



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NUEVO LEÓN
División de Estudios Profesionales

Trabajo de Titulación
Opción: Tesis

Proyecto: “Baño controlador de temperatura y ultrasonido”

ALUMNO(S):	Adolfo Alejandro Raygoza Esparza
NO. CONTROL:	15481119
CARRERA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR DE	Lic. Marta Alicia Casillas Careaga
RESIDENCIA:	
REVISORES:	

Guadalupe, N.L.

Marzo, 2020

Agradecimiento

A Dios Por darme la oportunidad de tener las oportunidades y puertas que se me han abierto para poder ir avanzando en toda mi carrera.

A mi madre por su amor incondicional, por ser un pilar fundamental en el desarrollo de mi persona y educación.

A mi pareja por ayudarme a sobrellevar toda mi formación académica en cuanto a la universidad, donde me acompaño hasta en las madrugadas a pesar de tener un trabajo donde debía levantarse temprano

Al personal educativo de tecnológico de nuevo león por darme una formación mas que suficiente para poder aprovechar ofertas laborales

Al personal del CICESE por ser grandes personas, con mucha paciencia y dar un ayuda para que yo fuera una mejor persona en el campo laboral, en especial a mi asesora linda garcia, por la paciencia brindada y no desesperarse en ningún momento, por las llamadas de atención en pequeños detalles que logran forman a una persona para bien.

Estoy muy agradecido con mis compañeros de trabajo por que me dieron la oportunidad obtener experiencia durante casi ya dos años

A mis compañeros de la escuela y amigos que tomaron un papel fundamental en mi vida académica donde amortiguaron muchos momentos difíciles de ella.

Resumen

La presente tesis, fue hecha con la finalidad de crear un producto que pudiera resolver un problema, el trabajo consiste en analizar una tina ultrasónica con control de temperatura ver cómo funcionaba, que actuadores, sensores y controladores pose y poder realizar una a partir de la idea que fuera funcional, segura y además económica.

El prototipo que se presentó, consta de dos sistemas que serían el control de temperatura, que puede manejar desde temperaturas de 30 grados Celsius hasta el punto de evaporación, el sistema de control de temperatura consta de un recipiente de acero inoxidable, una resistencia térmica, un sensor y el control electrónico, su funcionamiento es a partir de un termostato el cual tiene un relevador, que dependiendo de la temperatura deseada, este permite encender la resistencia térmica o apagar cuando ya se llegó a la temperatura deseada.

Además de esto el sistema consta de una limpieza ultrasónica, la cual funciona con señales de ultrasonido a altas frecuencias llegando a alcanzar hasta 40khz para que los transductores piezoeléctrico produzcan una vibración, estos están presente a los lados del recipiente con agua por la alta frecuencia de sonido se produce el fenómeno de cavitación, y gracias a este podemos obtener una limpieza profunda en utensilios, en películas delgadas o sustratos, resolviendo así el problema de impurezas en sustratos que tendrán un tratamiento térmico o a fin, además después de realizar una buena limpieza de sustratos se pueda realizar un depósito térmico de películas delgadas con el control de temperatura

Indice

1. Portada.....	1
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	2
4. Índice.....	3
5. Índice de graficas y tablas	4
5. Introducción.....	5
6. Descripción de la empresa	6
7. Planteamiento del problema.....	9
8. Objetivos	9
9. Objetivos específicos.....	9
11. Justificación.....	10
12. Alcances e importancias del proyecto.....	10
13. Beneficios esperados	10
13. Marco Teórico	11
14. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	16
15. Manual del sistema	31
16. Resultados.....	12
17. Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización.....	16
18. Manual del sistema.....	31
18. Conclusiones.....	33
19. Manual del temporizador.....	34
20. Manual del termostato.....	36
12. Bibliografía	38

Introducción

El siguiente trabajo es elaborado con la finalidad de realizar una máquina que pueda combinar dos sistemas independientes en uno solo, se pretende realizar un sistema de control de temperatura que sea capaz de mantener una temperatura deseada, además de desarrollar un sistema de ultrasonido que pueda ser activado en determinado tiempo querido.

El sistema completo consta de:

La limpieza ultrasónica tiene la ventaja es que permite una limpieza profunda, está dirigido principalmente para la limpieza de sustratos, por medio de ondas acústicas, estas provocan el fenómeno de cavitación donde millones de burbujas explotan, gracias a este fenómeno tenemos una limpieza profunda.

Ultrasonido: transductor de ultrasonido este dotará del inserto de vibración para la limpieza profunda con el fenómeno de cavitación, además del inserto de acero inoxidable que tendrá los transductores del ultrasonido y por último un temporizador que permitirá poner el tiempo deseado para la limpieza.

El sistema tiene implementado un sistema de control de temperatura, que permitirá realizar depósitos en películas delgadas, consta de un termostato programable y una resistencia que proporcionará el calor necesario. Control de temperatura: Resistencia que dotará al sistema de calor para la temperatura deseada, un termostato que permitirá llegar a la temperatura deseable, y el inserto de acero inoxidable.

En el proceso de creación del sistema, después del análisis, se propuso distintas soluciones y se escogió la más optima, enseguida se empezó a construir el sistema de control de temperatura y ultrasonido, después de realizaron pruebas de calibración de la intensidad de la resistencia y sensor de temperatura, los cuales nos dieron resultados mejores que los esperados con un margen de error de 0.2 grados Celsius hasta 0.4 grados Celsius algo tolerable en nuestro sistema de temperatura, además de que el sistema de ultrasonido funciono correctamente después de una buena posiciones de los transductores de ultrasonido.

Descripción de la empresa y del puesto o área del trabajo el estudiante

El proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C (CICESE) cuya ubicación es Alianza Centro 504, Km. 10 Autopista Aeropuerto Parque de Investigación e Innovación Tecnológica Apodaca, Nuevo León, México.



Imagen 1.0 fotografía de las instalaciones del Cicese

Misión

Generar conocimiento y tecnología que contribuya a la solución de problemas universales, nacionales y regionales, realizando investigación básica y aplicada y formando recursos humanos a nivel posgrado en ciencias biológicas, físicas, de la información, del mar y de la Tierra, dentro de un marco de responsabilidad, ética y liderazgo en beneficio de la sociedad.

Visión

Ser el centro público de investigación con mayor impacto transformador en la sociedad a través de sus investigaciones y de la formación de recursos humanos de alta calidad.

Objetivos

Generar conocimiento científico a través de proyectos de investigación en las áreas de especialidad del centro.

Formar recursos humanos a nivel de maestría y doctorado en las áreas de especialidad del centro a través de programas de posgrado de calidad reconocida.

Fortalecer la vinculación con los sectores público, privado y social a través de proyectos de investigación y desarrollo, servicios tecnológicos, de consultoría y programas de capacitación.

Valores

Compromiso: Tenemos el compromiso de generar un ambiente de trabajo adecuado para cumplir nuestras metas.

Espíritu de colaboración: Valoramos un equipo de trabajo con un alto espíritu de colaboración para generar trabajos de calidad.

Descripción de las funciones y responsabilidades

Responsabilidad: Tenemos una responsabilidad con la calidad de nuestro servicio hacia el cliente.

Intención de este apartado

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, fue creado en 1973 por el gobierno federal como parte de la iniciativa para descentralizar las actividades científicas y modernizar el país. El CICESE pertenece al sistema de centros públicos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y a lo largo de más de cuatro décadas, ha evolucionado hasta convertirse en uno de los principales centros científicos de México.

El CICESE es una institución de referencia en el contexto científico nacional e internacional, su excelencia académica apoya el desarrollo nacional, la formación de recursos humanos y contribuye a generar el conocimiento que puede coadyuvar en la solución de problemas que afectan el entorno social y económico de México.

Antecedentes

Termostato

Al paso de los años la tecnología va avanzando de acuerdo a las necesidades de las personas, una de ellas es la limpieza industrial y el control de temperatura, la limpieza es algo indispensable si requerimos de resultados sin que nos afecten impurezas, sustancias que no consideramos en nuestros experimentos o pruebas, gracias a la limpieza ultrasónica podemos obtener limpieza de piezas mecánicas, como inyectores de gasolina, además que su uso en laboratorios acelera las pruebas en sustratos y películas delgadas ya que antes de realizar un depósito en ellas se necesita una limpieza a mano muy tediosa y tardada, con la limpieza ultrasónica aceleramos el proceso y evitamos el error humano ya que hay impurezas que el ojo humano no puede detectar y muy probablemente la limpieza no sea completa. El control de temperatura se ha convertido en algo indispensable desde el hogar (tostadoras, parrillas eléctricas y boiler), hasta en la industria en procesos donde requerimos una temperatura ideal para ciertos procesos químicos, o hasta el enfriamiento de máquinas que tienen temperaturas altas y gracias a un radiador nos permite bajar la temperatura y alargar la vida útil de nuestras máquinas.

Termostato

El invento del termostato, fue por un holandés, Cornelius Drebbel en el año 1620, él era un alquimista, invento un horno para incubar huevos controlado por un termómetro y un regulador de tiro muchos lo consideran la primera máquina de la historia.

La implementación en fábrica inicio con el invento del escocés Andrew Ure en el año 1830, conocido por sus experimentos con electricidad y cadáveres, él creó el primer termostato bimetálico y además lo implementó en la industria textil, para controlar la temperatura automáticamente, este invento fue un factor importante para la producción en masa. El primer termostato eléctrico fue presentado por Albert Butz en Estados Unidos el año 1880 patentando un regulador para hornos de carbón controlado por un termostato.

En 1900 Mark Honeywell incorporó un reloj que nos serviría para ajustar automáticamente la temperatura para el día siguiente. En el año de 1980 nacieron los termostatos de forma digital, con paneles digitales y con botones que permitirían la programación de los termostatos.

Ultrasonido

El descubrimiento del ultrasonido fue por un biólogo italiano, Lazzaro Spallanzani descubrió en el año 1700 la existencia de estas ondas, observándolas en la naturaleza, específicamente en como los murciélagos atrapaban a sus presas.

Tuvo que pasar mucho tiempo para que se pudiera implementar las ondas de ultrasonido, fue hasta la segunda mitad del siglo 19 cuando los hermanos Pierre y Jacques Curie, descubren el efecto piezoeléctrico.

Planteamiento del problema:

La limpieza en sustratos es un proceso obligatorio si se quiere realizar un depósito en ellos, se necesita que el sustrato este demasiado limpio a tal grado donde cualquier impureza puede afectar en los resultados finales o esperados, gracias al sistema combinado donde se pueden llevar acabo los dos procesos en un mismo sistema simplifica la tarea de realizar un buen depósito de químicos en sustratos, al realizar una limpieza profunda y enseguida realizar el depósito facilita la tarea y mejora resultados.

Objetivos:

Objetivo general:

Diseñar un sistema que permita controlar temperatura (rango), para que nos permita realizar depósitos en películas delgadas.
Emplear un sistema de limpieza ultrasónica para películas delgadas y sustratos.

Objetivos específicos

1. Analizar el funcionamiento ultrasonido y replicarlo a partir de un modelo comercial.
2. Analizar la función del control de temperatura y replicarlo a partir de un modelo comercial.
3. Estudiar el funcionamiento del ultrasonido y control de temperatura.
4. Proponer una solución a la replicación del proyecto
5. Desarrollar un sistema de control de temperatura
6. desarrollar un sistema de ultrasonido eficiente y funcional
7. Ensamblar todo el sistema
8. Poner en práctica los conocimientos adquiridos
9. Analizar el funcionamiento de los sistemas en conjunto

Justificación

El presente proyecto permitirá desarrollar un dispositivo controlador de temperatura desde su diseño hasta su construcción, este dispositivo constara de un sistema controlador de temperatura, así como el sistema de ultrasonido con la finalidad de poder producir un modelo económico y replicable para un uso más común en laboratorios donde las aplicaciones pueden ser diversas, siendo estas realizadas de manera eficaz, rápida, sencilla y sin desgaste humano.

Alcances e importancias del proyecto

El proyecto podrá ser recreado, ya que tiene un costo económico a comparación de un baño controlador de temperatura

Se realizará un estudio de una inserto de limpieza ultrasónica y temperatura para definir como es su funcionamiento

Se identificará los controladores, actuadores y sensores que utiliza el sistema

Se realizará un prototipo de un sistema de control de temperatura, además de realizar pruebas si es funcional el

Este proyecto podrá dar un apoyo en los depósitos de sustratos y limpieza de sustratos, a su vez acelerará estas pruebas ya que en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) no hay un dispositivo que pueda realizar las pruebas antes mencionadas

Beneficios esperados

Con el siguiente proyecto se pretende mejorar las pruebas de laboratorio en el CICESE, esperando que el producto se pueda llevar acabo siendo un sistema funcional, eficiente y seguro, además de permitir oportunidades para nuevos alumnos en sistema dual si se obtienen buenos resultados en el proyecto.

Se pretende poder aplicar los conocimientos adquiridos, siendo capaces de poder emplear un sistema de control, con conocimientos de electrónica, diseño y control. Además de adquirir habilidades para poder crear un prototipo desde la investigación, cotizaciones y desarrollo del proyecto.

Marco teórico

Control básico

El control es un sistema utilizado desde hace muchísimo tiempo, se empezó a utilizar desde 1922 por Minosky con controladores automáticos de dirección en barcos, mostrando en ellos una estabilidad en su sistema.

El control consiste en un sistema que permite tener un valor deseado, por ejemplo en nuestro caso controlaremos la temperatura, y queremos una temperatura deseada, en este caso el valor deseado es una temperatura específica, el sistema de control consta de 5 partes muy importantes que sería, el controlador, comparador, actuador, sistema o planta y sensor, todos son importantes en el sistema que deseamos controlar, el comparador en si es el comparador la función de esta es saber cuál es la diferencia entre el valor leído el valor deseado, el actuador es el que físicamente realiza una función específica para poder cambiar el valor deseado, por ejemplo una resistencia esta se calienta para cambiar la temperatura, un pistón que se abre el vástago para modificar una cierta posición, el proceso o sistema es el que externamente del proceso de control puede tener perturbaciones las cuales va a modificar el valor deseado y por último el sensor es el que se encarga de leer el valor que se está censando

Control de temperatura

Para nuestro sistema de control de temperatura, nuestro valor deseado será la temperatura, entonces utilizaremos un termostato que sería nuestro control, una resistencia que sería nuestro actuador, un sensor de temperatura, y el nuestro sistema o planta es el inserto de acero inoxidable, con el termostato podemos programar que valor deseado queremos (temperatura) y este entra en automático, activándose el relevador cuando el sensor mida una temperatura menor a la deseado, y este se apaga cuando supera la temperatura (el relevador se desactiva)

Termostato

Los termostatos se usan desde 1830, por un escocés Andrew Ure, era conocido los experimentos con electricidad y cadáveres, el primer termostato fue bimetálico, diseñado para controlar automáticamente temperaturas en las fábricas de textiles.

Cuando hablamos de un termostato podemos entender que es un dispositivo que puede controlar la temperatura automáticamente, es parte de un sistema de control donde este es el encargado de abrir y cierra un circuito electrónico para que el actuador que podría ser una fuente de calor o disipador de temperatura pueda actuar en el sistema donde se está controlando una temperatura deseada Los termostatos son usados en distintos lugares, desde la industria, hasta en el hogar, también son utilizados en laboratorios, en los automóviles, y en si en todo sistema o lugar que quieran tener una temperatura deseada para distintos fines.

Termostatos en la industria

Se utilizan los termopares, termostatos para poder tener temperaturas ideales, y evitar que motores, drivers se sobrecalienten y se dañen, y en radiadores cuando llega a cierta temperatura la maquina enciende el ventilador del radiador y

Hogar

Se utilizan en su mayoría en aparatos domésticos, que podrían ser en parillas eléctricas, refrigeradores, y freidoras, también podemos ver un claro ejemplo en los aires acondicionados donde se utiliza el termostato para poder encender y apagar el compresor

Termostato y funcionamiento

Se utilizo un termostato w2809 de 12vdc, permite medir temperaturas a través de su sensor, y a través de un relevador nos permite controlar la temperatura. Como en la imagen 2 se puede ver el termostato

Corriente: 200mA

Potencia: 2.4w

Temperatura: -50°C hasta llegar a los 110°C



Imagen 2
termostato

Sensor de temperatura

Un sensor es un aparato utilizado en la electrónica para poder medir magnitudes físicas, este caso la temperatura, un sensor de temperatura muy típico es el bimetálico, que está compuesto por dos láminas de metal, cada una de diferentes materiales y características. El funcionamiento es simple, tiene dos láminas de distintos metales, una de bronce y otra de acero, cuando se someten a una fuente de calor, el bronce se dilata y se expande y el cobre se contrae, formando entre si una curvatura, esa curva es proporcional a la temperatura que está expuesta. Se puede observar en la imagen 3 el fenómeno de la dilatación de las láminas.

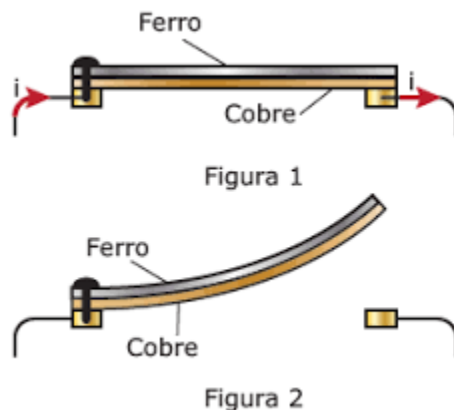


Imagen 3 de las láminas de bronce y de acero, y la dilatación que presentan.

Sensor de temperatura ntc 10k este sensor tiene la característica que es sumergible, esta dotado de una buena precisión. Se puede observar la imagen 4 el sensor de temperatura

Voltaje de alimentación 3v-5.5v

Rango de medición real: -30c hasta 120c

Exactitud: mas menos 1 (-10°c/85°c)



Imagen 4 Sensor de temperatura ntc 10k

Resistencia

Para el calentamiento se utilizó una resistencia de una parrilla eléctrica, con una buena eficiencia.

Se implemento una resistencia de una parrilla eléctrica porque tiene temperaturas altas y en combinación con el dimmer nos permite tener varias calibraciones posibles, si se necesita llegar a temperaturas de evaporación, o temperaturas bajas o medianas. En la imagen 5 se puede observar la resistencia de temperatura



Imagen 5 Resistencia de calor de una parrilla eléctrica

Dimmer

Dispositivo electrónico que permite regular la intensidad, de un dispositivo de luz, pero también puede ser utilizado para la resistencia, se optó para utilizar este dispositivo por que la rampa de temperatura era muy alta, se utilizó para reducir la temperatura que dará la resistencia y evitar picos de temperatura, además de cambios drásticos en la temperatura del agua. En la imagen 6 se puede observar como es el dimmer



Imagen 6 Dimmer

Ultrasonido

El ultrasonido se puede ver como la vibración mecánica de frecuencia superior a la de las que puede percibir el oído que puede ser desde los mayor a 20khz

El ultrasonido es un equipo que transfiere ondas mecánicas de mayor frecuencia que las del sonido, a través de un medio físico como puede ser un gel específico, que permite que pueda propagarse y transmitir energía (calor profundo) gracias a la vibración que producen dichas ondas

Aplicaciones industriales

Los ultrasonidos también tienen importantes aplicaciones en la industria, según los valores de su frecuencia y su intensidad.

Se utiliza para sensores donde mide distancia

Medicina

Vaporizadores

Aparatos médicos que pueden identificar enfermedades

Aparatos que permiten ver el estado de los bebés

Examinar muchos de los órganos internos del cuerpo

Terapias, Cicatrices, relajación muscular

En el año de 1970 Donald Baker pudo realizar el primer rastreo de flujo vascular al combinar el registro del Doppler con una imagen bidimensional de ultrasonidos. En el año de 1976 también se determinó por primera vez el flujo de las arterias renales por esta técnica. Las aplicaciones son amplias, desde la industria hasta en la medicina. Se pueden usar en talleres mecánico para limpieza de inyectores de gasolina, en la industria en los sensores, en talleres de relaciones de tarjetas o pcb donde se utiliza la vibraciones para limpieza y quitar impurezas, en la medicina se utiliza en vaporizadores, para la realización de sonogramas, para examinar si hay cáncer de seno, también para examinar si hay alguna enfermedad en algún órgano interno.

Transductores piezoeléctricos de ultrasonido

Es la capacidad que tienen algunos cristales para producir energía eléctrica al ser sometidos a tensiones mecánicas, por ejemplo, cuando son comprimidos o al recibir algún golpe estos generan electricidad y si inducimos electricidad estos provocarían vibraciones, una de las características principales del piezoeléctrico al someterlos a presiones o fuerzas mecánicas, estos pueden recuperar su forma original.

En la naturaleza se encuentran como: cuarzo turmalina

El transductor de ultrasonido es el actuador principal en nuestro sistema de ultrasonido, se caracteriza por tener una vibración alta ya que responden a frecuencias muy altas.

Piezoeléctrico

Temporizador programable

Dispositivo electrónico que permite programar un cierto tiempo de encendido, dependiendo del tiempo deseado que programes este permanecerá ese tiempo encendido, los temporizadores son usados en muchos campos en su mayoría en la industria, pero lo podemos ver muy claro en aparatos electrónicos, algunos por ejemplo los microondas poseen al menos un temporizador, desde los que tienen un potenciómetro y podemos girarlo, para tener el tiempo que se desea hasta los digitales donde ponemos un tiempo que queremos que este pueda calentar la comida

Pcb drive de potencia

Esta tarjeta electrónica es la encargada de generar frecuencias altas las cuales permiten el buen funcionamiento de los transductores de ultrasonido

Procedimiento y descripción de las actividades

A partir de un baño controlador de temperatura con ultrasonido, que estaba dañado se analizó cómo funcionaba, se estudió los distintos sensores, sistemas de control, y actuadores que se necesitaban para este proceso.

La idea era realizar una réplica de este baño controlador de temperatura, y si se pudiera realizar una reparación del mismo, después de analizar que utilizaba un sensor de temperatura, un reloj digital que activaba el ultrasonido y aparte un control de temperatura a partir de un termostato y además de una tierra física situada en la parte baja del inserto de acero inoxidable, se analizó y se vio el estado físico de tarjetas si tenía corrosión, si tenía un cable mal conectado o algo parecido y se encontró que la tierra física había sufrido un sobre amperaje y la tuerca que permitía contacto la tierra con el inserto estaba flameado y además estaba fundido el tornillo, se realizó una sustitución de la tuerca y tornillo y el aparato encendió. En la imagen 7 se observar el sistema comercial de control de temperatura y ultrasonido



Imagen 7 Baño controlador de temperatura y ultrasonido comercial

A partir de este análisis se pudo empezar a tomar decisiones, y buscar en el mercado lo más ideal para el proyecto

Proceso de creación del Control de temperatura

Propuesta: se propuso utilizar varios termostatos digitales el primero fue MH1210W el cual tiene buenas características con un buen margen de error de temperatura de más menos 1 grado Celsius, además de poder controlar voltajes 110ac y 220ac y una alimentación de 110ac El otro termostato que se propuso fue un W2809 el cual era pequeño con un sensor de margen de error más menos de un grado Celsius además de ser sumergible y rangos de medición que necesitamos y son desde -50 grados Celsius hasta 110 grados Celsius lo cual es perfecto para los rangos de temperatura que tendremos , con la capacidad de controlar con el relevador 110ac. Se escogió el termostato W2809 por el hecho de que sus dimensiones eran pequeñas, pesaba poco, la alimentación de 12dc ya que podríamos alimentarlo fácilmente con un alimentador que se tenía a disposición, y sería muy fácil la implementación en cualquier carcasa. En la imagen 8 se puede observar cómo es el termostato físicamente.



Imagen 8 Termostato W2809

Inserto de acero inoxidable

Se optó por utilizar un inserto de acero inoxidable porque para la limpieza de piezas, sustratos o películas delgadas utilizaremos agua destilada, alcohol o sustancias que posiblemente provocarían una oxidación al lugar donde se realizarían. Además de que el grosor del metal es muy pequeño lo cual le da un peso que beneficiaría el ultrasonido ya que no es pesado y facilitaría consigo la vibración. En la imagen 9 se puede observar cómo es físicamente el inserto de acero inoxidable



Imagen 9 inserto de acero inoxidable

Modificación de la parrilla eléctrica

La parrilla eléctrica cuenta con un pequeño termostato de 5 temperaturas, el cual funciona con el mismo principio del termostato digital, este se enciende hasta llegar a cierta temperatura y luego apaga, para que este no afectara nuestro sistema se desconectó este termostato y se conectó directamente la resistencia a los cables. En la imagen 10 puede percibir cual fue el resultado después de la modificación eléctrica de la parilla

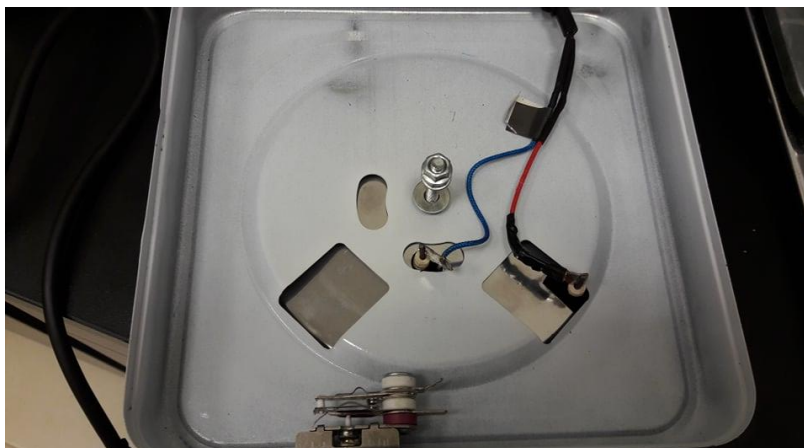


Imagen 10 Parte interior de la parrilla eléctrica

Pruebas de temperatura y funcionamiento del termostato

Para probar el funcionamiento del termostato se utilizó una fuente de 12vdc, un sensor de temperatura, una resistencia de una parrilla eléctrica, cable y una clavija, la conexión eléctrica fue la siguiente, se conecta los 12dc en el primer y segunda entrada, en s1 se conecta a 110ac, después s2 se conecta a un cable de la resistencia, por último el cable que falta de la resistencia se conecta a 110ac, con esta conexión vamos a permitir que el termostato cierre el circuito, cuando el sensor le mande una señal. En la imagen 11 se puede observar como es la conexión eléctrica del termostato y el dimmer.

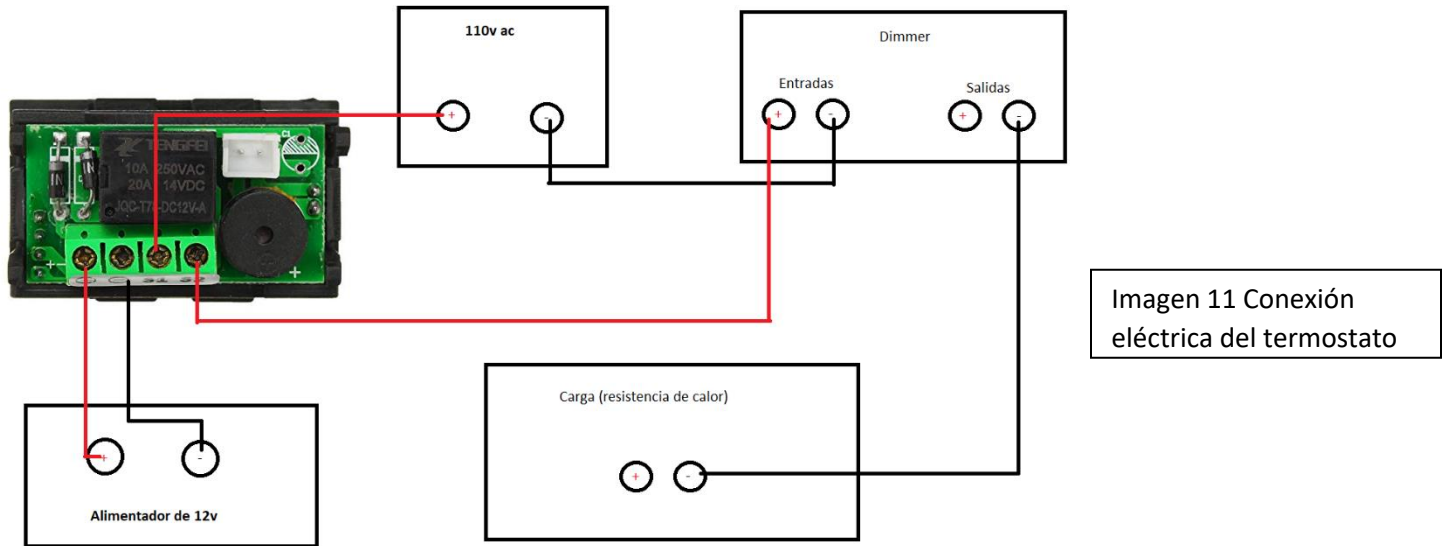


Imagen 11 Conexión eléctrica del termostato

El termostato tiene varias programaciones, principalmente se utiliza para calentar o enfriar, la programación hace lo siguiente, activamos una temperatura deseada, cuando el sensor detecte que se sobrepasó la temperatura deseada, le manda una señal al termostato y este enciende el relevador y con este cerramos el circuito eléctrico para que se encienda nuestro actuador en nuestro caso es la resistencia de calor, la cual proporcionara calor al inserto de acero inoxidable. En la siguiente imagen podemos ver el termostato funcionando, cuando el termostato enciende la resistencia de calor enciende el led rojo de la derecha.



Imagen 12 Termostato funcionando

El panel es muy sencillo y aparte muy fácil de leer, la lectura en rojo, o el número superior del panel, es la temperatura leída por el sensor, y el número turquesa o el de abajo es la temperatura deseada, podemos modificar la lectura en grados Celsius o grados Fahrenheit

Limpeza del ultrasonido

A partir del baño controlador de temperatura y ultrasonido se analizó cómo funcionaba tenía una pcb que generaba altas frecuencias desde 20khz hasta 50 khz de 100 w- 200w de potencia, además de utilizar transductores de ultrasonido, y programa un temporizador con un relevador que encendía y apagaba el sistema, a partir de este sistema funciona, se decidió conseguir los componentes necesarios para hacer una réplica, se realizaron varias cotizaciones de los transductores y las placas generadoras de frecuencia, se compró el siguiente transductor de ultrasonido capaz de realizar vibración de altas frecuencias hasta 40khz, en la siguiente imagen podemos observar la tarjeta pcb de potencia y el transductor de ultrasonido.



Imagen 14 Cámara termográfica y termostato con muy poca diferencia de temperatura

Alimentación: 110v

Frecuencia de salida: 28khz

Potencia 100w

Los transductores de ultrasonido se instalaron en el inserto de acero inoxidable en las partes laterales, para la instalación de los traductores se utilizó el producto de plastiacero un polímero que al combinar dos sustancias se endurece, teniendo resistencia y un poco de elasticidad la cual nos permitirá transmitir la vibración al inserto de acero inoxidable las tarjetas generadoras de altas frecuencias estaban incluidas con los transductores de ultrasonido, lo cual facilito la implementación del sistema de ultrasonido

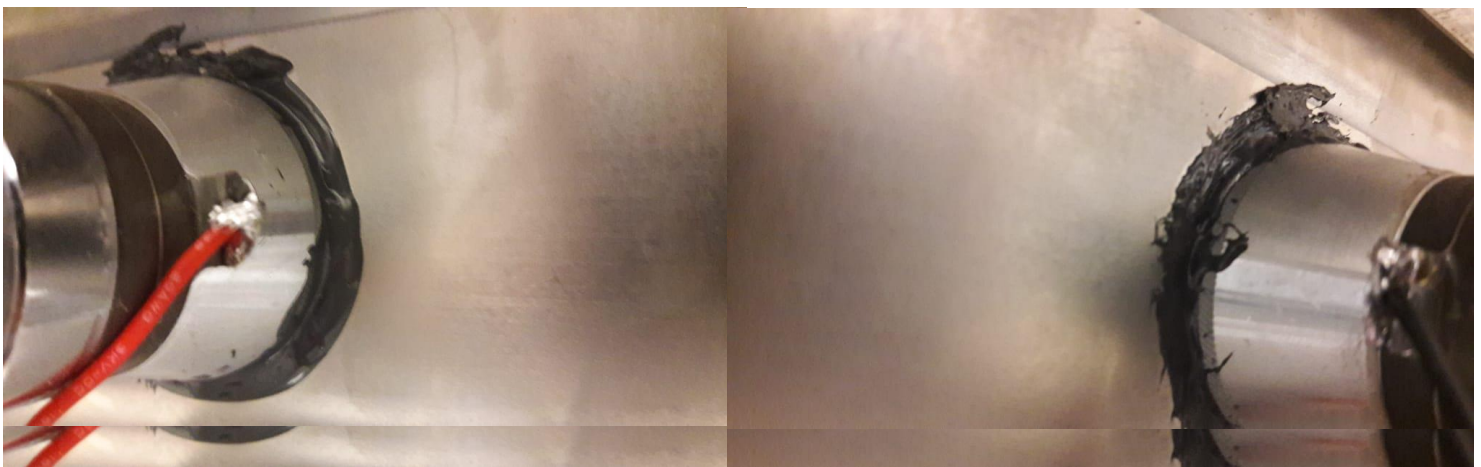


Imagen 13 Transductores de ultrasonido unidos al inserto de acero inoxidable con plastiacero

Se realizo la compra de un temporizador, que será el encargado de encender o apagar la resistencia de calor de acuerdo al tiempo programado o deseado. En la imagen 14 podemos observar como es físicamente.



Imagen 14 temporizador programable

Características:

Voltaje de entrada: 12 vdc

Voltaje capaz de controlar el relevador: 110 ac

Temporizador programable, con varias configuraciones posibles, escogimos la siguiente, el temporizador se enciende después de recibir una señal de trigger y el positivo de los 12 volts, y al volver a recibir otra señal al estar activo el contador se apaga.

Conexión para controlar una carga de 110Vac

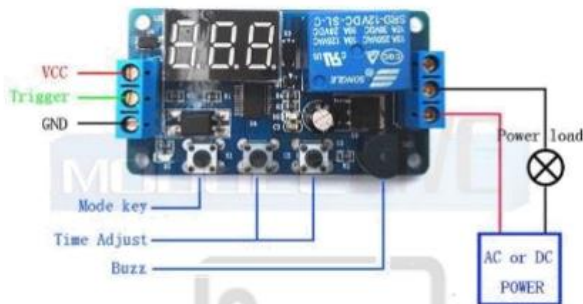


Imagen 15 temporizador programable conexión eléctrica

Se realizo la conexión del diagrama del manual para poder controlar una carga de 110vac, además de agregar un botón que daría la señal para encender y interrumpir el contador del sistema.

Resultados

Calibración de temperatura

En la calibración de temperatura tenemos dos factores importantes, la colocación del sensor debía ser en una parte del inserto de acero inoxidable que nos proporcionara una lectura más parecida a la cual tenía el agua dentro del recipiente.

Se realizaron 3 pruebas de temperatura

La primera prueba se realizó con el dimmer a toda su potencia, sin reducir la intensidad de la resistencia y se obtuvo lo siguiente, además de que el sensor estaba colocado en la parte baja del inserto.

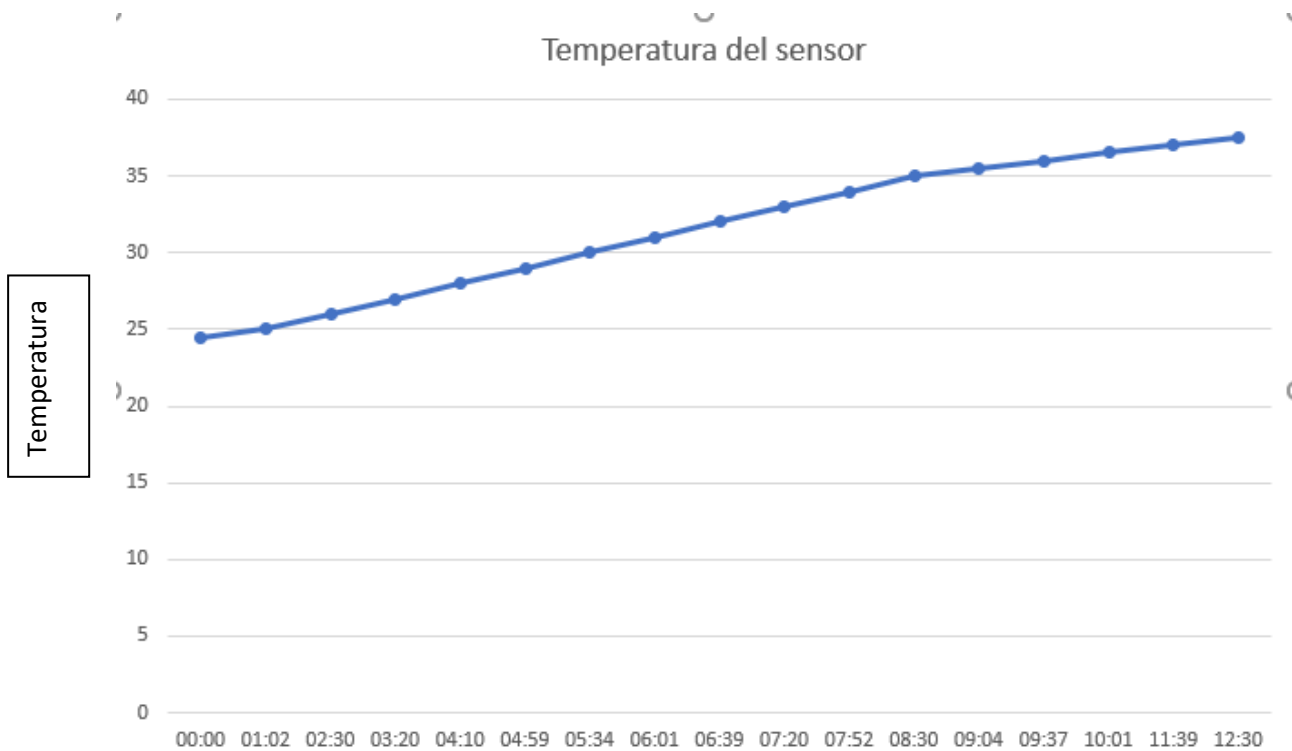
La temperatura inicial fue de 24.5 grados Celsius, colocando el termostato a una temperatura deseada de 35 grados Celsius, además de que tomamos otro factor para la calibración de la temperatura utilizamos una cámara térmica que nos permitiría saber la temperatura del agua en diferentes puntos, se tomó 3 valores de distintos puntos y se promedió para obtener la temperatura del agua, podemos observar los valores obtenidos en la siguiente tabla.

Tiempo	Temperatura del sensor	Temperatura del agua
0:00	24.5	26.3
1:02	25	26.8
2:30	26	27.7
3:20	27	28.6
4:10	28	29.7
4:59	29	30.4
5:34	30	31.6
6:01	31	32.8
6:39	32	33.5
7:20	33	34.6
7:52	34	35.6
8:30	35	36.8
9:04	35.5	36.3
9:37	36	35.8
10:01	36.5	35.4
11:39	37	35.1
12:30	37.5	34

Tabla 1
tabla de
calibración de
temperaturas

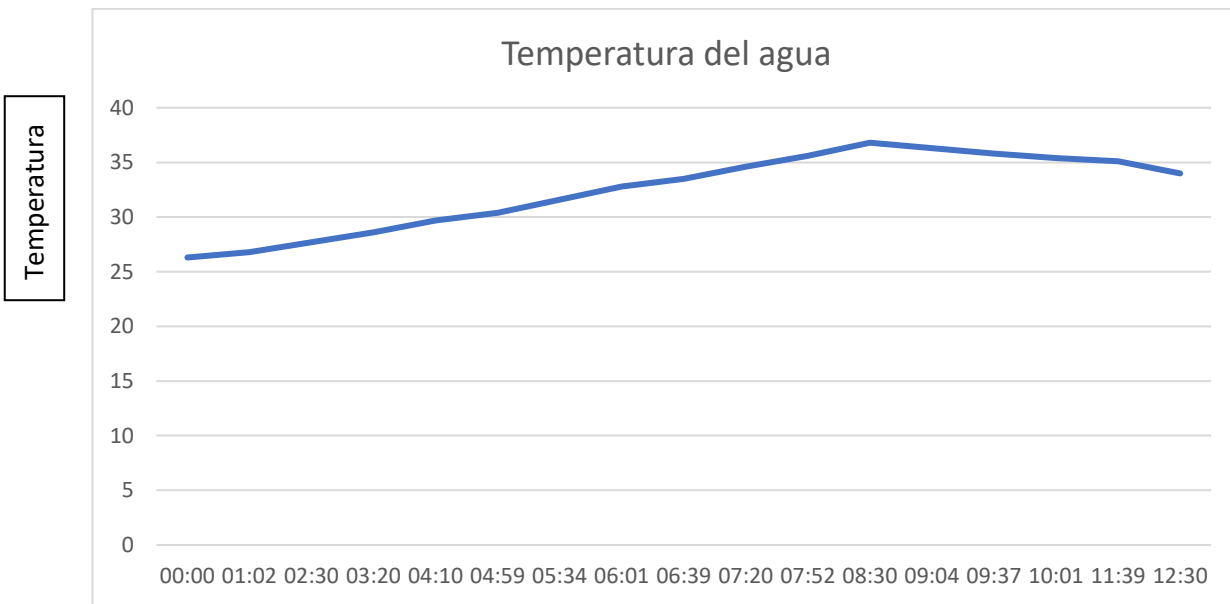
De la siguiente tabla podemos obtener lo siguiente, la temperatura que está midiendo la temperatura del agua y del sensor no coinciden y tienen un margen de error muy grande por lo cual está mal colocado el sensor, el sensor está recibiendo más temperatura que el agua, así que se colocara en otra posición.

Además de que la temperatura deseada era 35 y supero más de 2 grados Celsius la temperatura deseada, por lo cual nuestra rampa de temperatura es demasiada y necesitamos bajar la intensidad de la resistencia, en las siguientes graficas podemos observar el comportamiento de la temperatura del sensor y del agua.



Tiempo

Grafica 2
Grafica de la temperatura del sensor



Tiempo

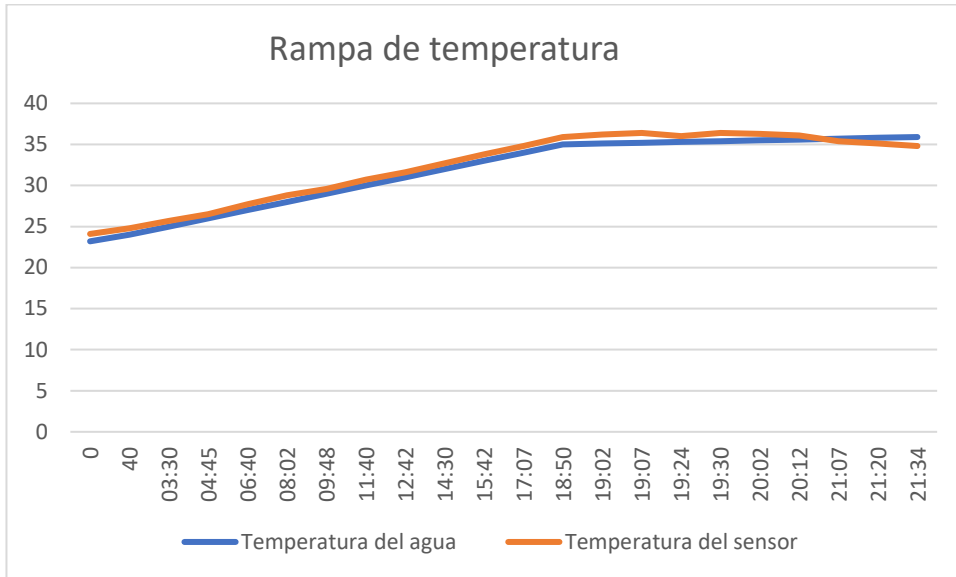
Grafica 2
Grafica de la temperatura del agua

Graficas de temperatura y tablas

Se procedió a modificar la posición del sensor un poco más arriba del inserto, casi a la mitad del inserto, además de que se modificó la intensidad del dimmer y se colocó a la mitad de la potencia, se observó que la resistencia no encendía a la mitad de la intensidad del dimmer. Se procedió a incrementar la potencia del dimmer a 2/3 y se obtuvieron los siguientes valores que se pueden observar en la tabla 2, se hizo la grafica3 para observar los valores obtenidos para saber como era el comportamiento de la lectura del sensor con la temperatura real del agua.

Temperatura del agua	Temperatura del sensor	Tiempo
23.2	24.1	0
24	24.8	40
25	25.7	03:30
26	26.5	04:45
27	27.7	06:40
28	28.8	08:02
29	29.6	09:48
30	30.7	11:40
31	31.6	12:42
32	32.7	14:30
33	33.8	15:42
34	34.8	17:07
35	35.9	18:50
35.1	36.2	19:02
35.2	36.4	19:07
35.3	36	19:24
35.4	36.4	19:30
35.5	36.3	20:02
35.6	36.1	20:12
35.7	35.4	21:07
35.8	35.1	21:20
35.9	34.8	21:34
36	34.4	21:42

Tabla 2 tabla de la segunda prueba calibración de temperaturas



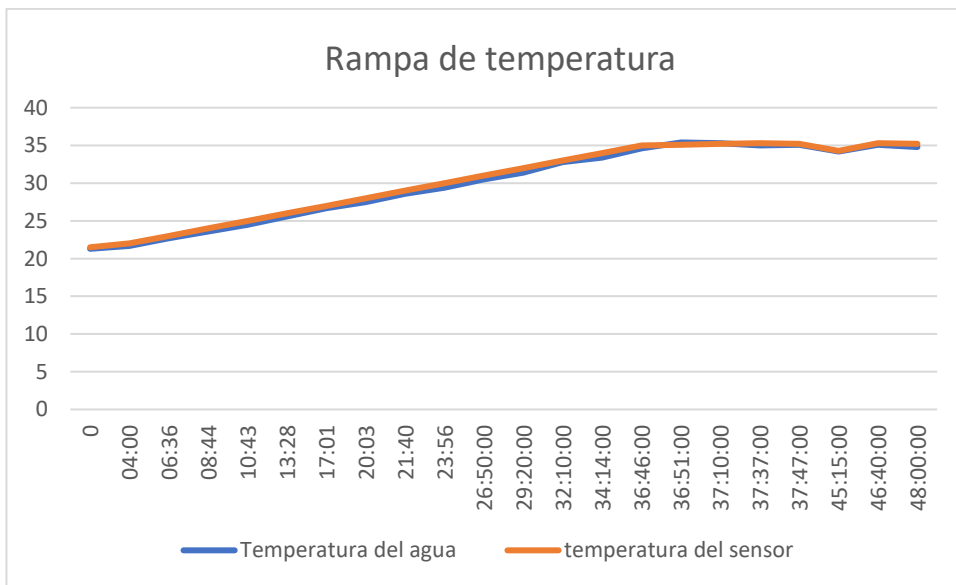
Grafica 3 Grafica de la temperatura del agua contra la temperatura del sensor

Con la tabla y grafica anterior podemos observar que mejoro la rampa de temperatura y que cuando llego al valor deseado 35 grados Celsius, al apagar el relevador no supero por mucho la temperatura mencionada, lo cual nos da entender que la disminuci3n de la intensidad de la resistencia, nos permiti3 que no superara por mucho el valor deseado. Adem3s de que subir el sensor de temperatura nos disminuy3 la lectura de la temperatura y como se ve en la gr3fica ya es mucho m3s parecida, aunque a3n hay un grado celcius de diferencia la cual se puede mejorar moviendo la posici3n del sensor a un poco m3s arriba del inserto de acero inoxidable.

Se procedi3 a realizar una tercera prueba de calibraci3n aplicando los siguientes pasos, se movi3 la posici3n del sensor de temperatura un poco m3s arriba de la altura a la cual estaba, adem3s de que se disminuy3 un poco m3s la intensidad de la resistencia gracias al dimmer. Se obtuvieron los siguientes resultados en la tabla 3 y grafica 4.

tiempo	Temperatura del agua	Temperatura del sensor
0	21.3	21.5
04:00	21.7	22
06:36	22.7	23
08:44	23.6	24
10:43	24.5	25
13:28	25.6	26
17:01	26.7	27
20:03	27.5	28
21:40	28.6	29
23:56	29.4	30
26:50	30.5	31
29:20	31.4	32
32:10	32.8	33
34:14	33.4	34
36:40	34.6	35
36:51	35.4	35.1
37:10	35.3	35.2
37:37	35	35.3
37:47	35.1	35.4
45:15	34.2	35.4
46:40	35.1	35.3
48:00	34.8	35.2

Tabla 3 tabla de la tercera prueba calibración de temperaturas



Grafica 4 Grafica de la temperatura del agua contra la temperatura del sensor

Con las gráficas anteriores podemos concluir que aún hay diferencia de temperatura entre la lectura del sensor y la lectura, tenemos un margen de error desde 0.2 hasta 0.4 grados Celsius comparando la temperatura del sistema (del agua) con la temperatura medida del sensor , además de que el cambio de temperatura al apagarse la resistencia de calor no es demasiada como en las dos anteriores pruebas, hay una caída de temperatura cuando la resistencia se apaga lo cual es normal ya que se deja de dar calor al sistema al pasarse medio grado Celsius el relevador se vuelve a encender, con el margen de error que tenemos podemos decir que se acerca a un grado

Celsius, en la siguiente imagen podemos observar que la temperatura del agua y la medida del sensor son muy parecidas



Imagen 13 Cámara termográfica y termostato con muy poca diferencia de temperatura

Pruebas de limpieza ultrasónica

Para las pruebas de limpieza ultrasónica se realizaron con piezas de material con oxidación, para poder observar si se realiza bien la limpieza ultrasónica a simple vista.

Prueba 1

Se realizó la limpieza ultrasónica en tiempos de 4 minutos para ver el progreso y poder tener pruebas de la limpieza. En las siguientes imágenes podemos observar la oxidación que presenta la pieza de metal.



Imagen 16 Placa metálica con oxido

Se presenta la siguiente pieza de metal con oxidación. Se le pone en limpieza ultrasónica sumergida en agua durante 4 minutos, en la limpieza ultrasónica. En las siguientes imágenes se puede ver como el óxido que esta sobre la superficie del material se desprende.



Imagen 17 Placa metálica con oxido sumergida en agua en el inserto de acero

Después de los 4 minutos de tratamiento se puede observar los resultados obtenidos.

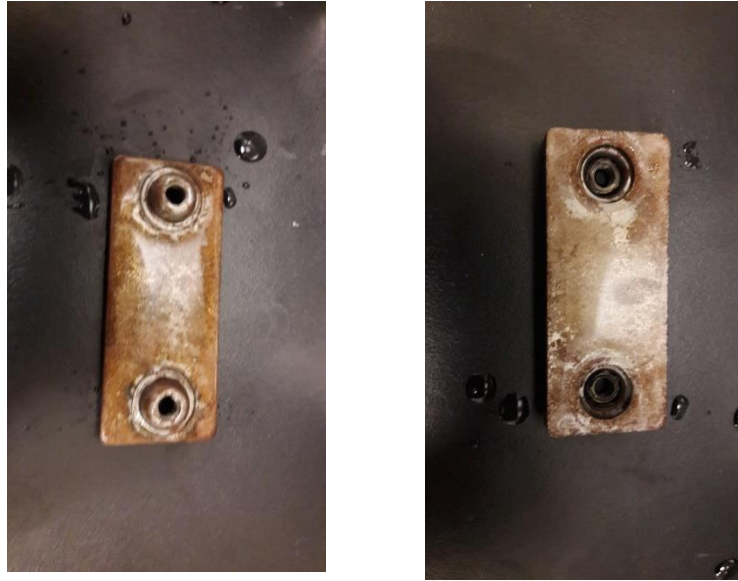


Imagen 18 Placa metálica con oxido después de tener un tratamiento de ultrasonido por 4 minutos

Se puede observar un cambio en la oxidación presentada a comparación de las primeras imágenes, se observa que presenta menos oxidación en las partes centrales de la pieza metálica.

Se procede a realizar nuevamente otra limpieza durante 8 minutos y obtenemos los siguientes resultados, se observó que el recipiente presenta que el agua que está sumergida tiene una temperatura de unos 30 grados Celsius ya que la vibración calentó el agua. En las siguientes imágenes podemos percibir como la limpieza ultrasónica se empieza a notar en la pieza de metal.

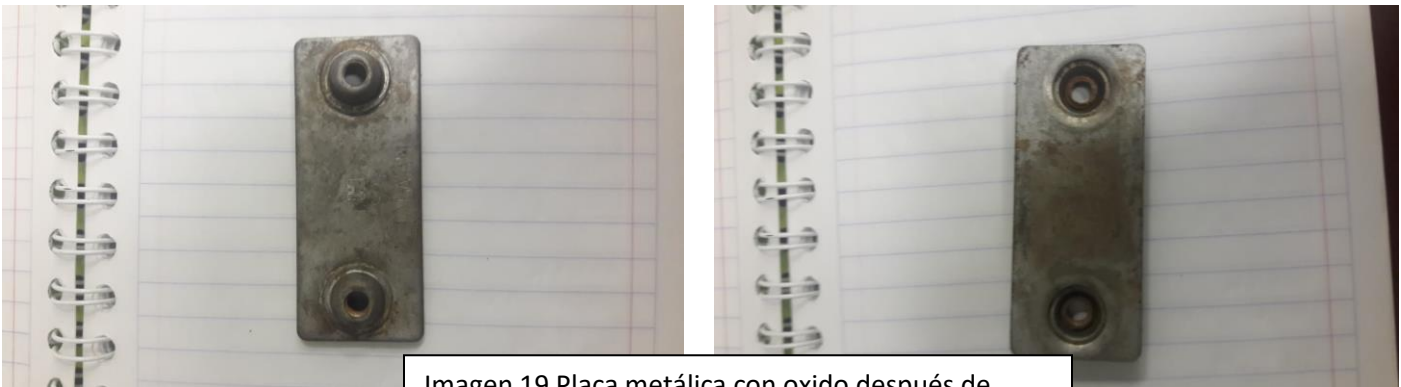


Imagen 19 Placa metálica con oxido después de tener un tratamiento de ultrasonido por 12 minutos

Se observo que prolongando el tratamiento la pieza metálica presenta considerablemente menos oxidación que en la segunda prueba.

Se procedió a realizar otro tratamiento de 4 minutos y se obtuvieron los siguientes resultados.

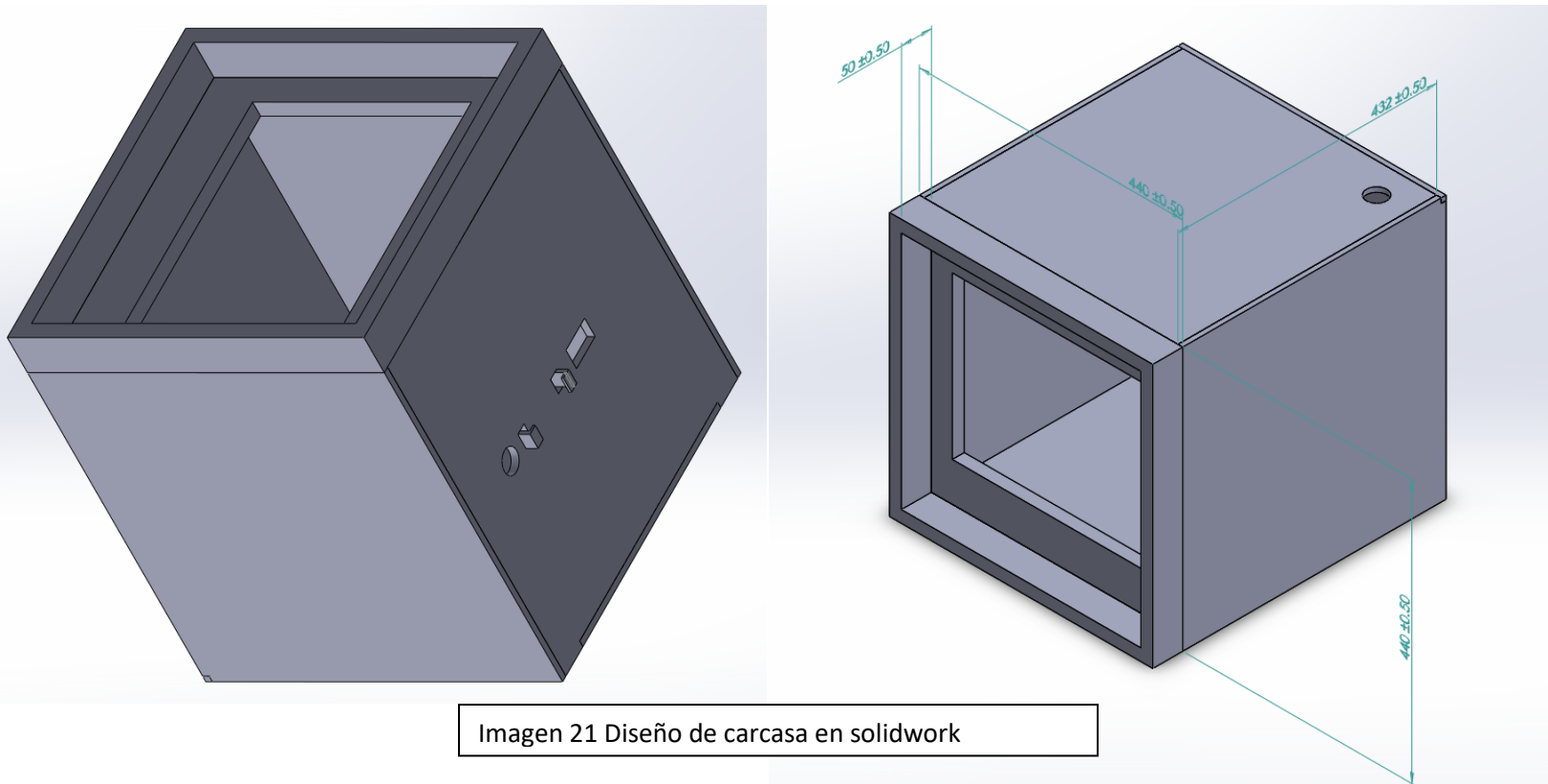


Imagen 20 Placa metálica con oxido después de tener un tratamiento de ultrasonido por 16 minutos

Comparando la pieza metálica con la primera imagen podemos observar que son piezas completamente diferentes y pudiéramos decir que la pieza obtenida casi no presenta nada de oxidación.

Diseño de carcasa

El diseño de la carcasa se realizó en solidwork había dos factores a considerar que era importantes para poder realizar la carcasa, en primera en que material sería hecha, se propuso que fuera se mandara a imprimir en 3d, al momento de cotizar los costos resulto costoso por las dimensiones de la carcasa, la segunda propuesta fue hacerla de acrílico, aunque el material es caro aun así salió más factible que la impresión en 3d, en la imagen 21 se puede ver el diseño final de la carcasa



Producto final

La carcasa del sistema fue fabricada con acrílico y unido por silicón de secado rápido, además se optó por poner un refuerzo en cada esquina con placas de aluminio, en la imagen 22 podemos ver la parte frontal del sistema.



Imagen 22 Guarda de acrílico para tarjetas electrónicas

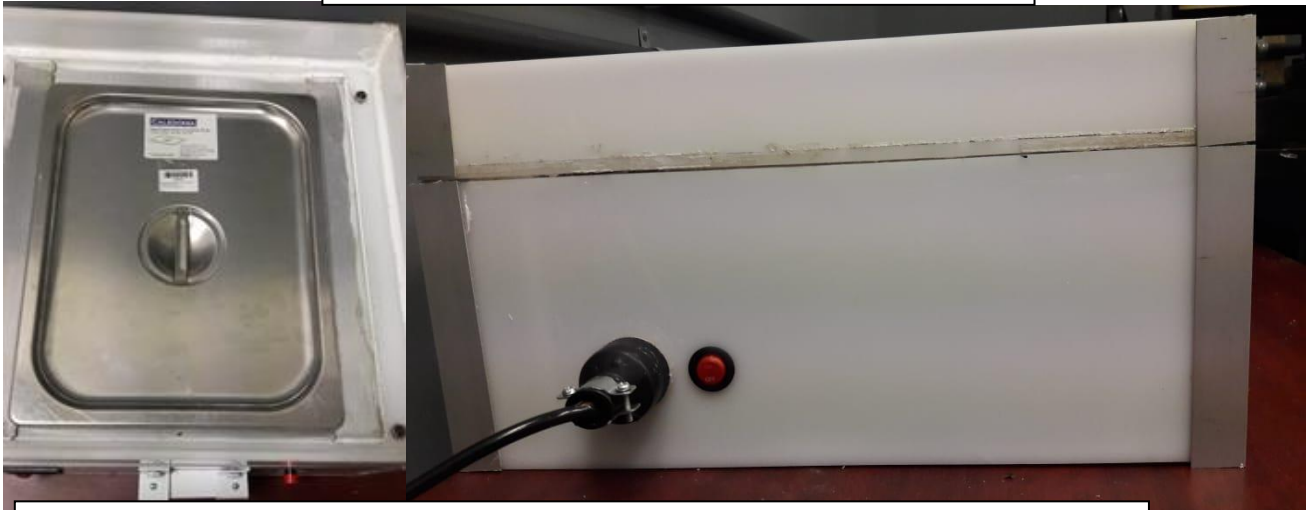


Imagen 23 la imagen de la izquierda representa la parte superior del sistema y la imagen de la derecha representa la parte trasera del sistema donde tiene su cable de alimentación

Al momento de la fabricación de la carcasa se pensó en una mejora para proteger las tarjetas electrónicas donde se realizó una pequeña guarda que protegería de la posible humedad.



Imagen 24 Guarda de acrílico para tarjetas electrónicas

Manual

Para poder utilizar el baño controlador de temperatura y ultrasonido, es necesario considerar que debe tener un nivel mínimo de agua, en el inserto de acero inoxidable tiene un mínimo de agua, el cual esta para evitar sobrecalentamiento en el sistema y tenga lecturas correctas de temperatura.



Imagen 25 nivel del agua mínimo para el uso del sistema

Operación del termostato.

El termostato cuenta con dos botones al lado izquierdo, para poder modificar la temperatura deseada hay que presionar el botón superior una vez, enseguida entrara al menú de temperatura deseada, el botón de la parte superior aumenta la temperatura y el de abajo disminuye la temperatura deseada, al elegir una temperatura deseada hay que dejar el panel 5 segundos se cambiara al menú de inicio y tendremos el termostato programado, en la imagen 26 podemos ver el termostato y la botonera de apagado y encendido



Imagen 26 Panel del termostato

El termostato cuenta con un switch de apagado y encendido por si sucede algún accidente.

Operación del temporizador

El temporizador cuenta con 3 push bottom los cuales son llamados, s1, s2 y s3

1. Para elegir un tiempo determinado hay que presionar una vez s3, enseguida empezaran a parpadear el display, cuando esto suceda estamos dentro del menú de selección de tiempo, para aumentar el valor del digito utilizamos s1, para disminuir utilizamos s2, y para cambiar de digito se utiliza el botón s3 el cual nos cambiara de izquierda a derecha, al cambiar al tercer digito y volver a presionar el botón s3 este volverá al menú principal. Al terminar de seleccionar un tiempo deseado, para poder empezar la cuenta regresiva hay que presionar el botón rojo del lado derecho, en la imagen 27 podemos apreciar el temporizador.



Imagen 27 Panel del temporizador

Conclusiones

La elaboración del sistema fue por etapas al inicio se trabajó con el control de temperatura se esperaba tener resultados rápidos después de la instalación del termostato y del sensor pero tuvo complicaciones al momento de la calibración del sensor y de la intensidad de la resistencia ya que al momento de realizar el análisis nos percatamos que la temperatura del agua y la que medida del sensor no eran iguales, y las rampas de temperatura tenía picos considerables que afectaban directamente al sistema de control, al calibrar el sensor y la intensidad de la resistencia encontramos valores que nos dieron a entender que el sistema era estable y funcional además de tener poco margen de error de lectura de temperatura

El sistema elaborado nos ha comprobado que con un sistema de control simple y fácil de adquirir podemos realizar un proyecto eficiente y funcional, satisfaciendo las necesidades por las cuales fue diseñado, nos demostró un control de temperatura eficiente con un error de temperatura considerablemente pequeño y funcional para realizar las tareas necesarias para realizar los depósitos que se requieren en el laboratorio. Además de poder controlar temperaturas hasta de 60 grados Celsius

El sistema se puede usar conjuntamente para obtener mejores resultados, podemos manejar el termostato en 30 grados Celsius y usar la limpieza ultrasónica, para la limpieza ultrasónica es recomendable dar el tratamiento al menos durante 15 minutos seguidos para ver un buen resultado en ella.

Se concluye que para que esta limpieza ultrasónica es indispensable el uso de los transductores de ultrasonido.

El uso del dimmer fue un factor fundamental en la aplicación del control de temperatura ya que nos permitió calibrar las rampas de temperatura.

Competencias desarrolladas y/o aplicadas

En la realización del proyecto se pudo implementar los conocimientos adquiridos, como fueron conocimientos básicos de electricidad como lo es soldar cableado, saber que es corriente alterna, directa conocer riesgos en las actividades y la ampliación de equipo de protección personal, además de la lectura de diagramas en manuales del temporizador y del termostato, se aplico los conocimientos de diseño como lo es solid work tener la oportunidad manufacturar el diseño de solid work.

Se llevo a cabo un diseño de un circuito electrónico que podría remplazar las tarjetas de potencia en la librería de proteus y realizar la fabricación de la pcb con una baquelita de cobre, con papel especial para imprimir y bajo supervisión aprendí a usar una fresadora, además de aplicar conocimientos básicos sobre el control básico, en el centro de investigación tuve la oportunidad de interpretar graficas de temperatura y saber como manipular físicamente los actuadores en este caos el sensor de temperatura y la intensidad de la resistencia para poder tener otros resultados.

Se tuvo la oportunidad de tener mas conocimientos en solid work, proteus, cotización de productos, llevar acabo exposiciones con un publico cada semana lo cual me facilito mi habla y perder el miedo a hablar en público.

Cuatro modos de programación P-1, P-2, P-3 y P-4

Para seleccionar en los 4 diferentes, mantenga presionado S1 hasta que aparezca una "P" en el display, vuelva a presionar momentáneamente S1 para ir cambiado de P-1 a P-4.

Modo P-1. Al recibir la señal de trigger IN, el relevador se conecta y comienza la cuenta regresiva, al acabar el tiempo programado se desconecta.

El en modo P-1, puede escoger entre A1, A2 y A3

A1 Durante el conteo regresivo cualquier pulso en IN es ignorado.

A2 Durante el conteo regresivo cualquier pulso en IN reinicia el contador. A3 Durante el conteo regresivo cualquier pulso en IN

finaliza el contador.

Modo P-2. En este modo se programan 2 tiempos, el primer tiempo es un retardo antes de que se active el relevador, y el segundo tiempo son los segundos que permanecerá activado el relevador.

Modo P-3. Igual que el modo P-2 pero con bucle infinito.

Modo P-4. Al recibir la señal de trigger IN, el relevador se conecta y comienza la cuenta regresiva, al acabar el tiempo programado se desconecta. Durante el conteo regresivo cualquier pulso en IN reinicia el contador.

Botones:

S1. Selecciona el modo de operación entre

P-1 y P-4 S2. Selecciona el dígito a

configurar

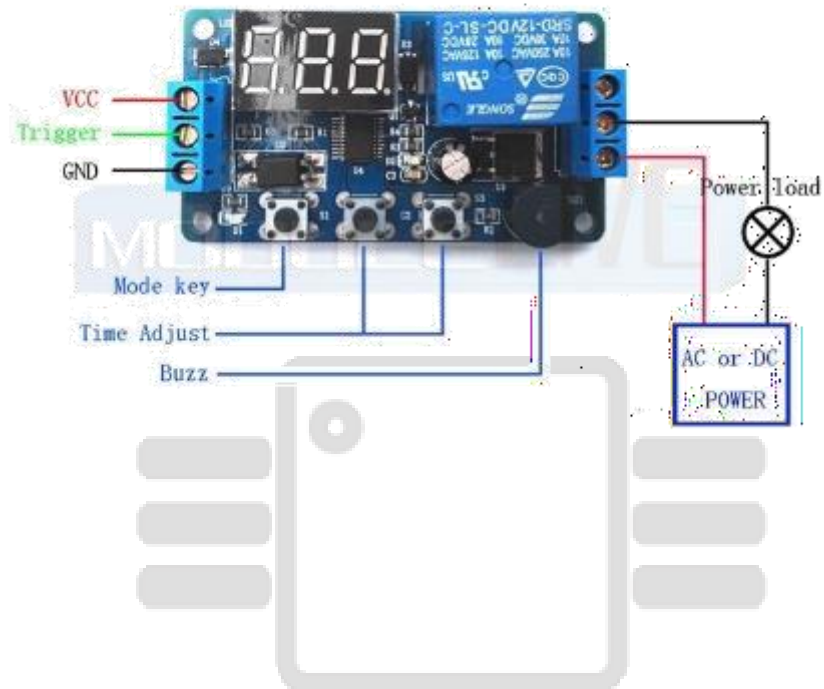
S3. Establece el valor del dígito que parpadea entre 0 y 9. También selecciona entre segundos y milisegundos, cuando no hay ningún dígito parpadeando.

Configurar en milisegundos, segundos o minutos

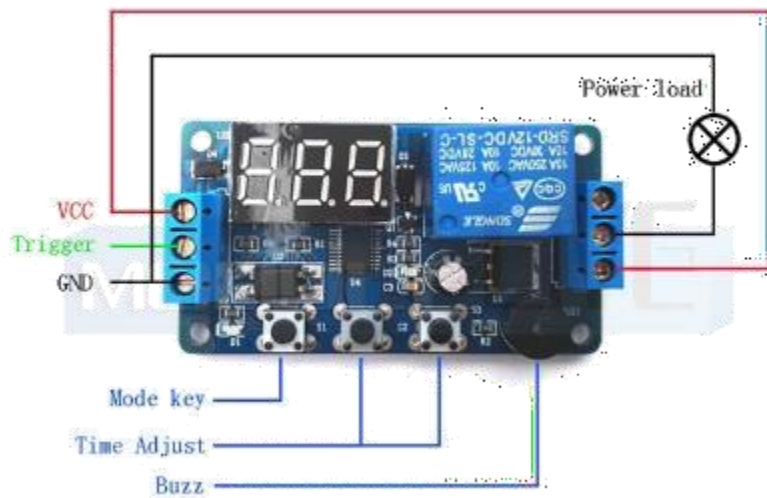
1. Apagar y prender el timer

2. Presiona S3 para mover el punto, si el punto está en medio contará milisegundos, si está a la derecha contará segundos, si el punto desaparece contará minutos.

Conexión para controlar una carga de 110Vac



REFACTRON®



Conexión para controlar cargas de 12v

W1209WK Digital Thermostat Temperature Control Smart Sensor

To Set Celsius or Fahrenheit:

When not in programming mode, the C/F switches between Celsius and Fahrenheit.

To Set Temperature:

Press SET to enter temperature setting mode. Set temperature will flash. Use the SET and C/F buttons to select the desired temperature (when in temperature setting mode, SET and C/F function as + and -). Temperature selection will automatically confirm after 3 seconds.

To Program:

Press and hold SET for 5 seconds to enter programming mode.

From programming mode, use SET and C/F (+ and -) to navigate parameters P0 through P8. Once the desired parameter is reached (P0-P8), press SET and C/F at the same time to confirm. At this time your selection will flash. Use SET and C/F to navigate through your options.

Press SET and C/F at the same time to confirm your choice.

Code	Description	Setting Range	Factory Setting
P0	Heating / cooling	H/C	C
P1	Return difference	0.1-30	2.0
P2	Set upper limit	110	110
P3	Set lower limit	-50	-50
P4	Temperature correction	-15-15	0
P5	Delay start	0-10	0
P6	High temperature alarm	-50-110	
P7	Celsius / Fahrenheit (this can also be done by pressing the C/F button)	CS/FH	CS
P8	Factory reset (this can also be done by holding SET and C/F at the same time for an extended length of time)	ON-OFF	OFF

Example:

I want to use this to control a heat source for an incubator to hatch chicken eggs. I want the temperature to stay between 99.5- and 100-degrees Fahrenheit.

Step 1, Switch to Fahrenheit:

- Press C/F once.

Step 2, Switch to Heating mode:

- Press and hold SET for 5 seconds to enter programming mode.
- From programming mode, use SET and C/F (+ and -) to navigate to P0.
- Press SET and C/F at the same time to confirm. At this time the current selection will flash.
- Use SET and C/F to select H (heat).
- Press SET and C/F at the same time to confirm your choice.

Step 3, Set Return Difference: This determines how much the temperature rises before the

heat source is turned off. Setting this at the lowest setting (some units allow a setting of 0) might result in the heat source turning off and on rapidly, running the risk of burning out the heat source prematurely. In this case, I want the heat source to turn on when the temperature falls below 99.5 and turn off when the temperature reaches 100 (Return Difference of 0.5).

- Press and hold SET for 5 seconds to enter programming mode.
- From programming mode, use SET and C/F (+ and -) to navigate to P1.
- Press SET and C/F at the same time to confirm. At this time the current selection will flash.
- Use SET and C/F to select 0.5.
- Press SET and C/F at the same time to confirm your choice.

Step 4, Set temperature to 100:

- Press SET (temperature setting will flash).
- Use the SET and C/F buttons to set display to 100.
- Wait 3 seconds to confirm.

Bibliografía:

Gonzales Longatt, Francisco. 2016. Introducción a los Sistemas de Control. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/294721439_Capitulo_1_Introduccion_a_los_Sistemas_de_Control

Gomez, Francisco. 2018. ¿Qué es un sensor bimetálico y cómo funciona? Recuperado de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/bimetalico/>

Merrit CRB. Physics of ultrasound. En: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. Diagnostic Ultrasound. 2nd Ed. Mosby.1997; 1: 19-33

Hendee WR. Reflection Imaging (ultrasound) In: Putman CE, Ravin CE. Diagnostic Imaging. 1st Ed. Philadelphia Saunders. 1988; 1: 62-69.

Manual W1209WK Digital Thermostat Temperature Control Smart Sensor. 2012 recuperado de <http://www.tecnopura.com/wp-content/uploads/W1209WK-manual.pdf>

Manual temporizador. 2016 recuperado de <https://cutt.ly/CJ2NbF>