



UNIVERSIDAD MODELO

ESCUELA DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECATRÓNICA

PROYECTOS III

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TERMOSTATO ELECTRÓNICO PARA  
MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA”

INTEGRANTES:

BLANCHET CABRERA JOSE MIGUEL

ESTRELLA CANCINO HUGO ADRIEL

REYES ALCOCER RODRIGO AZAEL

TERCER SEMESTRE

MAESTRO: FREDDY ANTONIO IX ANDRADE

FECHA DE ENTREGA: 04 / 10 / 2024

# Índice

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	3
<b>Planteamiento del problema</b> .....	4
<b>Objetivos</b> .....	4
<b>Objetivos generales</b> .....	4
<b>Objetivos específicos</b> .....	5
<b>Justificación</b> .....	5
<b>Marco teórico</b> .....	6
<b>Fundamentos teóricos</b> .....	6
<b>Leyes de la termodinámica</b> .....	6
<b>El control PID</b> .....	7
<b>Ley de Ohm y potencia eléctrica</b> .....	7
<b>Sensores de temperatura</b> .....	8
<b>Sensores de termopar</b> .....	8
<b>Tipos de sondas de temperatura termopar:</b> .....	8
<b>Sensores RTD</b> .....	9
<b>Tipos de RTD</b> .....	9
<b>Microcontroladores en el Centro de Temperatura:</b> .....	10
<b>Arduino</b> .....	10
<b>Raspberry Pi Pico W</b> .....	11
<b>ESP32</b> .....	12
<b>Relés y Control de Potencia</b> .....	13
<b>Métodos de Control Automático</b> .....	14
<b>Sistema de control ON /OFF</b> .....	14
<b>Control PID</b> .....	14
<b>Teoría PID</b> .....	15
<b>Interfaz de Usuario</b> .....	16
<b>Implementación de Pantallas LCD y OLED</b> .....	16
<b>Botones pulsadores</b> .....	17
<b>Conclusión</b> .....	17
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	18

## Introducción

El control preciso de la temperatura es un factor crítico en una amplia gama de aplicaciones industriales y domésticas, donde la eficiencia, la seguridad y la calidad del producto o proceso dependen en gran medida de mantener condiciones térmicas estables.

Muchos hornos eléctricos carecen de sistemas de control de temperatura sofisticados, lo que puede conducir a fluctuaciones térmicas significativas. Estas fluctuaciones pueden afectar negativamente la uniformidad del calor, comprometiendo la calidad y consistencia de los productos o resultados obtenidos.

Las variaciones de temperatura incrementan el consumo energético y pueden reducir la vida útil del equipo debido a esfuerzos térmicos innecesarios y desgaste prematuro de componentes críticos.

La implementación de un termostato electrónico eficiente y preciso se presenta como una solución viable para mejorar el rendimiento de los hornos eléctricos. Un termostato electrónico permite no solo monitorear la temperatura en tiempo real sino también controlarla de manera automática, ajustando el funcionamiento del elemento calefactor para mantener la temperatura dentro de los parámetros deseados. Esto se logra mediante la integración de sensores de temperatura, microcontroladores y dispositivos de control de potencia, formando un sistema de control automático que optimiza el funcionamiento del horno.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y construir un termostato electrónico para el monitoreo y control de temperatura de un horno eléctrico, aplicando principios de termodinámica, electrónica y programación. Para ello, se

investigarán y seleccionarán sensores de temperatura adecuados, como termopares y RTD, que ofrecen precisión y fiabilidad en el rango de temperaturas requerido.

Se utilizarán microcontroladores como Arduino, Raspberry Pi Pico W o ESP32, que proporcionan la capacidad de procesar las lecturas de los sensores y ejecutar algoritmos de control, ya sea un control ON/OFF sencillo o un control PID más avanzado, según las necesidades del sistema.

Además, se desarrollará una interfaz de usuario intuitiva, incorporando pantallas LCD u OLED y dispositivos de entrada como botones pulsadores, que permitirá al usuario visualizar la temperatura actual, establecer la temperatura deseada y monitorear el estado del sistema. La implementación de esta interfaz es crucial para facilitar la interacción con el dispositivo y garantizar que el control de temperatura sea accesible y eficiente.

## **Planteamiento del problema**

Los hornos eléctricos sin sistemas de control de temperatura adecuados presentan desafíos significativos, incluyendo ineficiencia energética, desgaste prematuro de componentes y resultados inconsistentes en los procesos térmicos. Las fluctuaciones de temperatura pueden llevar a productos defectuosos, procesos ineficientes y riesgos de seguridad. Existe, por tanto, la necesidad de desarrollar un sistema de control que sea adaptable, preciso y asequible, capaz de integrarse en hornos existentes o en nuevos diseños, para mejorar su rendimiento y confiabilidad.

## **Objetivos**

### **Objetivos generales**

Diseñar e implementar un termostato electrónico que permita el monitoreo y control eficiente de la temperatura en un horno eléctrico, mejorando su desempeño y prolongando su vida útil.

## Objetivos específicos

1. **Investigación y selección de sensores de temperatura:** Analizar diferentes tipos de sensores, como termopares y RTD, para determinar cuál se adapta mejor al rango de operación y precisión requerida en el horno eléctrico.
2. **Desarrollo del sistema de control:** Utilizar microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi Pico W o ESP32) para procesar las lecturas de los sensores y ejecutar algoritmos de control adecuados, implementando métodos como el control ON/OFF y explorando la posibilidad de integrar un control PID para mayor precisión.
3. **Diseño del circuito de control:** Elaborar el circuito electrónico que integra los sensores, el microcontrolador y los dispositivos de control de potencia, asegurando la compatibilidad y seguridad en la conmutación del elemento calefactor mediante relés o dispositivos de estado sólido.
4. **Desarrollo de la interfaz de usuario:** Crear una interfaz intuitiva que permita al usuario interactuar con el sistema de manera sencilla, utilizando pantallas LCD u OLED para la visualización de datos y botones pulsadores para el ajuste de parámetros.
5. **Pruebas y validación del sistema:** Realizar pruebas exhaustivas para verificar el correcto funcionamiento del termostato, ajustando y optimizando el sistema según sea necesario para garantizar la precisión, eficiencia y seguridad.

## Justificación

La implementación de un termostato electrónico en hornos eléctricos es una necesidad evidente en la industria actual, donde la precisión y eficiencia son fundamentales. Al desarrollar este proyecto, se busca no solo solucionar una problemática técnica específica sino también contribuir al ahorro energético, mejorar la calidad de los procesos térmicos y aumentar la seguridad operativa. Además, este proyecto ofrece una oportunidad valiosa para aplicar conocimientos teóricos en una solución práctica, integrando disciplinas como la termodinámica, la electrónica, el

control automático y la programación. Esto fomenta el desarrollo de habilidades multidisciplinarias y aporta una experiencia enriquecedora en el ámbito de la ingeniería mecatrónica, alineándose con las tendencias actuales de innovación y eficiencia tecnológica.

## **Marco teórico**

### **Fundamentos teóricos**

Para desarrollar un termostato que controle la temperatura de un horno eléctrico, es fundamental comprender varios conceptos clave que abarcan desde los principios de medición de temperatura hasta los fundamentos de control electrónico y programación.

### **Leyes de la termodinámica**

La ley cero, es esencial para entender cómo se mide y regula la temperatura en un sistema. Además, las escalas de temperatura más comunes (Celsius, Kelvin y Fahrenheit) y los mecanismos de transferencia de calor; conducción, convección y radiación, juegan un papel crucial en la dinámica térmica de un horno.

### **Efecto Seebeck**

“El efecto Seebeck es la base de funcionamiento de los termopares, uno de los sensores más comunes en sistemas de control de temperatura para hornos. Este fenómeno se refiere a la generación de un voltaje cuando dos metales distintos se unen en un punto y se someten a temperaturas diferentes. La magnitud del voltaje generado es proporcional a la diferencia de temperatura entre la unión caliente y la unión fría, lo que permite medir temperaturas de manera efectiva, especialmente a niveles muy altos como los presentes en un horno.” (Equipos y laboratorios de Colombia, S. F.)

## El control PID

“Los principios del control electrónico son igualmente importantes. El control PID (Proporcional, Integral y Derivativo) es un método común para mantener la temperatura estable. Junto a esto, los relevadores de estado sólido (SSR) permiten la conmutación eficiente de los elementos calefactores del horno.” (Picuino, 2024)

Este sistema de control combina tres componentes: Proporcional (P), que corrige el error de temperatura en función de la diferencia entre la temperatura medida y la deseada; Integral (I), que ajusta el sistema en función del error acumulado en el tiempo para reducir errores persistentes; y Derivativo (D), que prevé los cambios futuros en la temperatura para minimizar oscilaciones o sobre correcciones. Este control preciso es fundamental para mantener una temperatura estable y adecuada en el horno.”

## Ley de Ohm y potencia eléctrica.

Esta ley relaciona la tensión (V), corriente (I) y resistencia (R) a través de la ecuación

$$V = I \times R, V = I \times R,$$

lo que permite dimensionar correctamente los componentes electrónicos del termostato.

Por otro lado, la potencia eléctrica se expresa como

$$P = V \times I, P = V \times I,$$

y es crucial calcular cuánta potencia se necesita para los elementos calefactores del horno y asegurar que el circuito soporte esta demanda sin fallos ni sobrecalentamientos.

Estos fundamentos constituyen la base técnica de todo lo que se necesita saber para elaborar este proyecto.

## **Sensores de temperatura**

Los sensores de temperatura son dispositivos que se utilizan para medir el calor o la temperatura en un sistema. Existen diversos tipos de sensores, cada uno adecuado para diferentes aplicaciones en función del rango de temperatura, la precisión y el entorno en el que se utilizarán. A continuación, se describen dos de los más comunes: termopares y RTD.

### **Sensores de termopar**

Los termopares son uno de los tipos de sensores de temperatura más usados, especialmente en aplicaciones donde se requiere un amplio rango de medición. generan una diferencia de potencial eléctrico cuando dos metales distintos se unen y se expone cada uno a una temperatura diferente.

“Los termopares están disponibles en diferentes combinaciones de metales o calibraciones para adaptarse a diferentes aplicaciones. Los tres más comunes son las calibraciones tipo J, K y T, de los cuales el termopar tipo K es el más popular debido a su amplio rango de temperaturas y bajo costo...Cada calibración tiene un rango de temperatura y un entorno de trabajo diferente. Aunque la calibración del termopar dicta la gama de temperaturas, el alcance máximo también está limitado por el diámetro del cable del termopar. Es decir, puede ser que un termopar muy delgado no logre alcanzar el rango de temperatura deseado.” (OMEGA, S. F.)

### **Tipos de sondas de temperatura termopar:**

1. Termopar de hilos de cuentas:
  - Es la forma más simple de sonda termopar, formada por dos alambres unidos por una soldadura expuesta.
  - Se utiliza principalmente para medir la temperatura de gases debido a su tamaño reducido y rápida respuesta.



- No es adecuado para líquidos corrosivos ni superficies metálicas que puedan afectar la medición por conexiones a tierra.
2. Sonda termopar con vaina:
    - Consiste en un alambre de termopar protegido dentro de un tubo metálico (vaina).
    - Los materiales comunes de la vaina incluyen acero inoxidable e Inconel, este último para temperaturas más altas.
  3. Sonda termopar de superficie:
    - Diseñada para medir la temperatura de superficies sólidas.
    - La unión del termopar es plana y flexible para maximizar el contacto con la superficie, facilitando mediciones precisas en superficies rígidas.

## Sensores RTD

Los RTD son sensores que miden la temperatura en función de la variación de la resistencia eléctrica de un material cuando cambia la temperatura. Son conocidos por su alta precisión y estabilidad a largo plazo.

Comparado con otros tipos de sensores el RTD (Detector de temperatura de resistencia) “es generalmente más lineal y libre de desviaciones dentro de su rango de medición. Sin embargo, debido a su contenido de platino y su construcción más compleja, son más costosos que los termopares.” (DEWESOFT, 2023)

## Tipos de RTD

- **Bobinados:** hecho de un cable delgado (la resistencia) envuelto alrededor de un núcleo no conductor, materiales frecuentes para el cable son; platino, níquel y cobre.
- **Película fina:** compuestos por un sustrato cerámico donde se deposita una película fina de platino, para protegerlo se utiliza vidrio o epoxi como revestimiento.

- **Elementos en espiral:** se forma en bobinas muy pequeñas que pueden expandirse y contraerse libremente con los cambios de temperatura, se instalan dentro de un cuerpo de cerámica y luego se rodean de polvo no conductor.

Los sensores RTD “funcionan según el principio de resistencia eléctrica. Es necesario pasar una pequeña corriente a través de ellos para medir un cambio en la resistencia... En otras palabras, la cantidad de cambio de resistencia observado por cambio de temperatura es altamente lineal y repetible. Esto también se conoce como coeficiente de temperatura de resistencia. Al medir este cambio de resistencia, podemos medir el cambio de temperatura. Varios metales proporcionan diferentes precisiones, así como diferentes rangos de operación de temperatura.” (DEWESOFT, 2023)

## **Microcontroladores en el Centro de Temperatura:**

### **Arduino**

Arduino es uno de los microcontroladores más populares debido a su simplicidad y versatilidad. Es ideal para principiantes en proyectos de electrónica y automatización.

Arduino en el control de temperatura, (Proyecto Arduino (s.f):

1. **Lectura de sensores de temperatura:** Los microcontroladores como Arduino son capaces de leer sensores analógicos como el LM35 o digitales como el DHT11/DHT22. Estos sensores proporcionan datos de temperatura en tiempo real que Arduino puede interpretar.
2. **Control de actuadores:** Basado en la temperatura leída, el Arduino puede activar o desactivar dispositivos como calefactores, ventiladores o sistemas de refrigeración usando relés o MOSFETs. Esto permite mantener la temperatura dentro de un rango deseado.

3. Simplicidad de programación: Usando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, es fácil programar el microcontrolador para realizar tareas como leer la temperatura cada cierto tiempo y activar o desactivar un relé según los valores obtenidos.

Ejemplo de aplicación: Si se desea mantener la temperatura de una habitación a 25°C, Arduino puede leer la temperatura de un sensor DHT22 cada 5 segundos. Si la temperatura baja de 25°C, se activa un calefactor conectado a un relé, y si sube, el calefactor se apaga.

### **Raspberry Pi Pico W**

El Raspberry Pi Pico W es un microcontrolador más reciente, con características que incluyen conectividad Wi-Fi, lo que lo hace ideal para proyectos de IoT.

Raspberry Pi Pico W en control de temperatura, (Tom's Hardware (s.f)):

1. Wi-Fi para IoT: La variante Pico W incluye conectividad Wi-Fi, lo que la hace ideal para proyectos donde se requiere monitorear o controlar la temperatura de manera remota. Esto permite, por ejemplo, que los datos de temperatura sean enviados a un servidor en la nube o a una aplicación móvil para su monitoreo.
2. Programación en MicroPython: Uno de los beneficios del Raspberry Pi Pico es su compatibilidad con MicroPython, lo que permite que los desarrolladores programen fácilmente en un lenguaje interpretado como Python. Los datos del sensor de temperatura se pueden procesar y actuar en tiempo real, además de enviar alertas si la temperatura supera los límites establecidos.

Ejemplo de aplicación: El Raspberry Pi Pico W puede leer los datos de un sensor DS18B20 y, si detecta una temperatura fuera de un rango seguro, enviar una

notificación a través de Wi-Fi a una app en el teléfono. Además, puede controlar dispositivos como un ventilador o aire acondicionado.

## ESP32

El ESP32 es un microcontrolador avanzado con Wi-Fi y Bluetooth integrados. Se usa mucho en proyectos de IoT y sistemas embebidos más complejos.

ESP32 en control de temperatura, (ESP32io):

1. Conectividad avanzada (Wi-Fi y Bluetooth): El ESP32 es perfecto para aplicaciones de Internet of Things (IoT). Su capacidad para enviar y recibir datos a través de Wi-Fi y Bluetooth permite realizar un monitoreo remoto eficiente. Por ejemplo, se pueden enviar datos de temperatura a una aplicación web o a la nube para un análisis más profundo.
2. Capacidad de procesamiento: El ESP32 es mucho más potente que el Arduino o el Raspberry Pi Pico, lo que lo hace ideal para sistemas de control de temperatura más complejos que podrían involucrar varios sensores distribuidos y algoritmos avanzados como control PID.
3. Bajo consumo de energía: Esto es clave en proyectos donde el microcontrolador necesita operar de manera continua durante largos períodos de tiempo.

Ejemplo de aplicación: En una fábrica que usa el ESP32 para el control de temperatura, los datos de múltiples sensores distribuidos en una gran sala se envían a un servidor en la nube. En función de estos datos, el sistema puede activar o desactivar ventiladores o calefactores, todo mientras permite a los operadores monitorear la información desde una aplicación móvil.

## Relés y Control de Potencia

Un relé es un dispositivo electromecánico o electrónico que actúa como un interruptor controlado por una señal eléctrica. Funciona abriendo o cerrando circuitos que están conectados a dispositivos de mayor potencia, permitiendo que una señal de bajo voltaje controle el flujo de corriente en sistemas de alta potencia. Los relés se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, especialmente cuando se necesita controlar grandes cargas eléctricas, como en el caso de un horno eléctrico, (INFOOTEC (2018 – 2024)).

- Papel del relé en un sistema de alta potencia (como un horno eléctrico):

En un horno eléctrico, el relé juega un papel crucial en el control del elemento calefactor, que es la fuente principal de calor. El microcontrolador (como un Arduino, ESP32 o Raspberry Pi Pico W) se encarga de enviar una señal de bajo voltaje al relé. Cuando el microcontrolador detecta que la temperatura ha bajado por debajo de un valor preestablecido, activa el relé para cerrar el circuito, lo que permite que la corriente fluya hacia el elemento calefactor. Una vez que se alcanza la temperatura deseada, el microcontrolador desactiva el relé, cortando el flujo de corriente y apagando el calefactor. Esto asegura que la temperatura se mantenga dentro del rango adecuado de manera eficiente y segura.

- Uso de microcontroladores en el control de relés:

1. Arduino: Arduino puede controlar relés electromecánicos o de estado sólido mediante el uso de sus pines digitales. Estos pines envían una señal de encendido o apagado (HIGH o LOW) al relé para controlar el paso de corriente al elemento calefactor.

2. ESP32: Similar al Arduino, el ESP32 puede activar relés utilizando sus pines GPIO. La ventaja adicional del ESP32 es que tiene conectividad WiFi y Bluetooth, lo que permite el control remoto del relé y, por tanto, del elemento calefactor.

3. Raspberry Pi Pico W: Este microcontrolador también utiliza pines GPIO para activar relés y, gracias a su conectividad WiFi, permite controlar el sistema de calefacción a distancia, haciendo que sea una solución eficiente para aplicaciones IoT.

## **Métodos de Control Automático**

Los sistemas de control automático son ayudantes, encargado de verificar que se esté llevando a cabo cualquier proceso, lo que no requiere de ajustes manuales siendo el encargado de procesar información y de tomar decisiones para después ajustarlas automáticamente dentro de las acciones del control, (Soporte Dinámico Industrial, 2022).

### **Sistema de control ON /OFF**

El controlador “ON – OFF” también llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple que revisa la variable de proceso está por encima o por debajo de un punto de referencia. La variable manipulada o la señal del controlador cambia entre “totalmente ON” o “totalmente OFF”, si cierta variable es detectada como menor que el punto de referencia se activa (ON), y si es mayor que la referencia se apaga (OFF), (Villajulca J. 2024).

Para mejorar el rendimiento y evitar ciclos de encendido y apagado demasiado rápidos, se suele implementar una banda de histéresis. La histéresis introduce un margen de temperatura que debe ser superado antes de que el estado del elemento calefactor cambie, reduciendo así el desgaste mecánico y las fluctuaciones excesivas. (Villajulca J. 2024)

### **Control PID**

El control PID es un instrumento que recibe datos de entrada de sensores, calcula la diferencia entre el valor real y el punto de ajuste deseado y ajusta las salidas para

controlar variables como temperatura, tasa de flujo, velocidad, presión y voltaje, (EMERSON, 2024).

Lo hace a través de tres mecanismos: control proporcional, que reacciona al error de corriente; control integral, que aborda errores acumulados en el pasado; y control derivado, que predice errores futuros. El control PID sumo esos tres componentes para calcular la salida, (EMERSON, 2024).

### **Teoría PID**

Respuesta proporcional:

Depende únicamente de la diferencia entre el punto de referencia y la variable del proceso. Esta diferencia se le conoce como el término error. La ganancia proporcional “ $k$ ” determina la relación entre la respuesta de la salida y la señal de error. (EMERSON, 2024)

Respuesta integral:

El componente integral es suma el término de error en el transcurso del tiempo. El resultado es que incluso un término de error pequeño hará que el componente integral aumente lentamente. Su respuesta aumentara continuamente con el tiempo al menos que el error sea cero, por lo que el efecto es llevar el error de estado estable a cero. (EMERSON, 2024)

Respuesta de derivada:

Hace que la salida disminuya si la variable del proceso aumenta rápidamente. La respuesta derivada es proporcional a la tasa de cambios de la variable del proceso. Aumentar el parámetro de tiempo derivado “ $T$ ” hará que el sistema de control reaccione con más fuerza a los cambios en el término de error y aumentará la velocidad de respuesta del sistema de control en general. (EMERSON, 2024)

## Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario es un componente esencial en sistemas de control de temperatura, ya que permite la interacción efectiva entre el usuario y el dispositivo. Según Shneiderman y Plaisant (2010), una interfaz bien diseñada mejora la eficiencia operativa y la satisfacción del usuario al facilitar la comprensión y manipulación del sistema. En el contexto de un termostato electrónico, es crucial que el usuario pueda visualizar la temperatura actual y ajustar la temperatura deseada de manera intuitiva.

Norman (2013) enfatiza la importancia del diseño centrado en el usuario, destacando que los dispositivos deben ser fáciles de entender y operar sin necesidad de instrucciones extensas. Una interfaz clara y sencilla no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también reduce la probabilidad de errores operativos, lo que es especialmente importante en sistemas de control térmico donde la precisión es vital.

## Implementación de Pantallas LCD y OLED

Las pantallas son elementos clave para la visualización de información en tiempo real. En proyectos de termostatos electrónicos, las pantallas LCD (Liquid Crystal Display) y OLED (Organic Light-Emitting Diode) son ampliamente utilizadas debido a su disponibilidad y facilidad de integración con microcontroladores.

Las pantallas LCD son populares por su bajo costo y simplicidad. Ibrahim (2012) señala que las pantallas LCD basadas en el controlador HD44780 son comunes en aplicaciones electrónicas, permitiendo mostrar caracteres alfanuméricos que pueden incluir la temperatura actual, la temperatura objetivo y mensajes de estado. Su conexión con microcontroladores como Arduino es sencilla y está bien documentada, lo que facilita su implementación incluso para principiantes.

Las pantallas OLED ofrecen ventajas significativas en términos de contraste, ángulos de visión y eficiencia energética. Chen y Lee (2013) explican que, a diferencia de las LCD, las OLED emiten luz propia, eliminando la necesidad de retroiluminación y permitiendo diseños más delgados. Aunque su costo es generalmente mayor, su



capacidad para mostrar gráficos de alta calidad y su consumo reducido las hacen atractivas para proyectos donde la calidad de visualización es prioritaria.

### **Botones pulsadores**

Los botones pulsadores son dispositivos de entrada simples y efectivos. Permiten al usuario realizar acciones discretas, como incrementar o disminuir la temperatura deseada, navegar por menús o activar funciones específicas. Peckol (2019) destaca la importancia de manejar adecuadamente el rebote mecánico (debouncing) que ocurre en los botones para evitar lecturas erróneas, lo cual puede lograrse mediante circuitos de hardware o algoritmos de software.

### **Conclusión**

Los fundamentos teóricos han proporcionado una base sólida para planificar y seleccionar los componentes óptimos para la realización del proyecto de implementación de un termostato electrónico para el monitoreo y control de temperatura en un horno eléctrico.

Contar con una base teórica robusta nos habilita para planificar meticulosamente cada aspecto del proyecto y seleccionar los componentes más adecuados, asegurando que el termostato electrónico cumpla con los objetivos planteados y responda eficazmente a la problemática identificada. Este enfoque fundamentado no solo aumenta las probabilidades de éxito en la implementación del proyecto, sino que también contribuye al desarrollo de soluciones tecnológicas eficientes y de alta calidad en el campo del control de temperatura.

## Referencias Bibliográficas

- Equipos y laboratorio de Colombia (s. f.) “EL EFECTO TERMOELÉCTRICO”. En línea: [URL](#)
- Picuino (2024) “Controlador PID”. En línea: [URL](#)
- OMEGA (s. f.) “Termopar”. En línea: [URL](#)
- DEWESOFT (2023) “Cómo medir la temperatura con sensores RTD [PT100, PT200, PT1000, ...]”. En línea: [URL](#)
- Soporte Dinámico Industrial (2022). “Sistema de control automático”. En línea: [URL](#)
- Instrumentación y Control (2024) “Control ON/OFF o Todo/Nada”. En línea: [URL](#)
- EMERSON (2024) “Explicación sobre el controlador PID y la teoría”. En línea: [URL](#)
- Proyecto Arduino (s.f) “Sensor de Temperatura”. En línea: [URL](#)
- Tom’s Hardware (s.f) “Cómo controlar la temperatura con una Raspberry Pi Pico” En línea: [URL](#)
- ESP32 io (2018 – 2024) “ESP32 - Sensor de Temperatura” En línea: [URL](#)
- INFOOTEC (2016) “Relé de estado sólido” En línea: [URL](#)
- Almurib, H. A., Kalavally, V., & Ramiah, H. (2016). Implementation of Rotary Encoder in Digital Control Systems. *International Journal of Engineering and Technology*, 8(2), 123-130.
- Chen, J., & Lee, C. (2013). An Introduction to OLED Display Technology. *Journal of Display Technology*, 9(6), 433-439.
- Ibrahim, D. (2012). *Arduino-Based Embedded Systems*. Newnes.
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
- Peckol, J. K. (2019). *Embedded Systems: A Contemporary Design Tool*. Wiley.
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2010). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (5.a ed.). Addison-Wesley.

- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction* (4.a ed.). Wiley.



UNIVERSIDAD MODELO  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA MECATRÓNICA

PROYECTOS III

“DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TERMOSTATO  
ELECTRÓNICO PARA MONITOREO Y CONTROL DE  
TEMPERATURA”

INTEGRANTES:

BLANCHET CABRERA JOSE MIGUEL

ESTRELLA CANCINO HUGO ADRIEL

REYES ALCOCER RODRIGO AZAEL

TERCER SEMESTRE

MAESTRO: FREDDY ANTONIO IX ANDRADE

FECHA DE ENTREGA: 18 / 10 / 2024

## Bocetos

Jose Miguel Cabrera Blanchet

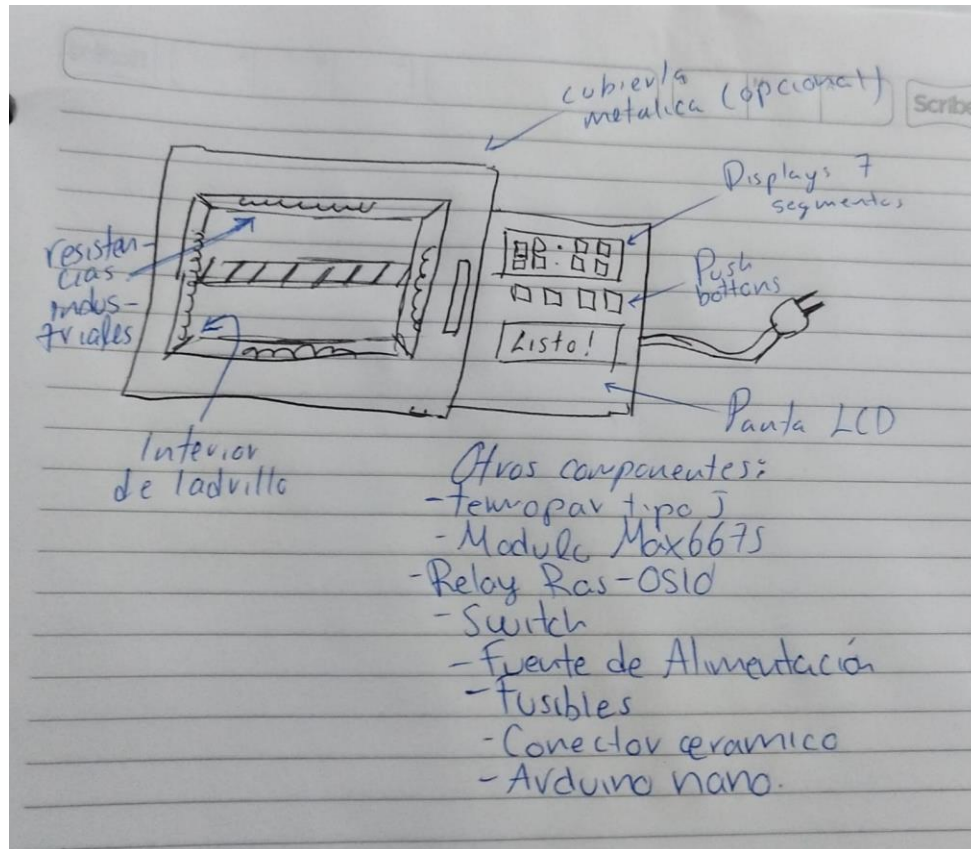


Ilustración 1 Boceto UNO

Como se muestra en la ilustración 1, se utilizarán resistencias tipo industrial para generar calor de manera eficiente y soportar altas temperaturas. Se incorporará un termopar tipo J junto con el MAX6675 para medir la temperatura y convertirla en datos legibles para el Arduino Nano. El relé RAS-0510 permitirá controlar la activación de las resistencias, manejando hasta 10A de corriente.

Para mostrar la información, se integrarán una pantalla LCD y displays de 7 segmentos, mientras que los push buttons facilitarán la interacción del usuario. La cubierta estará hecha de acero galvanizado, que es económica y resistente a la corrosión, y se utilizarán ladrillos refractarios para mantener el calor.

Además, se implementarán conectores cerámicos para garantizar la durabilidad y seguridad de las conexiones internas en un entorno de altas temperaturas.

Hugo Adriel Cancino Estrella

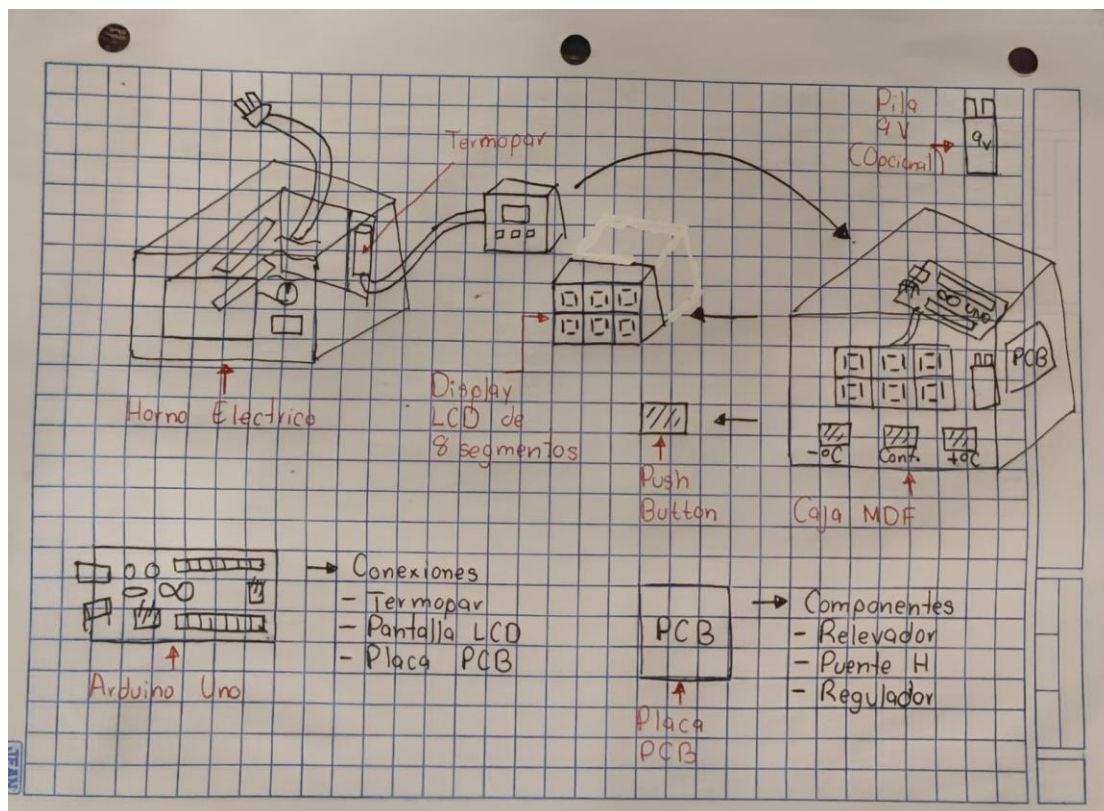


Ilustración 2 Boceto DOS

Según el boceto, contamos con un termopar ubicado en la parte trasera del interior del horno eléctrico, el cual medirá la temperatura interna. Este está conectado a un Arduino, que recibirá los datos y los mostrará en una pantalla LCD de 8 segmentos para su monitoreo. Dentro de la caja de MDF se encuentran el Arduino, la placa PCB con los componentes que se seleccionarán según los resultados de la investigación, y una pantalla LCD con 3 botones para controlar la temperatura y realizar la configuración necesaria.

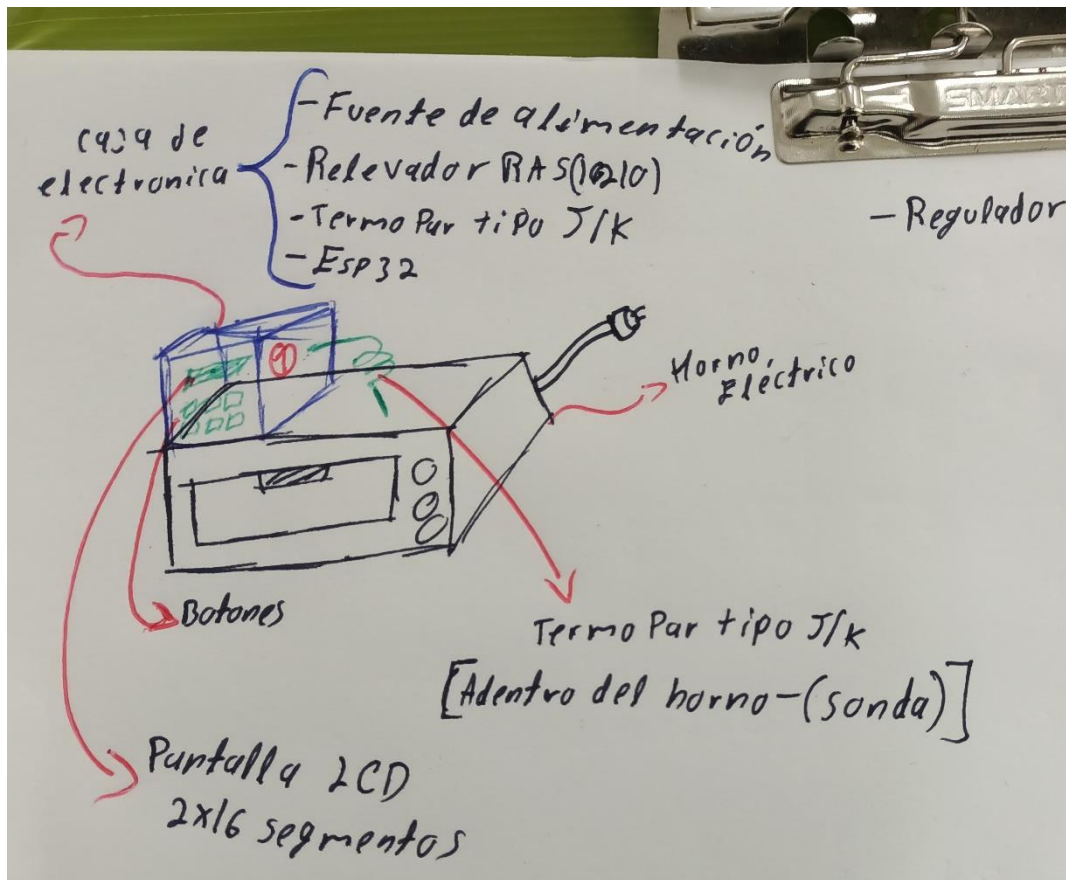


Ilustración 3 Boceto TRES

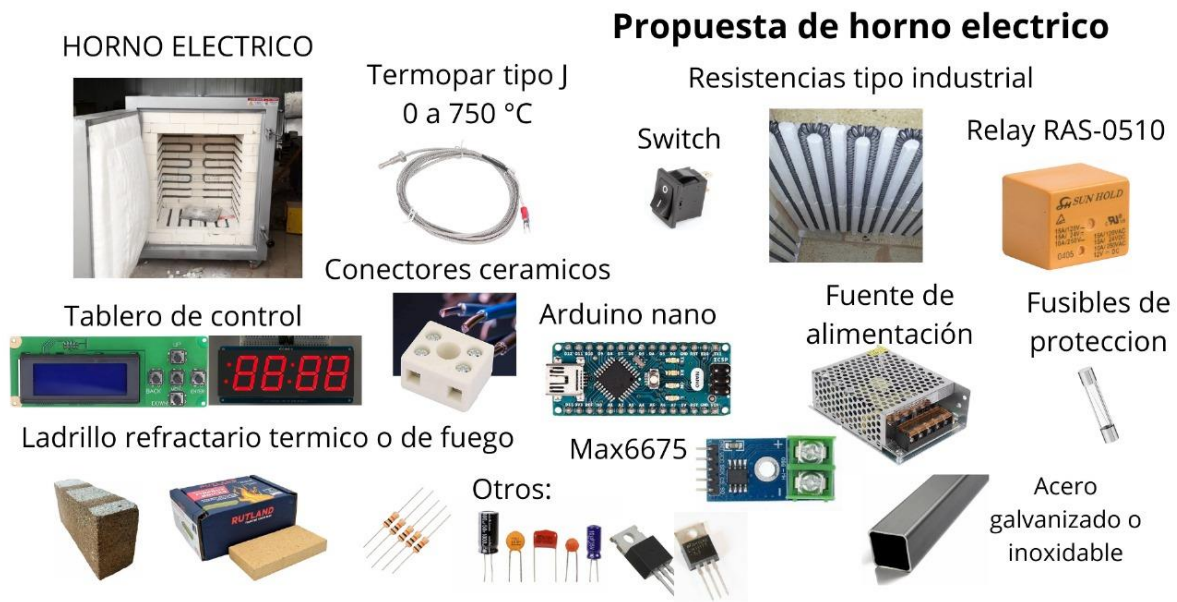
Dado el boceto en la Ilustración 3, está tendrá un microcontrolador Esp32, por el rápido procesamiento de la tarjeta. Que nos ayudara en la recolección de los datos por el sensor. Tendrá integrado una panta LCD para que se pueda apreciar de manera digital la temperatura en la que se encuentra la parte interna del horno.

Su sensor ser de temperatura es un Termopar tipo J o K, esta por definirse el tipo J va de los  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $750^{\circ}\text{C}$  y el tipo K va de los  $-200^{\circ}\text{C}$  a  $1,260^{\circ}\text{C}$ . Nos permitirá un gran margen de probabilidad de que no se queme el sensor una vez dentro del horno, integrado con el microcontrolador para detectar su temperatura.

Los botones servirán para marca en el termostato, cuantos grados queremos que se encuentre el horno internamente, para que sea constante.



## Selección de componentes



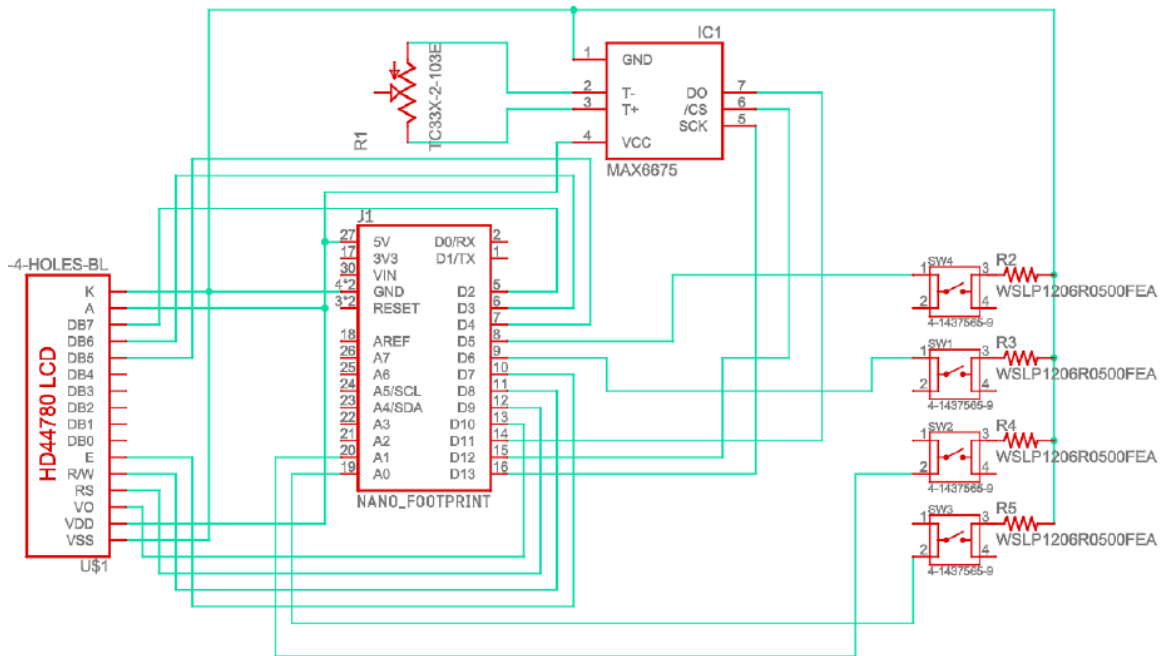
*Ilustración 4 Componentes electrónicos a considerar*

Uso	Componentes	Su funcionamiento	Costos	Enlace
Microcontrolador	Arduino NANO	Control para el termostato y el horno eléctrico.	\$100 c/u	<a href="#">URL</a>
Sensor	Termopar tipo K	Sacar la temperatura en el cual se encontrará adentro del horno eléctrico.	\$179 c/u \$90 c/u \$158 c/u \$150 c/u	<a href="#">URL</a> <a href="#">URL</a> <a href="#">URL</a> <a href="#">URL</a>
Pantalla	Display LCD de 2x16 segmentos	Se ilustrará los grados en el que se encuentra el horno y	\$70 c/u	<a href="#">URL</a>



		la medida que queremos que llegue.		
Relevador	RAS (1210) 12v	Switch de encendido y apagado para las resistencias del horno eléctrico	\$19 c/u	<a href="#">URL</a>
Regulador	*L7805 (5v) y L7812 (12v)	Regulador de voltaje para las entradas del microcontrolador y el relevador.	\$9 c/u	<a href="#">URL</a> <a href="#">URL</a>
Transformador	12 Vca, 1,2 Amperes, con Tap central	Baja el voltaje para que podamos usar un puente de diodos para que se transforme a CD.	\$249 c/u	<a href="#">URL</a>
Transistor	(NPN) 2N2222A	Alimentara el relevador	\$25 c/u	<a href="#">URL</a>
Puente de diodos	Rectificador de 200Volts a 2A	Para que la CA pase a CD	\$9 c/u	<a href="#">URL</a>
Resistencias	En el proceso de mediciones se identificará	Se ocuparán para el transistor	\$1 c/u	<a href="#">URL</a>
Capacitores	En el proceso de mediciones se identificará	Se ocuparán para el transistor	\$10 c/u	<a href="#">URL</a>
Horno	Eléctrico	Se ocuparán para el transistor	\$300	URL
Costo aproximado = \$971 Novecientos setenta y un pesos				

## Diagrama del circuito del termostato



*Ilustración 5 Diagrama del termostato*

En la ilustración 5 se aprecia el diagrama del termostato donde se encuentra en microcontrolador Arduino NANO conectado con un display LCD de 16x2 segmentos, cuatro botones para subir temperatura, disminuir temperatura, configuraciones, enter y reset.

Tiene un MAX6675 que es un amplificador que medirá los valores de temperatura del Termopar tipo J/K que nos indicará las variaciones de temperatura.

[Link](#) del boceto en Fusión360.