicionado propiedad de Aeroméxico ubicado en el aeropuerto internacional de la ciudad de México (AICM) (Doctoral Dissertation).