



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. GUZMÁN

TESIS

TEMA:

**INTEGRACIÓN DE CÁMARA CLIMÁTICA DE
TEMPERATURA VARIABLE, MEDIANTE EFECTO
PELTIER.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

NAZARIO ISMAEL MEJÍA MARTÍNEZ

ASESOR(A):

ING. LUIS ENRIQUE SALVADOR CANO

CD. GUZMÁN JALISCO, MÉXICO, ENERO DE 2020



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán

"2020, Año de Leonora Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

Cd. Guzmán, Jal. a 29/junio/2020

No de Oficio: DEE/235/20
ASUNTO: ACEPTACION TRAB. TIT.

M.E. FAVIO REY LUIA MADRIGAL
JEFE DEL DEPTO. DE DIV. DE EST. PROF.
PRESENTE

Comunico a Usted que la comisión revisora asignada para la revisión del **Trabajo Tesis**, denominado **"INTEGRACION DE CAMARAS DE TEMPERATURA VARIABLE, MEDIANTE EFECTO PELTIER"**, presentado por el **C. NAZARIO ISMAEL MEJIA MARTINES**, con numero de control **14290398** pasante de la carrera de **Ingeniería Electrónica**, quien aspira a obtener el título profesional bajo la opción **TITULACION INTEGRAL, TESIS (Si aspira a mención honorifica)**, ha sido **ACEPTADO**, por lo que se solicita continúe con los trámites marcados en el Manual de Procedimientos para la obtención del título profesional vigente.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

M.E.H. MARCO ANTONIO SOSA LÓPEZ
JEFE DEL DEPTO. ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

C.p. Archivo
MASL/edc

Av. Tecnológico No. 100 C.P. 48100



8500

Cd. Guzmán, Jal. Tel. Conmutador (341) 3752030
www.tecnm.mx | www.itog.edu.mx



DEDICATORIA

Quiero agradecer en primer lugar a la empresa MetAs S.A de C.V por brindarme el apoyo para realizar mis residencias profesionales.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi tutor externo del proyecto M.A.N Axel Orozco Tirado y asesor interno Ing. Luis Enrique Salvador Cano, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar una clave de hechos que fueron imprescindibles para cada etapa de desarrollo del trabajo.

Les muestro mis más sinceros agradecimientos a mis papas Andrés Mejía Valencia y Ma. De Jesús Martínez Martínez los cuales siempre estuvieron ahí para apoyarme y alentarme en los momentos que los necesitaba.

Una persona muy importante en mi vida que siempre me apoyo fue mi novia Mónica Jovanna Fabián Leal con las atenciones que me brindo y siempre mostrado interés en mi proyecto y dándome sus palabras de aliento cuando más las necesitaba.

1 RESUMEN

Varias empresas realizan diferentes tipos de cámaras climáticas con sus diferentes capacidades ya que pueden ser de temperatura y humedad, la realización de este proyecto surgió de la necesidad en el laboratorio de humedad por el trabajo que se lleva, ya que los instrumentos que llegan al laboratorio de la empresa metas (), por lo regular se necesitan tres puntos para la calibración en lo cual solo en el laboratorio de humedad se cuenta con dos cámaras de temperatura, por lo tanto se llevó a la construcción de una nueva cámara.

En este proyecto se va a realizar cámara climática que se utiliza para la calibración de instrumentos dentro de los laboratorios de la empresa MetAs ubicada en ciudad Guzmán Jalisco

Se realizó una investigación de los materiales necesarios para la fabricación de la cámara mismos que deben cumplir estándares y normas oficiales de instrumentación.

Posterior a la elaboración de la cámara se realizaron pruebas de comparación con cámaras existentes en el laboratorio de la empresa, por lo cual se determinó que cumplían estándares de normas de DKD y FLUKE.

Al finalizar el trabajo de elaboración de la cámara está certificada

Palabras clave

Cámara climática, fabricación, Normas, laboratorio de instrumentación, MetAs.

ABSTRACT

Several companies carry out different types of climatic chambers with their different capacities since they can be of temperature and humidity, the realization of this project arose from the need in the humidity laboratory for the work it takes, since the instruments that arrive at the laboratory from the company MetAs (Associated Metrologists), three points are usually required for calibration, in which only two temperature chambers are available in the humidity laboratory, therefore it led to the construction of a new chamber.

In this project, a climatic chamber will be made that is used for the calibration of instruments within the laboratories of the MetAs company located in Guzmán Jalisco city.

An investigation was carried out of the materials necessary to manufacture the chamber, which must meet official instrumentation standards and norms.

After the preparation of the camera, comparison tests were carried out with existing cameras in the company's laboratory, so it was determined that they met DKD and FLUKE standards.

At the end of the work of making the camera is certified

Keywords

Climatic chamber, manufacturing, Standards, instrumentation laboratory, MetAs.

ÍNDICE

CAPITULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 HIPOTESIS	3
1.5 DELIMITACIONES	4
1.6 METAS	4
1.7 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	4
1.8 JUSTIFICACIÓN	5
1.9 CONTRIBUCION A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.	5
1.10 RESULTADOS	6
CAPITULO 2	7
2.1 CONCEPTOS BASICOS DE METROLOGIA.....	8
2.1.1 CALIBRACIÓN.....	8
2.1.2 CORRECCIÓN	8
2.1.3 ESTABILIDAD.....	8
2.1.4 ERROR DE MEDIDA.....	9
2.1.5 CORRECCIÓN	9
2.1.5 INCERTIDUMBRE DE MEDIDA	9
2.1.6 INTERVALO	9
2.1 ¿QUÉ ES LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?	9
2.2 TEMPERATURA	9
2.3 PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	10
2.4 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	10
2.4.1 CONDUCCIÓN	10
2.4.2 CONVECCIÓN.....	11
2.4.3 RADIACIÓN.....	11
2.5 ¿CÓMO GENERA LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?.....	12

2.6 EFECTOS TERMOELÉCTRICOS.....	12
2.6.1 EFECTO SEEBECK	12
2.6.2 EFECTO PELTIER	12
2.6.3 EFECTO THOMSON	13
2.7 CELDAS PELTIER	13
2.7.1 APLICACIÓN EN REFRIGERACIÓN	14
2.8 ¿CÓMO SE MIDE LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?	15
2.9 TERMOPAR.....	15
2.9.1 TIPOS DE TERMOPAR.....	16
2.10 TERMOMETRO DE RESISTENCIA DE PLATINO (RTD).....	17
CAPITULO 3	21
2.11 TIPOS DE CONTROL	22
2.11.1 ACCIÓN DIRECTA	22
2.11.2 ACCIÓN INVERSA	22
2.12 CONTROLADORES AUTOMÁTICOS.....	22
2.12.1 P: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL	24
2.12.2 I: ACCIÓN DE CONTROL INTEGRAL.....	24
2.13.3 PI: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL	24
2.13.4 PD: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-DERIVATIVA	25
2.13.5 PID: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL- DERIVATIVA	26
CAPITULO 4	27
4. INTRUDUCCIÓN ANTES DE LA SELECCION DE MATERIALES	28
4.1 SELECCIÓN DE MATERIALES.....	28
4.2 ANÁLISIS DEL CAMBIO DEL MOTOR.....	29
4.3 CAMBIO DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	30
Control Velocidad (Dayton)	33
4.4 CONTROL DE VELOCIDAD	33
4.5 CELDA PELTIER	34
4.6 VENTILADOR AXIAL	34
4.7 SENSOR RTD 805 MARCA OMEGA.....	35
4.8 HÉLICE, ALT ASPA 3-1/2 PULG., 3 HOJAS GRAINGER MEXICO	35

4.9 ENSAMBLE DEL PROTECTOR DEL FILTRO DEL VENTILADO GRAINGER MÉXICO	35
4.10 PROTECCIÓN DEL VENTILADOR GRAINGER MEXICO.....	36
4.11 DISEÑOS	36
4.12 PRUEBA 1 FUNCIONALIDAD DEL PELTIER.....	38
4.13 PRUEBA 2 VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA CAMARA	40
4.14 PRUEBA 3 AJUSTAR Y CALIBRAR EL SENSOR DE TEMPERATURA.....	42
4.15 PRUEBA 4 ANALISIS DE LA HOMOGENEIDAD DE LA CAMARA CLIMATICA COMPLETA	44
4.16 CARACTERIZACION	47
CAPITULO 5	49
5.1 CONCLUSIONES DE PROYECTO, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA.....	50
5.2 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y U O APLICADAS.....	50
BIBLIOGRAFÍA	52
CAPITULO 6 ANEXOS	54
6.1 COSTO DEL PROYECTO.....	55
6.2 PLANOS DE LOS CORTES DE LA CÁMARA CLIMÁTICA	57
6.3 SISTEMA ELECTRICO DE LA CÁMARA CLIMÁTICA.....	58
6.4 CERTIFICADO DE LA CÁMARA CLIMÁTICA.	59

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA 1 FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE UNA PARED	11
FIGURA 2 COMPONENTES DE UNA CELDA PELTIER.....	14
FIGURA 3 ARREGLO DE CELDAS PELTIER.	15
FIGURA 4 MONTAJE DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN USANDO CELDAS PELTIER.....	15
FIGURA 5 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL, FORMADO POR UN CONTROLADOR AUTOMÁTICO, EN ACTUADOR, UNA PLANTA Y UN SENSOR (ELEMENTOS DE MEDICIÓN).....	23
FIGURA 6 PARTE SUPERIOR DEL PELTIER	28
FIGURA 7 PELTIER.....	28
FIGURA 8 CAJA DE ACRÍLICO.	29
FIGURA 9 PARTE TRASERA DE LA CAJA DE ACRÍLICO	36

FIGURA 10 CORTE SUPERIOR DE LA CAJA DE ACRÍLICO.....	37
FIGURA 11 PARTE IZQUIERDA DEL PELTIER	37
FIGURA 12 FUE BAJANDO LA TEMPERATURA.....	39
FIGURA 13 DONDE SE ACTIVÓ EL MODO DE ENFRIAMIENTO.....	39
FIGURA 14 TEMPERATURA DE 13 °C.....	39
FIGURA 15 SE AUMENTÓ LA TEMPERATURA Y HUBO CHOQUE TÉRMICO.....	39
FIGURA 16 PUNTO IZQUIERDO DE LA CÁMARA 2.1 M/S	40
FIGURA 17 PUNTO DE REFERENCIA 4 CM DE DISTANCIA DE LA PUERTA	40
FIGURA 18 PUNTO DE REFERENCIA A 3 CM DE LA DISTANCIA DE LA PUERTA DE 3 M/S.....	41
FIGURA 19 AJUSTAR EN 0 °, PUNTO DE HIELO.....	43
FIGURA 20 AJUSTAR A 40 EN EL SETPOINT DEL CONTROLADOR.....	43
FIGURA 21 COLOCACIÓN DE LOS SENSORES RTD.....	45
FIGURA 22 DEMOSTRACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SENSORES	45
FIGURA 23 COMPORTAMIENTO DE LA HOMOGENEIDAD DE LA CÁMARA COMPLETA.....	46
FIGURA 24 CARACTERIZACIÓN.....	47
FIGURA 25 CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTÓ.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 DIFERENTES TIPOS DE TERMOPARES.....	16
TABLA 2 TIPOS DE TERMÓMETROS DE RESISTENCIA DE PLATINO	18
TABLA 3 COMPARACIÓN DE LOS SENSORES RTD Y TERMOPAR.....	19
TABLA 4 COMPARACIÓN DE MOTORES.....	29
TABLA 5 COMPARACIÓN DE CONTROLADORES	31
TABLA 6 COMPARACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA.....	32
TABLA 7 COMPARACIÓN DE CONTROLADORES DE VELOCIDAD.....	33
TABLA 8 CONFIGURACIÓN DEL SETPOINT.....	42

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En muchas industrias durante el proceso se requiere generar y controlar la temperatura, donde se utiliza diferentes tipos de instrumentación, una de ellas son las cámaras climáticas las cuales generan y controlan temperatura y u o humedad.

En el mercado se encuentran distintas empresas que se dedican a la fabricación de las cámaras climáticas, se manejan distintos tipos de medición unas de ellas son la temperatura y la humedad, también ofrecen diseños y volúmenes y ciertas especificaciones ya sean de usos afines al cliente.

Hay instrumentos que son necesarios para la medición de la temperatura unos ellos son los sensores en los cuales hay varios tipos por ejemplo que son los termopares en los cuales son unión de los dos metales se calienta o enfría. En otro tipo de sensor RTD esta compuestos por un alambre fino el cual tiene una relación temperatura-resistencia.

En MetAs empresa que se dedica a la rama de la metrología que tienen instrumentos de medición en diferentes magnitudes donde tienen dos tipos de cámara climáticas, en una de ellas maneja solamente la temperatura y en la otra cámara se utiliza para la humedad, en donde llegan instrumentos que son utilizados para las dos mediciones o solo para una.

En lo que concierne al siguiente proyecto es la integración de una cámara climática con una capacidad de variación de temperatura de 0 a 60 °C, mediante efecto Peltier.

Palabras claves

Temperatura, cámaras climáticas, sensor RTD, Efecto peltier, termopares

1.2 ANTECEDENTES

¿QUE ES UNA CAMARA?

Las cámaras climáticas son equipos o instalaciones utilizados en el laboratorio, diseñados para reproducir condiciones controladas de temperatura y humedad en su interior para la realización de estudios o ensayos y verificar el comportamiento y la calidad de productos y materiales expuestos a dichas condiciones climáticas.

Las cámaras climáticas deben estar correctamente calibradas con instrumentos de medición que certifiquen que la temperatura y humedad que se indica en la pantalla sea la que realmente hay en el interior de la cámara.

Estos equipos de laboratorio son delicados por lo que requieren de un mantenimiento periódico para evitar en la medida de lo posible futuras averías que puedan perjudicar los estudios o ensayos y a su vez alargar los plazos

(M, 2019)

1.3 OBJETIVO GENERAL

- Integración de la cámara climática

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluación funcional de la cámara climática.
- El mejoramiento en la cámara climática.

1.4 HIPOTESIS

Con la construcción de esta nueva cámara climática se espera un mejoramiento a las que ya se tienen.

- Mejor funcionalidad en motor, el calentamiento es menor.

1.5 DELIMITACIONES

- Integración de cámara climática corresponderá a la reproducción a la replicación un diseño que ya existe.
- La integración se enfocara principalmente en el sistema de control de temperatura, en modo enfriamiento y calentamiento.
- La cámara climática incluye un ventilador de homogenización para forzar la convección de temperatura.
- Que la cámara climática está restringida por cuestiones de trabajo a la calibración de termómetros ambientales de tipo escritorio
- Se está considerando un intervalo de temperatura ambiental de 0 a 60 grados Celsius.

1.6 METAS

- Que la temperatura sea estable.
- Que el sistema cumpla el intervalo de temperatura sea de 0°C a los 60°C.
- Que el proyecto se termine en la fecha acordada

1.7 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Toda empresa en el mercado tiene áreas de mejoras, MetAs no es la excepción, siendo en el laboratorio de humedad en donde surgió el problema de la fluidez del trabajo que se lleva realizando ahí, en el caso de que se tienen solo dos cámaras climáticas de temperatura y por necesidades de clientes para su servicio se requiere de la integración de otra cámara climática y así tener una mayor fluidez en su trabajo.

1.7.1 SOLUCION EXISTENTE

En el laboratorio de humedad ya se cuenta con dos cámaras climáticas en temperatura.

- El motor es de 1/10 hp se calienta mas ya que trabajan prácticamente todo el día.
- Su funcionalidad del peltier es mejor.
- El control de velocidad de motor es más pequeño.

1.7.2 ERRORES DE SOLUCIÓN EXISTENTE

Que con las cámaras climáticas que se tiene no se completa el procedimiento que se ocupan para la calibración de los instrumentos que se llegan a calibrar.

1.8 JUSTIFICACIÓN

La elaboración del proyecto es la solución para resolver el flujo de trabajo que se realiza en la empresa ya que por cuestión de crecimiento y el procedimiento que se les da a los instrumentos que llegan se dio la necesidad de integrar otra cámara climática en temperatura.

1.9 CONTRIBUCION A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

La integración de la cámara climática está basada en otro diseño que ya está hecho por lo cual se está implementando ya que las cámaras que ya están en el laboratorio tienen algunas fallas técnicas que de eso me estoy guiando para la mejora de la

nueva cámara que se integrará al laboratorio, el mejoramiento que se le hará sería el cambio de motor por otro más grande la causa del cambio sería por que se calentaba mucho ya que trabaja prácticamente todo el día, por otra parte otro cambio sería el control de velocidad ya que se tiene que adecuar a motor.

Otro cambio sería en el sensor que por causas de los cambios de temperatura los sensores termopar tipo J no resisten tanto con el paso de tiempo se van degradando y afecta en el control se remplazará por un RTD aunque sea más caro pero su exactitud es mucho mejor.

1.10 RESULTADOS

Se realizó la cámara climática con todos sus cambios y si se obtuvieron las mejoras que se esperaban en las pruebas cambiaron mucho ya que en el cambio del motor con el control de velocidad hicieron que los 3 m/s a 5 m/s cambiaran pero no afectara el cambio de los resultados esperados.

CAPITULO 2

2.1 CONCEPTOS BASICOS DE METROLOGIA

2.1.1 CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, a los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizadas por los patrones.

Nota 1. El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones, los valores correspondientes del mensurando o determinar las correcciones que se deben aplicar a las indicaciones.

Nota 2. Una calibración puede también determinar las propiedades metrológicas tales como los efectos de magnitudes de influencia.

Nota 3. El resultado de una calibración puede ser consignado en un documento, algunas veces llamado algunas veces llamado certificado de calibración o informe de calibración.

(Contreras, 2018)

2.1.2 CORRECCIÓN

Valor sumado algebraicamente al resultado sin corregir de una medición para compensar un error sistemático.

2.1.3 ESTABILIDAD

Es la variación temporal de la temperatura y u o humedad medida en la zona de calibración en un periodo suficiente para realizar el proceso de comparación teniendo en cuenta la constante de tiempo de los patrones e instrumentos. Se

cuantifica mediante la obtención de la desviación típica de las lecturas de los patrones.

2.1.4 ERROR DE MEDIDA

Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

2.1.5 CORRECCIÓN

Compensación de un efecto sistemático estimado.

2.1.5 INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

2.1.6 INTERVALO

Conjunto de los valores de magnitudes de una misma naturaleza que un instrumento o sistema de medida dado puede medir con una incertidumbre instrumental especificada, en unas condiciones determinadas.

(VIM , 2012)

2.1 ¿QUÉ ES LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?

2.2 TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud escalar que mide la cantidad de energía térmica que tiene un cuerpo.

(Fiscalab, s.f.)

2.3 PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

La ciencia de la termodinámica trata de las transiciones cuantitativas y reacomodo de energía como calor en los cuerpos de materia. La ciencia de la transferencia de calor está relacionada con la razón de intercambio de calor entre cuerpos calientes y fríos llamados fuentes y receptor. Cuando se vaporiza un Kg de agua o se condensa un Kg de vapor, el cambio de energía en los procesos es idéntico. La velocidad a la que cualquier de estos procesos puede hacerse progresar con una fuente o receptor independiente es, sin embargo, inherentemente muy diferente. Generalmente, la vaporización es un fenómeno mucho más rápido que la condensación.

Las leyes que pueden aplicarse a transiciones moleculares o atómicas, y aquellas temperaturas altas. Las fases de una sustancia simple, sólida, líquida y gaseosa, están asociadas con su contenido de energía térmica para extender la tensión. En la fase gas, la presencia de energía térmica adicional resulta en una separación relativamente completa de los átomos o moléculas, de la manera que pueden permanecer en cualquier lugar de un espacio cerrado.

2.4 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Hay tres formas diferentes en las que el calor puede pasar de la fuente al receptor, aun cuando muchas de las aplicaciones en la ingeniería son combinaciones de dos o tres. Estas son, conducción, convección y radiación.

2.4.1 CONDUCCIÓN

La conducción es la transferencia de calor a través de un material fijo tal como la pared estacionaria mostrada en la figura siguiente Figura 1 la dirección del flujo de calor será a ángulos rectos a la pared, si las superficies de las paredes son isotérmicas y el cuerpo es homogéneo e isotrópico. Supóngase que una fuente de calor existe a la izquierda de la pared y que existe un receptor de calor en la

superficie derecha. Es conocido y después se confirmará por una derivación, que el flujo de calor por hora es proporcional al cambio de temperatura a través de la pared y al área de la pared A.

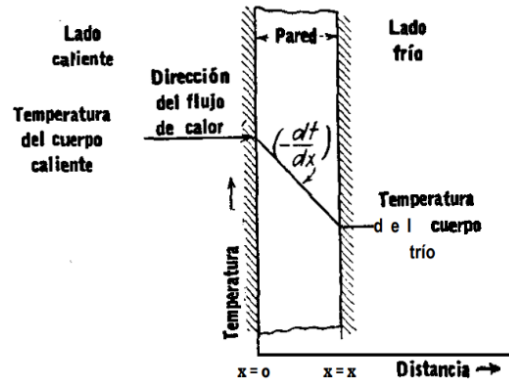


Figura 1 Flujo de calor a través de una pared

2.4.2 CONVECCIÓN

La convección es la transferencia de calor entre partes relativamente calientes y frías de un fluido por medio de mezcla. Supóngase que un recipiente con un líquido se coloca sobre una llama caliente. El líquido que se encuentra en el fondo del recipiente se calienta y se vuelve menos denso que antes, debido a su expansión térmica. El líquido adyacente al fondo también es menos denso que la porción superior fría y asciende a través de ella, transmitiendo su calor por medio de mezcla conforme asciende. La transferencia de calor del líquido caliente del fondo del recipiente al resto, es convección natural o convección programada

2.4.3 RADIACIÓN

La radiación involucra la transferencia de energía radiante desde una fuente a un receptor. Cuando la radiación se emite desde una fuente a un receptor, parte de la energía se absorbe por el receptor y parte es reflejada por él.

(Kern, 1999)

2.5 ¿CÓMO GENERA LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?

2.6 EFECTOS TERMOELÉCTRICOS

Conocidos como efectos termoelectricos, estos fenomenos, que involucran la correlación entre corrientes eléctricas y voltajes contra transferencias de calor y temperatura, son los principales artifices de que la termoelectricidad tenga cabida en el mundo de la refrigeración.

2.6.1 EFECTO SEEBECK

Convección neta energía térmica en eléctrica bajo la condición de intensidad de corriente nula (Herranz Pindado, 2008).

El efecto Seebeck también es regido por una fórmula matemática. El efecto producido es la aparición de un potencial eléctrico, V_0 , proporcional al gradiente térmico impuesto. La constante de proporcionalidad α_{xy} se denomina coeficiente termoelectrico dado en V/K o V/°C.

$$V_0 = \int_{T_c}^{T_h} \alpha_{XY} * dT \quad (1)$$

Donde T_h y T_c son las temperaturas del extremo caliente y el extremo frío, respectivamente.

2.6.2 EFECTO PELTIER

Enfriamiento o calentamiento de una unión entre dos conductores distintos al pasar una corriente eléctrica por ella. Depende de la composición y temperatura de la unión.

El efecto Peltier es el inverso del efecto Seebeck, el resultado producido es un flujo de calor transversal al conductor no homogéneo, es decir, la unión de metales, y se puede calcular por la ecuación:

$$q_p = -I * T(\alpha_x - \alpha_y) \quad (2)$$

Donde T es la temperatura conocida, la cual será más alta que la temperatura que se generará al otro lado del semiconductor, además, α_x y α_y son los coeficientes termoeléctricos de cada metal.

2.6.3 EFECTO THOMSON

Absorción o cesión de calor que tiene lugar cuando una corriente eléctrica circula a lo largo de un conductor que tiene diferentes temperaturas entre sus extremos.

El efecto producido es la aparición de un potencial eléctrico, V_T , proporcional al gradiente térmico impuesto, que da como resultado un flujo calor q_T :

$$V_T = \int_{T_1}^{T_2} T * \frac{d\alpha}{dT} * dT \quad (3)$$

$$q_T = I * V_T \quad (4)$$

Donde T_1 y T_2 son las temperaturas de las uniones de los metales.

2.7 CELDAS PELTIER

Una celda peltier mueve energía calorífica desde la placa fría a la placa caliente a través del control de la energía eléctrica proporcionada por una fuente de alimentación. Por lo general, una celda peltier está conformada por dos materiales semiconductores, uno tipo P otro tipo N, como lo muestra la figura. Las celdas que se comercializan en el mercado esencialmente están compuestas por dos tipos de elementos semiconductores: telurio de bismuto y seleniuro de antimonio.

La principal ventaja de utilizar celdas peltier en los procesos de refrigeración es la posibilidad de crear un flujo térmico a partir de una corriente eléctrica de manera directa y eficiente, que resultan perjudiciales para la capa de ozono.



Figura 2 Componentes de una celda peltier

2.7.1 APLICACIÓN EN REFRIGERACIÓN

Para seleccionar el equipo que satisfaga las necesidades de refrigeración es necesario conocer inicialmente:

- Temperatura de diseño del medio ambiente.
- Requerimientos de temperatura y humedad del producto almacenado.
- Dimensiones, tipo de construcción, aislamientos y exposición solar, si la hay, del cuarto frío.
- Clase de producto, cantidad o peso y clase de operación
- Servicio eléctrico, iluminación equipos, manejo del producto dentro del cuarto frío.

Físicamente, los elementos de un módulo Peltier son bloques de 1 mm^3 conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Tenemos en cuenta sus reducidas dimensiones de unos milímetros escasos, una sola celda puede alcanzar como máximo una potencia frigorífica de $0,5 \text{ W}$. Es decir, para conseguir potencias frigoríficas de 15 a 20 W hay que realizar baterías formadas, como mínimo por treinta o cuarenta celdas. De hecho, al aumentar el número de celda, aumenta la superficie irradiante y, por tanto, la potencia refrigerante ver figura 3.

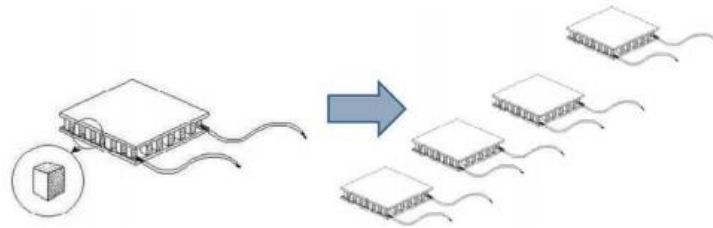


Figura 3 Arreglo de celdas peltier.

El desarrollo de las celdas Peltier ha permitido fabricar dispositivos capaces de disipar más de 100 W de calor y obtener una diferencia de temperatura entre sus caras de hasta 70 °C, como lo muestra la figura 4.

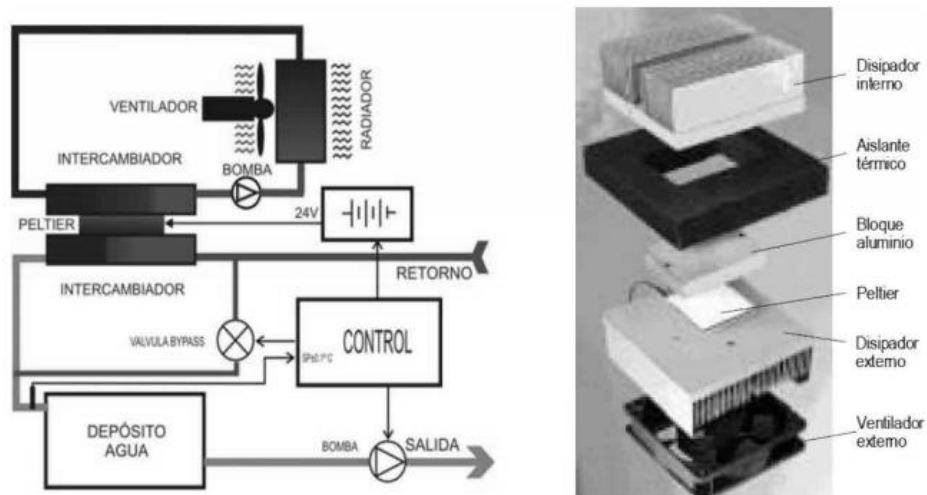


Figura 4 Montaje de un sistema de refrigeración usando celdas peltier.

(Rubio, 2017)

2.8 ¿CÓMO SE MIDE LA MAGNITUD DE TEMPERATURA?

2.9 TERMOPAR

Un termopar es un dispositivo para la medición de temperatura, basado en efecto termoeléctrico. Es un circuito formado por dos conductores de metales diferentes o aleaciones de metales diferentes, unidos en sus extremos y entre cuyas uniones

existe una diferencia de temperatura, que origina una fuerza electromotriz efecto Seebeck

2.9.1 TIPOS DE TERMOPAR

Tabla 1 Diferentes tipos de termopares

Tipo	Intervalo de temperatura °C	Materiales y Aleaciones (+) Vs (-)
Material base		
E	-270 a 1000	Níquel - cromo Vs. cobre - níquel
J	-270 a 200	Hierro Vs. cobre – níquel
T	-270 a 400	Cobre Vs. cobre – níquel
K	-270 a 1372	Níquel – cromo Vs. níquel – aluminio
N	-270 a 300	Níquel – cromo – silicio Vs. níquel – silicio – magnesio
Metal noble		
R	-50 A 1 768	Platino – 13 % rodio Vs. Platino
S	-50 A 1 768	Platino – 10 % rodio Vs. Platino
B	0 A1 1820	Platino – 30 % rodio Vs. Platino – 6 % rodio

(Medrano Guerrero, La guía MetAs, 2002)

2.10 TERMOMETRO DE RESISTENCIA DE PLATINO (RTD)

Los termómetros de resistencia eléctrica se fundamentan en el principio de que la resistencia eléctrica de los materiales depende de la temperatura, y varía de modo casi lineal al valor de esta.

El empleo del platino como sensor de temperatura fue propuesto por W. Siemens en 1871. El termómetro de resistencia de platino (RTD) es el instrumento indicado en la escala internacional de temperatura de 1990 (ITS-90) para ser usado en el intervalo comprendido de $-259,3467\text{ °C}$ punto triple del hidrogeno (PT-H = $13,8033\text{ K}$) y $961,78\text{ °C}$ punto de solidificación de la plata (PS-Ag = $1\,234,93\text{ K}$).

¿Por qué el platino es el mejor elemento sensor en el termometría? La sonda de platino ofrece una medición estable y exacta, como elemento termoresistivo tiene las siguientes características, las cuales lo hacen el mejor sensor:

- Químicamente inerte a altas temperaturas,
- Punto de fusión alto ($1\,772\text{ °C}$),
- Resistente a la oxidación a altas temperaturas,
- Coeficientes de resistividad relativamente alto ($10 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$),
- Relación altamente lineal de resistencia contra temperatura.

Dos de las más importantes características que definen el desempeño de los termómetros de resistencia son el grado de pureza y el diámetro del alambre.

Los materiales puros tienen un coeficiente de resistencia por temperatura positivo bastante constante. El coeficiente de resistencia por temperatura es la razón de cambio de resistencia al cambio de temperatura. Un coeficiente positivo significa que el factor de proporcionalidad entre la resistencia y la temperatura es constante y que la resistencia y la temperatura se gratificaran en una línea recta, en el RTD este coeficiente es conocido como alfa (α).

El diámetro del alambre afecta directamente a su resistencia y esta característica es indicada mediante el valor de resistencia nominal en el punto triple del agua (PT-

H₂O = 0,01) para un RTD patrón con la ITS-90, o en el punto de fusión del hielo (PF-H₂O = 0,00 °C) para un RTD industrial. Un alambre más delgado tendrá una resistencia nominal correcta.

Existen varias calidades de termómetros de resistencia de platino como son los termómetros de resistencia de platino como son los termómetros de resistencia de platino industriales, los cuales comparten ciertas características comunes satisfaciendo requisitos distintos.

Tabla 2 Tipos de termómetros de resistencia de platino

Material	Tipo de termómetro	Geometría	Intervalo de uso °C
Platino	Patrón	Capsula	-259 a 232
Platino	Patrón	Tallo grande	-200 a 660
Platino	Patrón	Alta temperatura	-660 a 962
Platino	Industrial	Cualquier forma	-200 a 850

El sensor está fabricado utilizando un alambre de platino de alta pureza, revestido de vidrio o cerámica y libre de tensiones que se embobina para formar un devanado no inductivo.

Tabla 3 Comparación de los sensores RTD y termopar.

CONSIDERACIÓN	RTD	TERMOPAR
Precisión	Más preciso	Menos preciso
Intervalo de temperatura	-200 a 850°C	-200 a 2000°C
Costo	Más caro (2 o 3 veces más)	Más económico
Sensibilidad	Sensitivo en la base	Sensitivo en la punta
Velocidad de respuesta	Más lenta	Más rápida
Tamaño	Más largo	Tan pequeño como sea posible
Unión de referencia	No aplicable	Requerida
Temperatura de superficie	Generalmente inconveniente	Conveniente
Efectos de vibración en la medida	Menos conveniente	Conveniente
Fuente de alimentación	Requerida	No requerida
Auto calentamiento	Aplicable	No aplicable
Estabilidad para periodos largos	Excelente	Menos satisfactoria
Robustez	Menos conveniente	Más conveniente
Terminales de conexión	Normalmente cobre	Material del termopar a la unión de referencia
Salida	Puente de resistencias (Aprox. 0.4Ω por °C) (Casi lineal)	Generación de Fem Metal base: aprox. 40 μ Volts por °C Metal noble: aprox. 10 μ Volts por °C (No lineal)
Captación eléctrica	Menos susceptible	Más susceptible

(Medrano Guerrero, La guía MetAs, 2002)

MOTORES ELECTRICOS

El motor eléctrico es la máquina destinada a transformar energía eléctrica en energía mecánica. El motor de inducción es el más usado de todos los tipos de motores, ya que combina las ventajas de la utilización de energía eléctrica - bajo costo, facilidad de transporte, limpieza, simplicidad de comando - con su construcción simple y su gran versatilidad de adaptación a las cargas de los más diversos tipos y mejores rendimientos.

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Son los más utilizados, porque la distribución de energía eléctrica es hecha normalmente en corriente alterna.

Motor de inducción: Funciona normalmente con una velocidad constante, que varía ligeramente con la carga mecánica aplicada al eje. Debido a su gran simplicidad, robustez y bajo costo, es el motor más utilizado de todos, siendo adecuado para casi todos los tipos de máquinas accionadas, encontradas en la práctica. Actualmente es posible el control de la velocidad de los motores de inducción con el auxilio de convertidores de frecuencia.

(WEG, 2016)

CAPITULO 3

2.11 TIPOS DE CONTROL

La forma en la que el elemento final de control actúa sobre el proceso para modificar sus condiciones se conoce como tipo de control. La primera característica a tener en cuenta es el tipo de acción que requiere proceso, es decir, de qué manera se comporta el elemento final de control (salida) ante un aumento de variable controlada. Así tenemos

2.11.1 ACCIÓN DIRECTA

La acción directa se refiere a un incremento en la magnitud de temperatura el controlador incrementa su salida. Esta acción también es conocida como acción de enfriamiento debido a que la aplicación típica es en aquellos procesos en los que se requiera enfriar un producto.

2.11.2 ACCIÓN INVERSA

La acción inversa se refiere a un incremento en la magnitud que se quiere controlar el controlador disminuye su salida. Esta acción también es conocida como acción de calentamiento debido a que la aplicación típica es en aquellos procesos en los que se requiera calentar un producto.

(Tecnologías de control, s.f.)

2.12 CONTROLADORES AUTOMÁTICOS.

Un controlador automático compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina la desviación y produce una señal de control que reduce la desviación a cero o a un valor pequeño. La manera

en la cual el controlador automático produce la señal de control se denomina acción de control. La Figura es un diagrama de bloques de un sistema de control industrial que consiste en un controlador automático, un actuador, una planta y un sensor (elemento de medición).

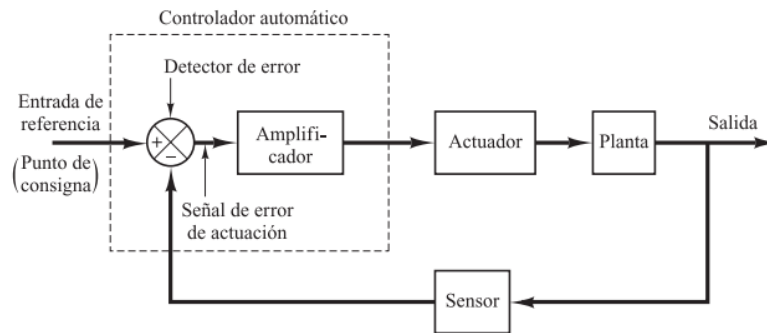


Figura 5 Diagrama de bloques de un sistema de control industrial, formado por un controlador automático, en actuador, una planta y un sensor (elementos de medición)

El controlador detecta la señal de error, que por lo general, está en un nivel de potencia muy bajo, y la amplifica a un nivel lo suficientemente alto. La salida de un controlador automático se alimenta a un actuador, como un motor o una válvula neumáticos, un motor hidráulico o un motor eléctrico. (El actuador es un dispositivo de potencia que produce la entrada para la planta de acuerdo con la señal de control, a fin de que la señal de salida se aproxime a la señal de entrada de referencia.) El sensor, o elemento de medición, es un dispositivo que convierte la variable de salida en otra variable manejable, como un desplazamiento, una presión o un voltaje, que pueda usarse para comparar la salida con la señal de entrada de referencia. Este elemento está en la trayectoria de realimentación del sistema en lazo cerrado. El punto de ajuste del controlador debe convertirse en una entrada de referencia con las mismas unidades que la señal de realimentación del sensor o del elemento de medición.

(Ogata, 2010) (Mazzone, 2002)

2.12.1 P: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL

Da una salida del controlador que es proporcional al error, es decir:

$$u(t) = KP \cdot e(t) \quad (5)$$

que descrita desde su función transferencia queda:

$$C_p(s) = K_p \quad (6)$$

donde K_p es una ganancia proporcional ajustable. Un controlador proporcional puede controlar cualquier planta estable, pero posee desempeño limitado y error en régimen permanente (off-set).

2.12.2 I: ACCIÓN DE CONTROL INTEGRAL

Da una salida del controlador que es proporcional al error acumulado, lo que implica que es un modo de controlar lento.

$$u(t) = Ki \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (7)$$

$$C_i(s) = \frac{Ki}{s} \quad (8)$$

La señal de control $u(t)$ tiene un valor diferente de cero cuando la señal de error $e(t)$ es cero. Por lo que se concluye que dada una referencia constante, o perturbaciones, el error en régimen permanente es cero.

2.13.3 PI: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL

Se define mediante

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (9)$$

Donde T_i se denomina tiempo integral y es quien ajusta la acción integral. La función de transferencia resulta:

$$C_{PI}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (10)$$

Con un control proporcional, es necesario que exista error para tener una acción de control distinta de cero. Con acción integral, un error pequeño positivo siempre nos dará una acción de control creciente, y si fuera negativo la señal de control será decreciente. Este razonamiento sencillo nos muestra que el error en régimen permanente será siempre cero. Muchos controladores industriales tienen solo acción PI. Se puede demostrar que un control PI es adecuado para todos los procesos donde la dinámica es esencialmente de primer orden. Lo que puede demostrarse en forma sencilla, por ejemplo, mediante un ensayo al escalón.

2.13.4 PD: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-DERIVATIVA

Se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (11)$$

Donde T_d es una constante denominada tiempo derivativo. Esta acción tiene carácter de previsión, lo que hace más rápida la acción de control, aunque tiene la desventaja importante que amplifica las señales de ruido y puede provocar saturación en el actuador. La acción de control derivativa nunca se utiliza por sí sola, debido a que solo es eficaz durante períodos transitorios. La función de transferencia de un controlador PD resulta:

$$C_{PD}(s) = K_P + sK_P T_d \quad (12)$$

Cuando una acción de control derivativa se agrega a un controlador proporcional, permite obtener un controlador de alta sensibilidad, es decir que responde a la velocidad del cambio del error y produce una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande. Aunque el control derivativo no afecta en forma directa al error al estado estacionario, añade amortiguamiento al

sistema y, por tanto, permite un valor más grande que la ganancia K, lo cual provoca una mejora en la precisión en estado estable.

2.13.5 PID: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVA

Esta acción combinada reúne las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales. La ecuación de un controlador con esta acción combinada se obtiene mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (13)$$

y su función transferencia resulta:

$$C_{PID}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (14)$$

(Mazzone, 2002)

CAPITULO 4

4. INTRUDUCCIÓN ANTES DE LA SELECCION DE MATERIALES

En esta sección se realizó una comparación sobre los cambios que se realizaron en la cámara climática, con base a las cámaras que ya existen en el laboratorio de humedad, con la ayuda del encargado del laboratorio con la experiencia que ya tiene y observaciones del comportamiento que hicieron con el transcurso de los años, todo se llevó a que se hiciera un análisis de cada una de los problemas que se obtuvieron, para que en la construcción de la nueva cámara climática se hicieran las correcciones necesarias y hacer una mejora. Obtener resultados similares o mejores con los cambios que se realizaran en la cámara climática.

4.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

Lo primero que se vió fue que ya se tenía el peltier fue uno de los primeros que se obtuvieron en la empresa.



Figura 7 Peltier



Figura 6 Parte superior del peltier

Un material que también ya se tenía es la caja de acrílico donde se montaría los componentes para hacer la cámara climática ya que la empresa lo había comprado.



Figura 8 Caja de acrílico.

4.2 ANÁLISIS DEL CAMBIO DEL MOTOR

La primera sustitución que se hizo fue con el cambio del motor donde se tomaron en cuenta las siguientes características de cada uno y el análisis de cada una de ellas, para así poder tomar una decisión con el propósito de tener una mejora.

Tabla 4 Comparación de motores.

MOTOR DE 1/10 DE HP	MOTOR DE 1/8 DE HP
Rango de Revoluciones por minuto: 1550	Rango de Revoluciones por minuto: 1750 a 1800
Amperaje: 3,3	Diámetro de eje: 1,27 cm
Voltaje: 115	Diámetro de flecha: Plano
Clase: B	Diámetro del círculo del perno: 13.018 cm
Temperatura ambiente: 40 °C	Diámetro del cuerpo: 14.29 cm

Para tomar esa decisión del nuevo motor que se iba adquirir se tomó en cuenta que fuera de un tamaño más grande con una mayor capacidad por que la principal deficiencia que tiene con el otro motor pequeño es que se calientan mucho, el uso

del motor es prácticamente es del todo el día y prácticamente afecta al exterior del laboratorio por que la temperatura debe de estar alrededor de los 19 °C a 20 °C y con el calor que transmiten es muy notorio.

MOTOR DE 1/8 HP

- Rango de Revoluciones por minutos: 1750 a 1800.
- Diámetro de eje: 1.27 cm.
- Diámetro de flecha: Plano.
- Diámetro del círculo del perno: 13.02 cm.
- Diámetro del cuerpo: 14.29 cm.
- Longitud sin flecha: 9.53 cm.

4.3 CAMBIO DE CONTROL DE TEMPERATURA

La segunda modificación es el controlador de temperatura que se hizo fue tabla de comparación donde se dio a conocer los distintos controladores que se tenía como opción a compra, se vio la ventaja y desventaja de cada fue a uno de ellos. Como se muestra en la siguiente tabla 5.

Tabla 5 Comparación de controladores.

CAL 'Temperature controller model 3330'	Omega 'Temperarture, proceso and strain controllers'	'RED LION Model P xv- TEMPERATURE'	TK Serie 4S
control PID	control PID	control PID	control PID
salidas de calor y frio	2 salidas	2 salidas	2 salidas
tipo termopar B,E,J,K,L,N,R,S,T RTD	Tipo termopar B,C,E,J,K,N,R,S, T,RTD	Tipo termopar RTD T,E,J,K,R,S,B,N,L,U y Txk	tipo termopar RTD K,J,E,T,L,W,U,R, S,B,C,G,P,
PRECIO USD \$288.79	PRECIO USD=\$395.56	PRECIO USD=\$165.75	PRECIO USD=\$137.98
Entrada termopar RTD, PT100 (2 o 3 cables), 4-20mA , 0-5V y 0-10V	Entrada de corriente de 4-20mA Y 24mA Entrada de voltaje -100 a 10mA,1-1V, -10-10V RTD entrada	Entrada de voltaje 0-5V y 0-10V, 0-20mA, 4-20mA, 0-50Ma	Entradas analogicas V=0-100mV, 0-5V,1-5V, 0-10V Corriente 0-20mA, 0-40mA
3 salidas: rele,SSD, 4-20mA 0-5V y 0-10V	salidas analogicas 0-10V SSR :20 a 265Vac	Salidas analogicas 4mA Y 0-10VCD	Salidas 11VCD ±2V Corriente 20mA

Analizando los controladores que ya se tienen las cámaras de temperatura que se encuentran el laboratorio de humedad ya que han tenido problemas con uno de ellos ya que uno de esos controladores sus botones es de grafito y cada que se hace un

cambio se va desgastando por eso se buscó un controlador que sus botones no se desgasten y también con las características que tenga el peltier ya que deben de tener dos salidas y que estas trabajen con voltaje.

- Tipo: Alta precisión.
- Voltaje: 110-220 V CA.
- Dimensiones: 48 x 48 mm.
- Control de salida: voltaje.
- SSR: 11 VDC \pm 2 V.
- Tipo de control: ON/OFF, P, PI, PD, PID control.

La tercera modificación sería el sensor que se utilizaría ya que actualmente se utiliza es un termopar tipo j y se cambiaría por un RTD se analizó las ventajas y las desventaja de cada uno de ellos. Como se muestra en la siguiente tabla 6

Tabla 6 Comparación de sensores de temperatura.

CONSIDERACIÓN	RTD	TERMOPAR
Precisión	Más preciso	Menos preciso
Intervalo de temperatura	-200 a 850°C	-200 a 2000°C
Costo	Más caro (2 o 3 veces más)	Más económico
Velocidad de respuesta	Más lenta	Más rápida
Captación eléctrica	Menos susceptible	Más susceptible

La cuarta comparación que se hizo fue sobre los controladores de velocidad ya que se vieron varios modelos.

Tabla 7 Comparación de controladores de velocidad

Control Velocidad, 1-1/4 pulg	Control Velocidad, Interruptor Negro	Control Velocidad,	Control Velocidad (Dayton)
Voltaje 115	Voltaje 120	Voltaje 115	Voltaje 115
Potencia de 720 W	Potencia de 540 W	Potencia de 360 W	Potencia de 1200 w
Precio: \$1006	Precio: \$1609	Precio: \$1000	Precio: \$1858

4.4 CONTROL DE VELOCIDAD

La selección del controlador de velocidad se basó en la potencia del motor en base a eso se buscó un controlador con esa característica en particular para así tener una buena regulación de velocidad sobre el motor.

- Voltaje 120.
- Tipo: Rotación, Ajustable.
- Potencia : 1200 W.
- Corriente: 10 A.

Los materiales que se componen las cámaras de temperatura que ya tienen en el laboratorio de humedad y una explicación breve de los cambios que se le fueron haciendo para tener un mejoramiento a la que se está construyendo.

4.5 CELDA PELTIER

- Voltaje 115.
- Corriente de 7.5 A.
- Frecuencia de 60 Hertz.
- Intervalo de operación de -10 °C a 70 °C.
- 2 salidas una de enfriamiento y otra de calor de 3-32 V dc.

4.6 VENTILADOR AXIAL

Este material también se tuvo que cambiar por otro por el tamaño que se cambió del motor y tiene que ser de las mismas dimensiones, ya que la función que va hacer es el enfriamiento del motor.

- Voltaje: 115 V.
- Pies Cúbicos por minuto a 0.000 in * Presión estática : 260.
- Ancho del ventilador: 14.92 cm.
- Diámetro del Ventilador: 17.15 cm.

La selección de este sensor fue para que tengas un buen control ya que actualmente se tienen termopares tipo j, se han obtenidos resultados que con el paso del tiempo se van deteriorando. Además que cuando se está calibrando el control se vuelve inestable.

4.7 SENSOR RTD 805 MARCA OMEGA

- Precisión de grado industrial (Clase "B", $\pm 0,12$ %).
- La misma construcción resistente del sensor que nuestros sensores de alta precisión, a un precio inferior.
- Opciones de detección flexibles y sencillas para una amplia variedad de aplicaciones de medición.

La selección de este sensor fue para que tengas un buen control ya que actualmente se tienen termopares tipo j, se han obtenidos resultados que con el paso del tiempo se van deteriorando. Además que cuando se está calibrando el control se vuelve inestable.

4.8 HÉLICE, ALT ASPA 3-1/2 PULG., 3 HOJAS GRAINGER MEXICO

- RPM en Alto: 1725.
- Voltaje de Entrada: 115 VCA.
- Paso: 40°.
- Diámetro del Propulsor: 30.48 cm.
- Caballaje Requerido en HP a Menores Revoluciones por Minuto: 1/250.
- Caballaje Requerido en HP a Mayores Revoluciones por minuto: 1/8.

4.9 ENSAMBLE DEL PROTECTOR DEL FILTRO DEL VENTILADO GRAINGER MÉXICO

- Diámetro: 17.78 cm.
- Para tamaños de ventilador: 17.15 cm.
- Materiales: Plástico, Poliuretano.

4.10 PROTECCIÓN DEL VENTILADOR GRAINGER MEXICO

- Para Tamaño de Ventilador: 17.15 cm
- Diámetro: 15.44 cm
- Orificios de Montaje al Centro: 16.19 cm
- Material: Acero

4.11 DISEÑOS

Hacer los planos en la computadora para llevarlos al torno y explicar cómo se quería el trabajo ya que se requiere hacer cortes especiales y la maquinaria óptima para trabajar con el acrílico ahí es donde tuvimos varios problemas con los tiempos ya que con el primer torno que se propuso no hizo el trabajo completo, por lo tanto tuvo que proponer otro torno para que terminara el trabajo los cortes que faltaban eran lo que más delicado se tenían que hacer por consiguiente se tardó mes y medio para terminar todos los cortes de la cámara.

En donde se hicieron los cortes:

Parte trasera donde se montaría en peltier. Tener más detalle alguno ir a los anexos 6.2.



Figura 9 Parte trasera de la caja de acrílico

Parte superior donde se montaría el motor.

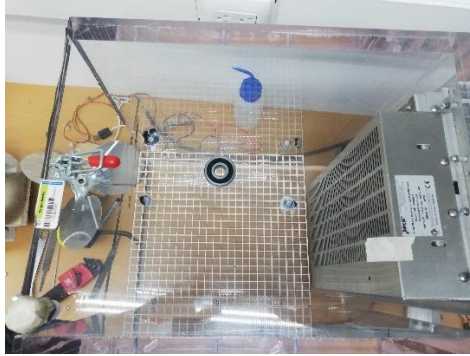


Figura 10 Corte superior de la caja de acrílico

Parte izquierda y derecha de la caja de acrílico donde se hicieron perforaciones para poner la rejilla.

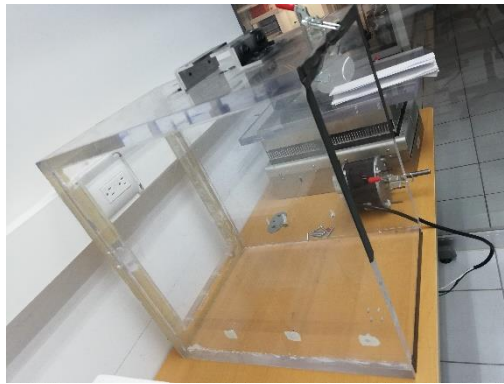


Figura 11 Parte izquierda del peltier

4.12 PRUEBA 1 FUNCIONALIDAD DEL PELTIER.

Esta prueba se realizó en un laboratorio a una temperatura de 20.8 °C con una humedad relativa de 63.4% y una presión de 854.4 hPa.

Un instrumento industrial que aprendí a utilizarlo fue un calibrador de proceso que lo identifica como el 744, donde su salida puede darnos cierto voltaje o corriente.

El Peltier sus salidas son de voltaje en lo que debe estar en un intervalo de 3 Volts a 32 volts para que enfrié o caliente en donde ya en el manual viene identificado cual es la función de cada uno.

En este caso lo que se simuló primero era el estado de enfriamiento por lo que se conectó a 10 Volts de la temperatura ambiente bajo en 30 minutos a una temperatura de 13 °C, por lo tanto no se dejó más tiempo por cuestiones que faltaban más componentes.

Después se hizo la siguiente prueba de calentamiento por lo que de la temperatura de 13 °C se aumentó a los 24 °C en un tiempo de 40 minutos donde se observa en la figura 22 como se hace el choque térmico.

La prueba que se hizo era para comprobar el funcionamiento del Peltier no se hizo el 100% ya después que se construya por completo se le hará la prueba pero ya con su respectivo controlador.

En las siguientes figuras se muestra como se hizo la simulación.



Figura 12 Fue bajando la temperatura



Figura 13 Donde se activó el modo de enfriamiento



Figura 15 Se aumentó la temperatura y hubo choque térmico.



Figura 14 Temperatura de 13 °C

4.13 PRUEBA 2 VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA CAMARA

Esta prueba se realizó en un laboratorio de mediciones especiales a una temperatura de 21.8 °C con una humedad relativa de 64.5 y una presión de 855.4 hPa.

En esta prueba se hizo lo siguiente con un variador de tensión, anenómetro (para medir la velocidad del viento m/s) y el tacómetro (medir la velocidad del motor).

En donde se midió en diferentes puntos de la cámara, en lo que me base en un punto de referencia en la parte de la puerta en el punto medio es donde se tiene contemplado poner el sensor de control donde se dio una velocidad de 3.5 m/s a una distancia de 3 cm de la puerta a una velocidad de las aspas de 655 revoluciones por minuto.

De ahí se fue moviendo el anenómetro a los costados que su variación de velocidad del viento fue de 3 m/s a una velocidad de 655 revoluciones por minuto.

Y en la parte de en medio a sus costados del lado derecho en donde se dio una velocidad de 6 m/s es el punto más alto que arrojó el anenómetro.

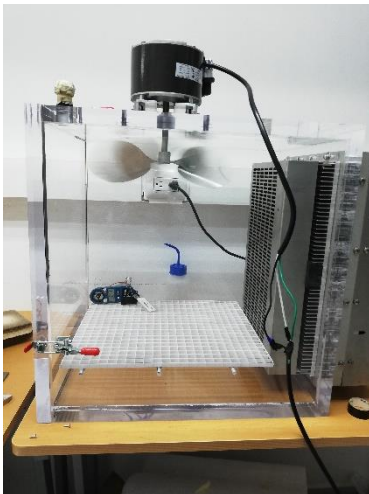


Figura 16 Punto izquierdo de la cámara 2.1 m/s

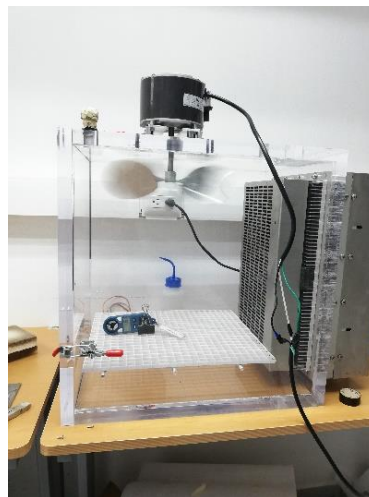


Figura 17 Punto de referencia 4 cm de distancia de la puerta

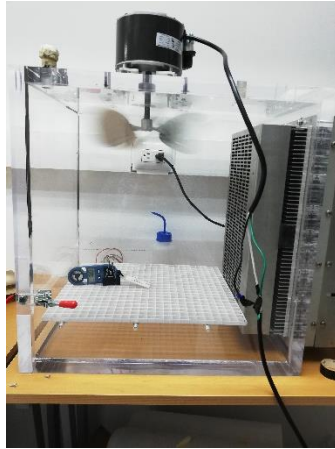


Figura 18 Punto de referencia a 3 cm de la distancia de la puerta de 3 m/s
En lo que se llegó al resultado que 3 m/s a 5 m/s no afecto en la homogeneidad en la cámara climática en lo que se hizo la siguiente prueba 4 donde se hizo un análisis de las revoluciones por minuto y la desviación.

4.14 PRUEBA 3 AJUSTAR Y CALIBRAR EL SENSOR DE TEMPERATURA

Este procedimiento se hizo en un laboratorio a una temperatura 22 °C una humedad relativa de 62.4% a una presión de 854 hPa.

Se hizo un ajuste con el sensor con el controlador por que influye mucho la longitud del sensor ya que primero se instaló sin extensión pero quedaba muy justo que se podía salir de su posición original, por lo mismo que se le hizo una extensión para que tenga un buen acomodo y se pueda mover de su posición.

Calcular el error que trae el controlador, poder ajustar si es necesario a lo que prosigue que lo ajustamos a 40 ya que tenía un setpoint de 4 °C esto se debió a que se puso una extensión al controlador.

Para lo que se utilizó el punto de hielo que este contempla la temperatura de 0 °C. Como se observa en la figura 28.

El controlador quedo configurado de la siguiente manera

Tabla 8 Configuración del setpoint.

Setpoint del controlador (°C)	Temperatura (°C)
2.6	0
22	20
58	60

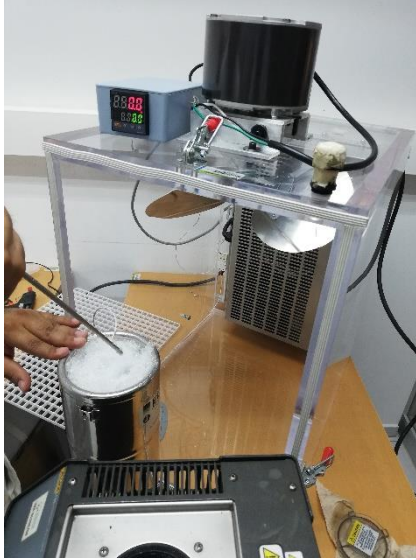


Figura 19 ajustar en 0 °, punto de hielo.

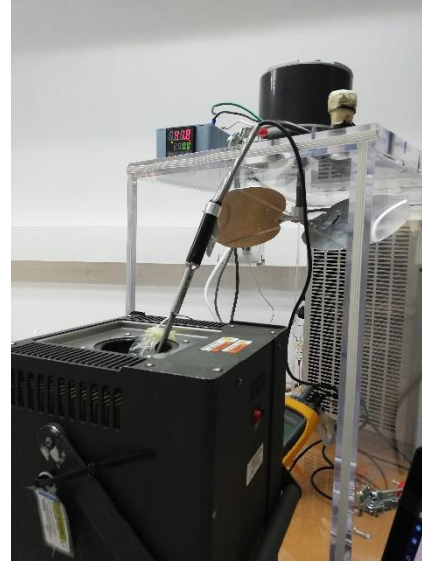


Figura 20 Ajustar a 40 en el setpoint del controlador.

4.15 PRUEBA 4 ANALISIS DE LA HOMOGENEIDAD DE LA CAMARA CLIMATICA COMPLETA

Se hizo en la prueba en el laboratorio de mediciones especiales que se encuentra en la empresa MetAs.

Por lo tanto tiene ciertas condiciones el laboratorio en las que trabaje durante el día, durante la mañana la temperatura era baja de 17 °C y se podía trabajar la temperatura más baja que era de 0 °C donde se tenía que mantener una temperatura menor que los 20 °C para que bajara a lo menor que daba el peltier.

Unos de los objetivos del proyecto era evaluar primeramente el peltier por que ya se había mandado a reparación en la parte de enfriamiento y no se la habían hecho pruebas hasta cuál era su límite en el enfriamiento por la situación que se debía tener ya casi por completa la cámara.

Los resultados que se dieron es que la mínima temperatura que se dio fue de 5 °C lo que sucedió después que le laboratorio cambio su temperatura los mismos grados que iban subiendo el cuarto y ya no se mantenía.

Como se muestra en la figura 27 donde se observa la colocación de 5 sensores donde esos sensores están conectados a un multiplexor donde manda la señal a un programa en la computadora que se llama '*Agilent BenchLink Data Logger Pro*' donde se encarga de analizar cada sensor y manda la temperatura de cada uno de ellos y te lo muestra en una gráfica donde se observa en la figura 28 el comportamiento de la estabilización de la temperatura y lo que hace computadora aguarda el análisis de los sensores hizo una captura de datos cada 10 segundos.

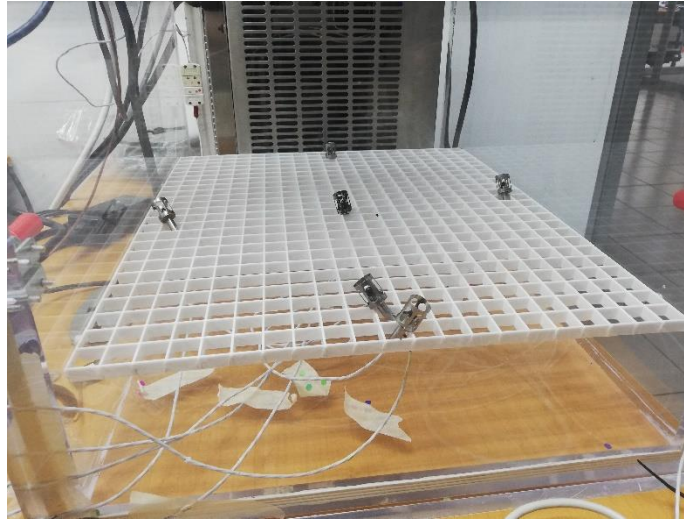


Figura 21 Colocación de los sensores RTD

En lo que se muestra en la siguiente grafica es el comportamiento de la homogeneidad de la cámara evaluando con los 5 sensores tipo RTD dejándolos un determinado tiempo en los cuales estos puestos en los puntos claves de la cámara climática donde utilizo un multiplexor para poder sacar datos de dicho tiempo donde se analizó cada temperatura se observa, como se muestra se muestra en la figura 28.

Los datos que dio la computadora se sacaron varias operaciones la primera es sacar el promedio de los resultados que dieron los sensores



Figura 22 Demostración del comportamiento de los sensores

En esta grafica se muestran los resultados que se arrojaron de la evaluación preliminar a la caracterización.

Donde eje X nos representa las revoluciones por minuto donde se hicieron pruebas de las mínimas que nos ofrecía el control de velocidad hasta llegar a las máximas.

En el eje Y nos muestra dos veces la desviación estándar donde la calcule con la siguiente formula

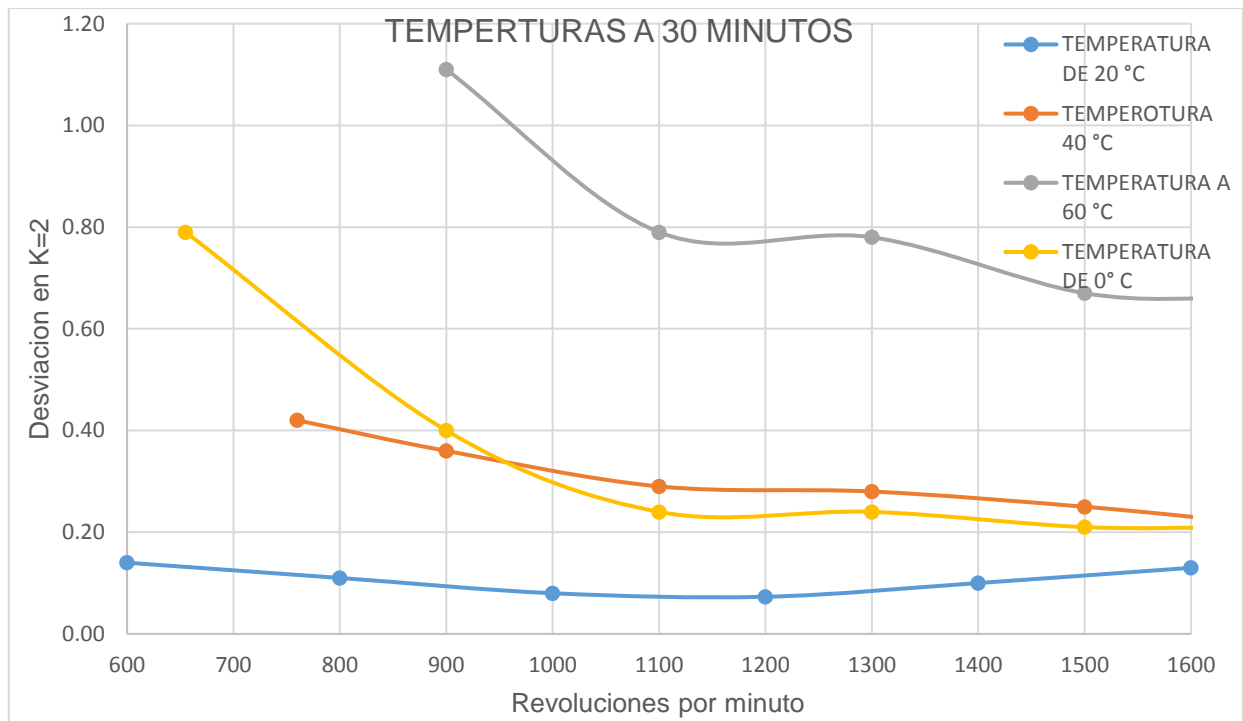


Figura 23 Comportamiento de la homogeneidad de la cámara completa.

De esta prueba que se realizo fue demasiado importante antes que se hiciera la caracterización de la cámara los puntos que se tomaron en cuenta serán a que revoluciones eran las óptimas en las que se tenía que poner la cámara y trabajara en cualquier temperatura que la dejaran se hizo mucho trabajo para solo la obtención algunos resultado, para tener el conocimiento por completo y así no tardar tanto en su caracterización en lo que se llegó a la conclusión que se trabajaría a las 1100 revoluciones por minuto como se muestra en la figura 23 donde se hizo el análisis.

4.16 CARACTERIZACION

En este punto yo solo actué como observador en la caracterización de la cámara, en lo que se hizo la prueba en el laboratorio de humedad donde ya quedaría establecida y se calibraran los instrumentos, uno de los puntos principales es en que se tiene que caracterizar la cámara climática donde se va a trabajar y de ahí no se debe de mover, ya que si se mueve de lugar se tiene que volver a caracterizar porque también afecta el cambio de temperatura del cuarto.

Donde se obtuvieron los siguientes resultados de las condiciones ambientales

Temperatura de 23,3 °C

Humedad relativa 55%

Presión atmosférica 849,0 hPa

En la siguientes imagen se observa cómo se acomodaron los sensores por toda la cámara se utilizaron 15 sensores RTD

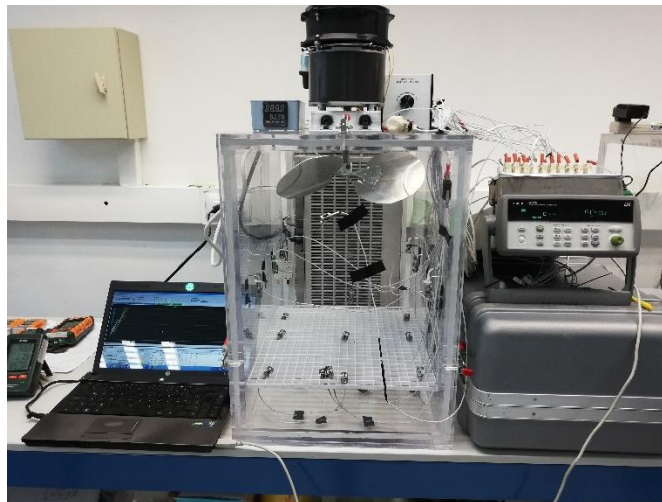


Figura 24 Caracterización.

En donde se realizó por dos días en cada temperatura se tenía que dejar de 2 a 3 hora, para la obtención de del certificado de la cámara climática, el personal de la empresa fue quien lo realizo.

En la siguiente imagen se puede observar en que ya después de su caracterización se puede trabajar con ella en la temperatura que se estaba calibrando el instrumento fue a 20 °C.

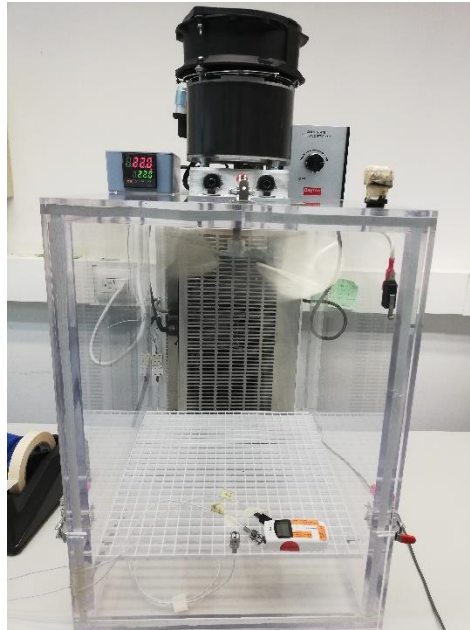


Figura 25 Calibración de instrumentó.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES DE PROYECTO, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA.

El proyecto que realizo ha contribuido de manera muy importante para identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación exitosa por la cual la cámara climática será muy útil para la fluidez de trabajo.

Uno de los factores muy importantes del proyecto sería el funcionamiento del Peltier ya que fue mandado a reparación y queda en la duda que el intervalo de 0 °C 60 °C, sea lo que se dé como resultado final con la caracterización de la cámara climática en donde se uno se va dar cuenta donde se verá el 100% del intervalo de temperatura.

En lo que consigue con la construcción de la cámara sería la velocidad del viento que hay dentro de la cámara por distintos puntos de 3 m/s a 5 m/s donde tendría una buena de homogeneidad espacial y también para una estabilidad de temperatura más rápida de un punto a otro en lo que se llevaron las pruebas que aunque se pase de esta velocidad del viento sigue existiendo la misma homogeneidad.

Otro punto muy importantes es que es la cotización de las compras que se hacen para la realización del proyecto por lo cual no consta de uno si no los tiempos de entrega y es donde se puede afectar la terminación de la entrega del proyecto.

Se entregó la cámara en óptimas condiciones para que empezar a calibrar los instrumentos.

5.2 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y U O APLICADAS.

Fue una experiencia muy importante lo que desarrolle en la empresa, uno de los puntos más importantes fue el de la teoría a la práctica que tuve una experiencia que tuve fue con el control de velocidad por la potencia que tiene el motor, que en

la primero que se compró no vario nada de velocidad y por consiguiente comprobamos con un variador de velocidad con mayor potencia en el cual ya vario mejor en lo cual eso fue un atraso en el proyecto.

Aprendí a cotizar los componentes que se ocuparían para el proyecto en la mis compra de ellos por internet, los tiempos que mejan en la tiendas en línea son muy extensos ya que a veces vienen desde los estados unidos y es un proceso muy tardado y eso hace que cambien el tiempo de la realización del proyecto.

Otra cosa con la que me tuve que enfrentar fue con los instrumentos industriales que eran nuevos para mí y por lo tanto me tenía que enseñar a manejarlos con ayuda de mi asesor externo.

Bibliografía

- Contreras, M. I. (2018). *Caracterización de Medios Isotermos*. Guzman.
Fisicalab. (s.f.). Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/temperatura#contenidos>
- Kern, D. Q. (1999). Proceso de transferencia de calor . En D. Q. Kern, *Proceso de transferencia de calor* (pág. 981). Mexico D.F.: MCGRAW HILL BOOK COMPANY, INC.
- M, M. &. (29 de Abril de 2019). *Instrumentos técnicos S.A.S*. Obtenido de <https://www.myinstrumentostecnicos.com/camara-climatica/que-es-una-camara-climatica/>
- Mazzone, V. (Marzo de 2002). *Controladores PID*. Obtenido de <https://www-eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>
- Medrano Guerrero, I. S. (Julio de 2002). *La guía MetAs*. Obtenido de <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-07-TC.pdf>
- Medrano Guerrero, I. S. (Noviembre de 2002). *La guía MetAs*. Obtenido de <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-11-RTD.pdf>
- Ogata, K. (2010). Ingeniería de control moderna . En K. Ogata, *Ingeniería de control moderna* (pág. 904). Madrid : PEARSON EDUCACION, S.A.
- Rubio, C. (Noviembre de 2017). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/321405271_Termoelectricidad_uso_de_las_celdas_peltier_en_el_campo_de_la_refrigeracion_y_sus_principales_aplicaciones
- Tecnologías de control*. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/390tecnologiasdecontrol/control-on---off>
- VIM . (2012). España.
- WEG, G. (Diciembre de 2016). *Motores electricos* . Obtenido de <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h6e/h82/WEG-motores-electricos-guia-de-especificacion-50039910-brochure-spanish-web.pdf>

CAPITULO 6

ANEXOS.

6.1 COSTO DEL PROYECTO

Cantidad	Descripcion	Precio en peso mexicano	Precio en dolares	Distribuidor	precio del dólar	fecha
1	Motor de 1/8 de hp con un voltaje de 115 v con una potencia de 195.5 whats	\$4,492.10	\$230.34	GRAINGER	\$19.50	21/11/2019
1	Peltier	\$22,225	\$2,225.00	TECA	\$10.10	07/08/2008
1	Control de velocidad, voltaje de entrada de 120V, whats maximo de 360	\$954.10	\$48.93	GRAINGER	\$19.50	21/11/2019
1	Control Velocidad, 115V, P Máx 2-1/2 pulg.	\$1,853	\$93.82	GRAINGER	\$19.75	18/09/2019
1	Control de velocidad (falsa empresa)	\$1,398	\$72.81	GRAINGER	\$19.20	09/11/2019
1	Ventilador axial, voltaje 115, 37 w	\$835.20	\$42.27	GRAINGER	\$19.75	21/11/2019
1	Aspa de tres hojas, de diametro de propulsor de 12 pulgadas	\$1,354.30	\$68.75	GRAINGER	\$19.75	21/11/2019
1	Sensor RTD de temperatura del aire, clase A 100Ω, de gran precisión.	\$2,895	\$146.58	OMEGA	\$19.75	21/11/2019
1	Caja de acrilico cristal 14mm 34 X 51	\$12,454	\$723.23	MACRYMAQ UETAS	\$17.22	29/09/2015
3	Abrazaderas de pestillo	\$2,070.60	\$108.41	GRAINGER	\$19.10	10/12/2019
1	Controlador de temperatura PID estandar de alta precision, salidas de control 2 SSRP.	\$2,675.37	\$137.98	Autonics Mexico	\$19.25	10/12/2019
1	Maquilado de la camara	\$5,568	\$291.52	Maquinados especiales	\$19.10	10/12/2019
1	Maquilado de la camara	\$1,100	\$57.59	Taller del torno y perfiladora Jimenez	\$19.10	10/12/2019
1	Protector del Filtro del Ventilador	\$141.50	\$7.16	GRAINGER	\$19.75	18/09/2012
1	Protección del Ventilador	\$100	\$5.06	GRAINGER	\$19.75	18/09/2012

1	Swch con apagador	\$26	\$31.86	NUEVO RADIO SERVICIO	\$19.10	10/12/2019
1	fusible con porta fusible	\$12.50		SATELITE		
2	Conectores pasamuros	\$160				
1	Caja de plastico para proyectos	\$80		CIRCUITEL		
1	Multicontacto (timer)	\$330		CIRCUITEL		
	TOTAL	\$60,724.70	\$4,291.31			

6.2 PLANOS DE LOS CORTES DE LA CÁMARA CLIMÁTICA

6.3 SISTEMA ELECTRICO DE LA CÁMARA CLIMÁTICA.

6.4 CERTIFICADO DE LA CÁMARA CLIMÁTICA.