



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO ELÉCTRICO PROGRAMABLE PARA
EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES EN LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Electromecánicos.

AUTORES:

Masapanta Lasso Diego Rubén

Silva Zamora Anderson Hernán

TUTOR:

Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex Darwin

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Masapanta Lasso Diego Rubén y Silva Zamora Anderson Hernán, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACION DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES”, siendo el Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex Darwin, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Masapanta Lasso Diego Rubén
C.I: 0503605099



Silva Zamora Anderson Hernán
C.I: 0550291686

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTOS DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACION DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES”, de Masapanta Lasso Diego Rubén y Silva Zamora Anderson Hernán de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2022



Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex Darwin

C.I: 0503614935

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA por cuanto los postulantes Masapanta Lasso Diego Rubén y Silva Zamora Anderson Hernán, con el título del Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACION DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:



PhD. Yoandrys Morales Tamayo
C.I: 1756958797
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



M.Sc. William Armando Hidalgo
C.I: 0502657885
LECTOR 2 (MIEMBRO)



M.Sc. Danilo Fabricio Trujillo
C.I: 1803547320
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir estudiar en este prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná en la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, carrera de Ingeniería en Electromecánica, que me brindo la formación como profesionales. Así como a mis padres que estuvieron ahí apoyándome en todo el transcurso de mi preparación académica.

De la misma manera agradecerle a nuestro tutor de Tesis por la orientación brindada para el apogeo de nuestro trabajo de investigación, también cada uno de los docentes que han intervenido en el proceso de nuestra preparación académica.

A todas las personas quienes fueron participes esenciales para la culminación exitosa del desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

Diego

Anderson

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada: El presente proyecto de Investigación es dedicado a Dios por darnos es fuerza para seguir cada día por el camino del conocimiento, a nuestros padres por ser el motor de inspiración para cumplir nuestros objetivos, a cada uno de los docentes que gracias a ellos hemos llegado a este nivel de profesionalismo y así mismo a cada uno de las personas que desarrollan software que fueron de gran ayuda en el transcurso de nuestra vida universitaria.

Diego

Anderson

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES".

Autores:

Masapanta Lasso Diego Rubén

Silva Zamora Anderson Hernán

RESUMEN

El presente proyecto de investigación detalla el estudio de sistemas automatizados de temperatura aplicados en tratamientos térmicos y su incidencia en las propiedades de los aceros, para lo cual se construyó un horno tipo mufla con el sistema de control más adecuado mediante el uso de dispositivos de comprobación del tratamiento, el mismo que va a ser implementado en el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, el mismo que se podrá realizar prácticas de diferentes tratamientos térmicos. Otro motivo para la realización de este estudio fue el interés de investigar los materiales que conforman el horno eléctrico, semejante que permita tener una alta eficiencia y consiguiendo un ahorro energético considerable.

El cuerpo exterior del horno de mufla está hecho de chapa gruesa de acero dulce con una temperatura de trabajo 900°C, en donde la temperatura controlada por regulador de energía con indicador. Termopar pirómetro. El elemento calefactor hecho de alambre kanthal. aleación especial de alta temperatura herida en la superficie exterior de la cámara de trabajo para trabajar en 220/110 voltios, este tiene un controlador de temperatura digital electrónico Cum Indicador, gracias al tamaño de mufla en mm y pulgadas es decir de 225x100x100mm (9"X4"X4").

PALABRAS CLAVES: Electromecánica, Horno Electrico, Mufla, Kanthal, Celcius.

ABSTRACT

This research project details the study of automated temperature systems applied in heat treatments and their impact on the properties of steels, for which a muffle-type furnace was built with the most appropriate control system through the use of treatment checking devices, the same one that will be implemented in the electromechanical laboratory in Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, this device will be able to carry out practices of different thermal treatments. Another reason for carrying out this study was the interest in investigating the materials that make up the electric furnace, similar to allowing high efficiency and achieving considerable energy savings.

The outer body of the muffle furnace is made of a thick mild steel plate with a working temperature of 900°C, where the temperature is controlled by a power regulator with an indicator thermocouple pyrometer. The heating element is made of kanthal wire special high-temperature wound on the outer surface of the working chamber to work at 220/110 volts, it has an electronic digital temperature controller Cum Indicator, thanks to the size of the muffle in mm and inches, that is, 225x100x100mm (9" X4 "X4").

KEYWORDS: Electromechanics, Electric Furnace, Muffle, Kanthal, Celcius.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTOS DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXO	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios Directo.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS	4
6.1. Objetivo General.....	4
6.2. Objetivos Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	5
8. FUNDAMENTACION CIENTIFÍCO TÉCNICA.....	6
8.1. Horno eléctrico.....	6
8.2. Horno eléctrico tipo mufla	6
8.3. Características del horno eléctrico tipo mufla.....	7
8.4. Principio de funcionamiento de hornos mufla	7
8.5. Tratamiento térmico del acero	8
8.6. Tipos de los tratamientos térmicos.....	10
8.7. Tipo de acero al carbón.....	12
8.8. Normas de los aceros	13
8.8.1. AISI.....	13

8.8.2. Euronorma (ES)	20
8.8.3. Normas japonesas de acero (JIS)	21
8.8.4. Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASME).....	21
8.8.5. Deutsches Institut für Normung eV (DIN)	22
8.9. Lana de vidrio	22
8.9.1. Usos y características de la lana de vidrio	22
8.9.2. Producción de la lana de vidrio.....	24
8.9.3. Ventajas de lana de vidrio.....	25
8.10. Sistemas de control de hornos eléctrico.....	25
8.10.1. PLC (Controlador Lógico Programable)	26
8.10.2. Termocupla	27
8.10.3. Relé de estado sólido	28
8.10.4. Aplicaciones de retransmisión.....	32
8.11. Temperatura ambiente y atmósfera.....	33
8.12. Diagrama del sistema hierro-carbono	34
9. HIPÓTESIS	35
10. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	35
10.1. Localización	35
10.2. Tipos de Investigación	36
10.2.1. Investigación bibliográfica	36
10.2.2. Investigación descriptiva	36
10.2.3. Investigación de Campo	37
10.3. Métodos de Investigación	37
10.3.1. Método analítico	37
10.3.2. Método inductivo.....	37
10.3.3. Método deductivo	38
10.3.4. Técnicas de Investigación.....	38
10.4. Población y Muestra.....	38
10.4.1. Población	38
10.4.2. Muestra	39
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	40
11.1. Listado de equipos, materiales y recursos.....	40
11.2. Componentes del horno	41
11.3. Características y especificaciones de la mufla.....	42

11.4.	Esquema eléctrico del horno tipo mufla	43
11.5.	Esquema del sistema de control	43
11.6.	Línea de temperatura.....	44
11.7.	Funcionamiento del panel de control	44
11.8.	Tiempo de proceso	45
11.9.	Instalación del horno eléctrico	46
11.10.	Calentamiento de las probetas	48
11.11.	Enfriamiento de las probetas agua/aceite.....	49
11.12.	Resultados obtenidos	51
11.13.	Medidas preventivas y/o precaución.....	57
12.	IMPACTOS.....	59
12.1.	Impacto Técnico.....	59
12.2.	Impacto Económico	59
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	60
13.1.	Gastos Directos	60
13.1.1.	Gastos de los materiales.....	60
13.1.2.	Gastos para el uso personal.....	60
13.1.3.	Gastos para la mano de obra.....	60
13.2.	Gastos indirectos	61
13.3.	Gastos Ingenieril.....	61
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
14.1.	CONCLUSIONES	62
14.2.	RECOMENDACIONES	62
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	63
16.	ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos	3
Tabla 2: Actividades de los objetivos establecidos.	5
Tabla 3: Composición química AISI 1020	14
Tabla 4: Propiedades físicas AISI 1020	15
Tabla 5: Propiedades mecánicas AISI 1020	15
Tabla 6: Composición química AISI 1045	17
Tabla 7: Propiedades físicas AISI 1045	17
Tabla 8: Propiedades mecánicas AISI 1045	17
Tabla 9: Composición química AISI 4140	19
Tabla 10: Propiedades físicas AISI 4140	19
Tabla 11: Propiedades mecánicas AISI 4140	19
Tabla 12: Tipos de relés.....	31
Tabla 13: Población.....	39
Tabla 14: Listado de equipos, materiales y recursos.	40
Tabla 15: Componente de la mufla.....	42
Tabla 16: Características y especificaciones de la mufla	42
Tabla 17: Temperatura por minuto.....	44
Tabla 18: Descripción del panel de control.	45
Tabla 19: Tiempo del calentamiento del aire en el interior del aire	46
Tabla 20: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.....	51
Tabla 21: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.....	52
Tabla 22: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.....	52
Tabla 23: ACERO AISI-SAE 4140 dureza inicial 26,7 HRC.....	54
Tabla 24: Valores de la distancia y HRC	54
Tabla 25: Dureza de la pieza templada.....	57
Tabla 26: Medidas preventivas y/o precaución	57
Tabla 27: Gastos directos de materiales	60
Tabla 28: Gastos directos para el uso personal.....	60
Tabla 29 : Gastos directos para la mano de obra	60
Tabla 30: Gastos indirectos	61
Tabla 31: Gastos Ingenieril.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tratamientos térmicos del acero	10
Figura 2: Proceso de producción de las lanas de vidrio	25
Figura 3: Estructura del sistema de control del horno eléctrico	26
Figura 4: Estructura de termopar	27
Figura 5: Relé de estado sólido.....	28
Figura 6: Funcionamiento de los roles	29
Figura 7: Curva de la temperatura del horno.	29
Figura 8: Cableado de relé.....	32
Figura 9: Diagrama del sistema hierro-carbono	34
Figura 10: Localización de implementación del proyecto.....	35
Figura 11: Componente de la máquina.....	41
Figura 12: Esquema eléctrico	43
Figura 13: Línea de temperatura.....	44
Figura 14: Funcionamiento del panel de control	44
Figura 15: Toma corriente trifásico	47
Figura 16: Enchufe trifásico 220v	47
Figura 17: Panel touch del horno de mufla.....	47
Figura 18: Introducir las probetas.....	48
Figura 19: Panel touch del horno de mufla.....	48
Figura 20: Tiempo del temple	48
Figura 21: Permanencia	49
Figura 22: Extracción de las probetas.....	49
Figura 23: Enfriamiento de las probetas agua/aceite	50
Figura 24: Espera de enfriamiento de las probetas agua/aceite	50
Figura 25: Comprobación de error en la cámara infrarroja	50
Figura 26: Medición de dureza Brinell después del temple	51
Figura 27: Relación de temperatura del temple-tiempo el ASI 1018 enfriado en agua	52
Figura 28: Relación de temperatura del temple-tiempo el ASI 1018 enfriado en agua	53
Figura 29: Relación Temperatura de temple- Tiempo el AISI 1018 enfriado en aceite	53
Figura 30: Relación Temperatura de temple- Tiempo el AISI 1045 enfriado en aceite	53
Figura 31: Curvas de templado para los aceros 1018 y 1045	54
Figura 32: ACERO AISI-SAE 4140 dureza inicial 26,7 HRC.....	54

Figura 33: Dureza y distancia del ensayo 4140.....	55
Figura 34: Probetas de acero AISI 4140.....	55
Figura 36: Probetas de acero AISI 4140.....	56
Figura 36: Enfriamiento de la probeta 4041 en agua.....	56
Figura 37: Los cambios de la estructura en la probeta.	56

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Hoja de vida de tutor.....	69
Anexo 2: Hojas de vida de los estudiantes	70
Anexo 3: Evidencias del desarrollo del proyecto	72
Anexo 4: Guía de las prácticas de laboratorio	73
Anexo 5: Manual de usuario del horno eléctrico tipo mufla	74
Anexo 6: Aval de traducción	79
Anexo 7: Similitud de contenido.	80

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

“IMPLEMENTACION DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES.”

Fecha de inicio:	Marzo del 2022
Fecha de finalización:	Agosto del 2022
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspician:	Facultad de las Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera que auspicia:	Carrera de Ingeniería en Electromecánica
Equipo de Trabajo:	
Tutor de Titulación:	Ing. MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin
Postulantes:	Masapanta Lasso Diego Rubén Silva Zamora Anderson Hernán
Área de Conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos Industriales.
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.
Núcleo Disciplinar:	Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el desarrollo de este proyecto de investigación en donde se hace referencia a los conocimientos científicos y técnicos en las actividades de la manufactura, considerando las partes fundamentales para la implementación de un horno eléctrico con los funcionamientos programables para mejorar el tratamiento térmico de metales, de esta manera permita al estudiante establecer comprensión a los efectos y reacciones que sufre un material bajo altas temperaturas.

En donde la aplicación de este proyecto que es importante para la mejora de los procesos tradicionales las cuales se desarrollaban mediante el tratamiento térmico a distintas componentes. En donde el horno tendrá una dimensión de la mufla en 9 x 4 x 4 pulgadas en la que la carcasa externa hecha de acero suave grueso, dentro de la cámara consta por un sensor de temperatura, con el fin de verificar la variación del mismo hasta 900° sin alterar las propiedades del material a tratar, junto con los elementos electrónicos como es el panel de control digital.

El horno de mufla es una cámara que brinda la facilidad de retener altas temperaturas de calor, por lo tanto, cumple la función necesaria de tal forma evitando fugas de calor de forma externa de la mufla, gracias a la concentración de la temperatura y la unión de paredes en el ladrillo refractario; para dar funcionalidad al horno de mufla es necesario contar con una corriente alterna de 220V, que es lo que se requiere para brindar un mejor trato de los metales.

3 JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de las habilidades y capacidad de los alumnos es fundamental dar a conocer las herramientas que se necesitan para mejorar y ampliar su aprendizaje, promoviendo la práctica técnica, brindando instrumentos necesarios de acuerdo a las innovaciones tecnológicas actuales y alto impacto en su ejecución.

De acuerdo a los hornos existentes en el país que cuentan por tener características requeridas para aplicaciones de este tipo de actividad, sin embargo, la magnitud de la necesidad y costo de un horno depende de las dimensiones de esta forma las empresas industrial y automotriz garantizan el mantenimiento de piezas de forma eficiente y confiable que el tratamiento utilizado es garantizado. Por lo que el aumento de carbono en el acero permite conseguir las

características mecánicas adecuadas como el aumento de la dureza y la resistencia, da como resultados de poca elongación, soldabilidad y ductilidad.

Por lo tanto es evidente que en la facultad de las ciencias y aplicadas referente a la carrera en Electromecánica tiene como objetivo el mejoramiento de conocimientos en la formación de profesionales de excelencias y sobre todo competentes en todos los ámbitos académicos, por esta significativa prácticas técnicas referentes a los tratamientos térmicos, que forman parte del procesos en los aceros, por lo tanto nace la iniciativa de implementar un horno para el tratamiento térmicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Beneficiarios Directos

Los beneficiarios que están de forma directas vinculados al uso de este proyecto son los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Tabla 1: Beneficiarios directos

Estudiantes de la Carrera	N°
Hombre	280
Mujeres	20
Total	300

Elaborado por: Masapanta, D. & Silva, A. (2022).

5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El proceso de tratamiento térmico de los metales permite cambiar sus propiedades mediante calentamiento y enfriamiento controlados. Dependiendo del tipo de material, se les puede dar mayor o menor tiempo de residencia, rango de temperatura, velocidades de calentamiento y enfriamiento, por lo que existe la necesidad de un dispositivo que pueda alcanzar el rango de alta temperatura en menor tiempo sin cambiar las propiedades del material, material a tratar.

Según Calderón (2017), manifiesta que hoy en día en la zona centro de la ciudad de Tungurahua existen muchas instituciones industriales que cuentan con materiales con descripciones especiales que solicitan un tratado específico, para la utilización de los instrumento de laboratorio de electromecánica, se requirió un horno de mufla para los tratamientos térmicos, ya que las herramientas que se requiere en la institución, existen

materiales completo y funcional para que los estudiantes de la universidad puedan usar los equipo, garantizando el alto conocimiento de los estudiantes al ocupar esta tecnología.

El tratamiento térmico de metales es un proceso que nunca antes se había hecho implementado en laboratorios de electromecánica por falta de conocimiento del proceso y costos de equipamiento exorbitantes, que provocan averías daños por piezas en mantenimiento industrial y pequeñas estructuras metálicas, flexiones o rajaduras por falta de tratamiento previo de estos materiales (Nipzon, 2020).

A través de la implementación del horno eléctrico tipo mufla en el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se mejorará mediante el tratamiento térmico del acero es evitar que las piezas se agrieten, tengan rajaduras con el tiempo y dureza poco uniforme. También permite conocer los procesos del tratado los materiales metálicos en base a diferente tipo de temperatura.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Implementar un horno eléctrico programable para el tratamiento térmico de metales en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

6.2 Objetivos Específicos

- Revisión bibliográfica científica del tratamiento térmico a través del horno tipo mufla para el calentamiento, permanencia y enfriamiento del acero.
- Instalar el horno eléctrico programable para el tratamiento de acero alto en carbono por el método del temple
- Realizar la implementación del horno tipo mufla de acuerdo a las dimensiones necesarias para el tratamiento térmico de metales.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.

Tabla 2: Actividades de los objetivos establecidos.

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Objetivo Específico 1: Revisión bibliográfica científica del tratamiento térmico a través del horno tipo mufla para el calentamiento, permanencia y enfriamiento del acero.	Indagar los antecedentes del proyecto. Analizar los procedimientos sobre el tratado térmico de acero	De acuerdo a las exigencias Los instrumentos que son necesarios para los tratamientos térmicos del horno tipo mufla	Fundamentación teórica. Características obtenidas en las investigaciones para la implementación del horno.
Objetivo Específico 2: Instalar el horno eléctrico programable para el tratamiento de aceros altos en carbono por el método del temple	Comprobar el tipo de corriente se alimenta la máquina. Identificar el funcionamiento del sistema de control.	Funcionamiento de la máquina. Configuración para el temple y revenido en la cámara de temperatura.	Evidencias del funcionamiento de la máquina en análisis y resultados.
Objetivo Específico 3: Poner en marcha el horno tipo mufla para que cumpla el funcionamiento del tratamiento térmico de acero.	Adquirir los materiales y equipos que cumplan las funciones necesarias para la implementación del horno tipo mufla.	Controlador de temperatura digital. Pruebas de funcionamiento del horno tipo mufla.	Temperatura de Trabajo 900°C se despliega en un tiempo de 14 minutos. Evidencias de implementación.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022).

8 FUNDAMENTACION CIENTIFÍCO TÉCNICA

8.1 Horno eléctrico

Aguirre & Sánchez (2017), manifiestan que un horno eléctrico es un aparato de cocina que se ejecuta con electricidad en lugar de gas. Durante años, muchos rangos eléctricos presentaban estufas con bobinas eléctricas. Los modelos más nuevos favorecen las encimeras de inducción lisa y de inducción. Al igual que los hornos de gas, los hornos ecléticos tienen elementos de calor interior que calientan los alimentos a través de la radiación (Pág. 105).

Por otro lado, la empresa Tramontina (2022), indica que los hornos eléctricos se construyen con bobinas de metal para iniciar el proceso de calentamiento. Estos elementos calefactores brillan al rojo vivo mientras funcionan y generalmente se pueden encontrar en el piso del electrodoméstico. También puede haber otro elemento para asar en la parte superior de los hornos eléctricos Y debido a su construcción, los hornos eléctricos también pueden tener más espacio en las superficies y más almacenamiento para los platos del horno. Además, son fáciles de instalar.

8.2 Horno eléctrico tipo mufla

Duarte & Vargas (2018), argumentan que los hornos de mufla son dispositivos que crean un ambiente adecuado para procesar materiales a altas temperaturas. Este proceso es útil en varias áreas, como la fabricación de vidrio o la metalurgia. Es útil para calentar material a altas temperaturas mientras lo mantiene contenido y completamente aislado de contaminantes externos, químicos o sustancias.

Un horno de mufla permite un rápido calentamiento, recuperación y enfriamiento a alta temperatura en gabinetes autónomos de bajo consumo. Un horno de mufla separa el objeto a calentar de todos los subproductos de la combustión de la fuente de calor. En los hornos eléctricos modernos, una energía de radiación o convección aplica calor a una cámara utilizando un serpentín de calentamiento de alta temperatura dentro de un material aislado. El material efectivamente actúa mediante este proceso como una mufla permitiendo el calor filtre. (Manrique, 2020).

8.3 Características del horno eléctrico tipo mufla

La característica principal del horno de mufla es que tiene una cámara de combustión y una cámara de calentamiento independientes. El "tanque de deshidratación" es una cámara hermética donde se coloca el material a calentar. En la "vejez", esto es muy importante porque de lo contrario los subproductos de la combustión contaminarán el proceso de calentamiento (Tramontina, 2022).

Sin embargo, con la invención de los elementos calefactores eléctricos de alta temperatura a principios de la década de 1950, la mayoría de los fabricantes de hornos convirtieron rápidamente los hornos de mufla en hornos eléctricos, y los subproductos de calefacción eran insignificantes en la mayoría de los procesos. Los hornos eléctricos se calientan mediante procesos de conducción, convección o radiación de cuerpo negro que no producen subproductos de la combustión (Budynas & Nisbett, 2018).

Estos diseños ahora pueden controlar mejor la uniformidad de la temperatura y garantizar que los materiales calentados estén aislados de los contaminantes de la combustión.

Según Pillajo & Romero (2016) estas son algunas de las características de un horno de mufla:

- Los hornos de mufla se utilizan para producir diversos productos metálicos, como acero con bajo contenido de carbono, acero inoxidable y cobre.
- Las Estufas de estos hornos cuentan con una cámara interior de procesamiento y alojamiento para la colocación de los materiales.
- Están hechos de material resistente al calor con alta conductividad térmica, lo que le permite mantener la temperatura deseada dentro de la cámara.
- La combinación de transferencia de calor radiante y por convección proporciona un tratamiento homogéneo de las piezas de trabajo.

8.4 Principio de funcionamiento de hornos mufla

Según los estudios establecidos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2020) establece que:

El principio de funcionamiento del horno de mufla se basa en el principio de funcionamiento y la ley de conservación de la energía, que transforma la energía

eléctrica en energía térmica para lograr el calentamiento de los materiales. Es decir, de energía eléctrica a energía térmica. Cuando el horno eléctrico funciona normalmente, se aplica voltaje y corriente al elemento calefactor (resistencia). El elemento calefactor genera una gran cantidad de calor en la sala de trabajo y forma convección y radiación térmica. El material de aislamiento en la sala de trabajo absorbe y emite una pequeña cantidad de calor y aísla la mayor parte del calor, por lo que la temperatura en la sala de trabajo aumenta gradualmente y alcanza la temperatura preestablecida del material de calefacción.

Por consiguiente, Guevara & Riofrío (2019) aseguran que un horno de mufla consta de una cámara de calentamiento, una caja de aislamiento y un sistema de control eléctrico. La cámara de calentamiento está instalada con resistencia al calor. Cuando se electrifica la resistencia al calor, la temperatura dentro de la cámara de calentamiento aumentará para que los materiales alcancen una temperatura adecuada. La conversión de energía se lleva a cabo mediante el calentamiento por resistencia de un calentador eléctrico y la resistencia de calentamiento. Luego, la energía eléctrica se convierte en calor y luego se transfiere a la pieza de trabajo para calentarla. Funciona principalmente en la ley de conservación de la energía.

8.5 Tratamiento térmico del acero

“El tratamiento térmico es un proceso controlado que se utiliza para alterar la microestructura de metales y aleaciones como el acero y el aluminio para impartir propiedades que benefician la vida útil de un componente, por ejemplo, mayor dureza superficial, resistencia a la temperatura, ductilidad y resistencia” (Gavito, 2018).

Los aceros se pueden tratar térmicamente para producir una amplia gama de microestructuras y propiedades. En general, el tratamiento térmico utiliza la transformación de fase durante el calentamiento y el enfriamiento para cambiar la microestructura a un estado sólido. En el tratamiento térmico, el procesamiento es normalmente térmico y modifica únicamente la estructura del acero.

En el caso del proceso de tratamiento termo mecánico de aceros, la forma y estructura de los componentes de acero también se modifica. Por otro lado, el proceso termoquímico de los aceros, la química de la superficie y la estructura del acero se modifican (Gavito, 2018).

Según el autor Aguilar & Bernardino & Santana (2021), establece los procesos de tratamiento termo mecánico y termoquímico también son enfoques de procesamiento importantes para el tratamiento térmico del acero y se están considerando en el dominio del tratamiento térmico. Los procesos de tratamiento térmico requieren un estrecho control sobre todos los factores que afectan al calentamiento y enfriamiento del acero. La atmósfera del horno de calentamiento también afecta la condición del acero que se está tratando térmicamente.

Todos los procesos de tratamiento térmico consisten en someter el acero a un ciclo definido de tiempo-temperatura. Este ciclo de tiempo y temperatura tiene tres componentes:

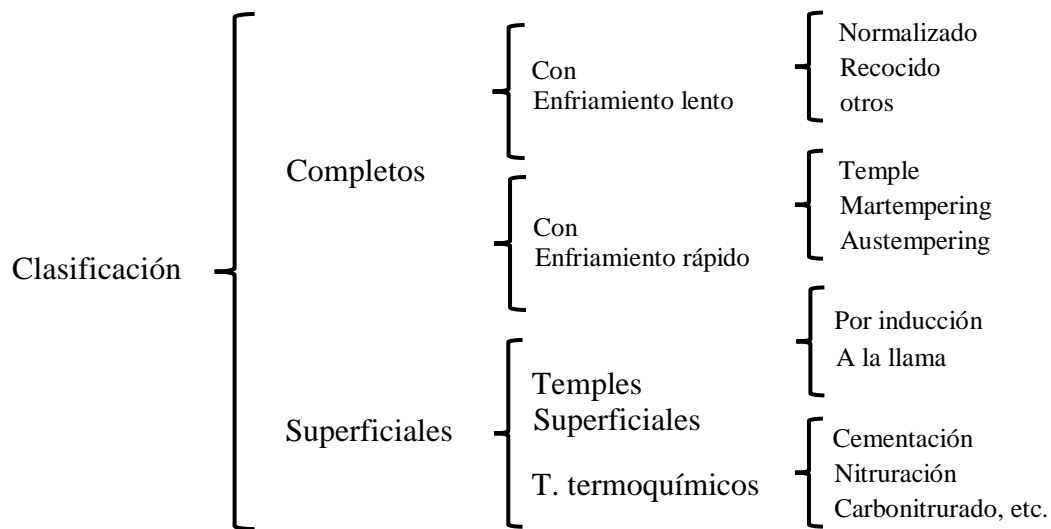
- 1) Calentamiento;
- 2) Mantenimiento en un rango de temperatura particular (remojo) y
- 3) Enfriamiento.

Los casos individuales pueden diferir, pero existen ciertos objetivos fundamentales. La velocidad de calentamiento de una pieza depende de varios factores. Estos factores son:

- 4) La conductividad térmica del acero;
- 5) La condición del acero y
- 6) El tamaño y la sección transversal del acero.

La conductividad térmica del acero es un factor importante. El acero con alta conductividad térmica se calienta a un ritmo más rápido que uno con baja conductividad. La velocidad de calentamiento no es particularmente importante a menos que el acero se encuentre en una condición de alto esfuerzo, tal como la impartida por un trabajo en frío severo o un endurecimiento previo. En tales casos, la velocidad de calentamiento debe ser lenta. Con frecuencia esto no es factible, ya que los hornos utilizados para calentar pueden estar a temperaturas de funcionamiento y colocar el acero frío en el horno caliente puede causar distorsión o incluso agrietamiento (Gavito, 2018).

De igual manera el autor Lefevre (2019), recalca que los tratamientos térmicos del acero “son operaciones o conjunto de operaciones que consisten en someter a los aceros en estado sólido a uno o varios ciclos térmicos con el objeto de “mejorar” sus características a través de provocarles cambios en su estructura.” (Pág. 1). A continuación, se muestra la clasificación dado por el autor:

Figura 1: Tratamientos térmicos del acero

Fuente: Tomado de (Lefevre, 2019)

8.6 Tipos de los tratamientos térmicos

Existen muchos métodos utilizados para tratar térmicamente el acero, incluidos, entre otros, los siguientes:

- **Recocido:** calentar y luego enfriar lentamente el acero para refinarlo y hacerlo más suave
- **Carburación:** adición de carbono a la superficie con calor y sustancias ricas en carbono.
- **Endurecimiento superficial:** acero de cementación y enfriamiento rápido para mantener el centro blando mientras el resto se endurece.
- **Endurecimiento con cianuro:** como el endurecimiento por cementación, pero usando sal de cianuro fundida para la carcasa dura en lugar de carbón
- **Descarburación:** eliminación de carbono de la aleación de acero, ya sea con calor u oxidación.
- **Nitruración :** adición de nitrógeno a la superficie del acero con calor y líquido o gas rico en nitrógeno
- **Trefilado o templado:** recalentamiento del acero que ya se ha enfriado a una temperatura específica para eliminar la dureza.

Por otro lado, el autor Pérez (2017) establece que los métodos más utilizados en el tratamiento térmico del acero son:

Tratamiento Térmico De Homogeneización: Este proceso implica calentar el metal fundido en un horno a una temperatura extremadamente alta y mantenerlo durante un período prolongado para mejorar la uniformidad química por difusión. A veces se emplea la homogeneización como pretratamiento para que los tratamientos térmicos posteriores sean más efectivos (Lambertucci, 2019).

Tratamiento Térmico De Normalización: La normalización consiste en calentar la fundición de metal a una temperatura elevada por encima de la temperatura de transportación y luego enfriarla con aire hasta que alcance la temperatura ambiente. Este proceso altera la microestructura para reducir la variación de dureza y ductilidad dentro de la fundición. Las temperaturas y los tiempos son típicamente más bajos y más cortos que para la homogeneización. La normalización a menudo es seguida por el templeado. Templar es calentar el metal fundido a una temperatura por debajo de la temperatura de transformación para reducir la dureza y mejorar la ductilidad del metal (Perez, 2019).

Tratamiento térmico de endurecimiento y tratamiento térmico de temple: El uso de este tratamiento da como resultado una mejora en las propiedades mecánicas de la fundición de metales, relacionadas especialmente con el aumento de la dureza o la durabilidad. A menudo se utiliza para piezas de acero. El metal se calienta a una temperatura elevada (por encima de la temperatura de transformación) y luego se enfría (apaga) rápidamente. Esto hace que el material inicial más blando transforme su estructura en una más fuerte (Cimiano, 2020).

Tratamiento Térmico De Recocido: El recocido consiste en calentar y mantener el metal a una temperatura elevada, seguido del enfriamiento en el horno para obtener la dureza deseada. Esto generalmente se realiza en aleaciones ferrosas "endurecibles" para reducir la dureza, aumentar la ductilidad y mejorar la maquinabilidad de la fundición. Este proceso se utiliza a menudo en aceros para herramientas, aceros aleados y aceros inoxidable martensíticos para permitir un mecanizado de desbaste rápido antes de cualquier operación de templeado y revenido (Garavito, 2018).

Otros Tratamientos Térmicos: Otros procesos de tratamiento térmico realizados por MetalTek incluyen tratamientos térmicos posteriores a la soldadura, estabilización, horneado

de hidrógeno y tratamientos térmicos simulados "en servicio". Al final del día, el proceso de tratamiento térmico específico utilizado está determinado por las necesidades del cliente. Los clientes a veces quieren piezas "más blandas" para que puedan mecanizarse más fácilmente. Otras fundiciones de metal deben hacerse más fuertes y duraderas. La microestructura final deseada también informa la elección del proceso de tratamiento térmico utilizado (Pérez, 2017).

8.7 Tipo de acero al carbón

- **Acero de bajo carbono:** entre 0.08 hasta 0.25 % en peso de carbono. Son blandos pero dúctiles (capacidad de moldearse en alambre e hilos sin romperse), muy trabajables (fácilmente deformables, cortables, maquinables, soldables). Se endurecen únicamente por carburización, aceros como AISI 1018 o AISI 1020, ASTM A-36, son grados comunes de aceros de bajo carbono. Utilizados en la industria automotriz, tuberías, elementos estructurales de edificios y puentes, varillas de refuerzo, corazas de barcos, etc. (MIPSA, 2022).
- **Acero de medio carbono:** entre 0.25 – 0.60 % en peso de carbono. Para mejorar sus propiedades, se tratan térmicamente. Son más resistentes que el acero de bajo carbono, pero menos dúctiles (capacidad de moldearse en alambre e hilos sin romperse). Se emplean en la manufactura de piezas que requieren una alta resistencia mecánica y al desgaste (engranes, ejes, aplicaciones en chumaceras), aceros como AISI 1045 o AISI 4140 son grados comunes de aceros de mediano carbono. La soldabilidad requiere cuidados especiales (MIPSA, 2022).
- **Acero de alto carbono:** entre 0.60 – 1.40 % en peso de carbono. Son aún más resistentes que el acero de medio carbono, pero menos dúctiles (capacidad de moldearse en alambre e hilos sin romperse). Se añaden otros elementos formando carburos (como el wolframio) para incrementar la dureza. Se emplean principalmente para la fabricación de herramientas (MIPSA, 2022).

8.8 Normas de los aceros

Los estándares de acero son sistemas para clasificar, evaluar y especificar las propiedades químicas, mecánicas y metalúrgicas de diferentes tipos de aceros y aleaciones ferrosas que se utilizan en la producción de componentes, maquinaria y construcciones. Las Normas de acero son útiles para guiar a los laboratorios metalúrgicos, fabricantes y usuarios finales en la producción, el procesamiento y la aplicación del acero (Gimeno, 2018).

Los aceros se pueden clasificar por una gran variedad de criterios, tales como:

- Composición, por ejemplo, acero al carbono, de baja aleación o inoxidable
- Método de fabricación, como hogar abierto, proceso de oxígeno básico o métodos de horno eléctrico.
- Método de acabado, como laminado en caliente, laminado en frío y diversas técnicas de acabado superficial y enchapado
- Forma del producto, por ejemplo, barra, alambre, placa, hoja, tira, tubería o forma estructural
- Práctica de desoxidación, como acero muerto, semimontado, tapado o con borde
- Microestructura, como ferrítico, perlítico y martensítico.
- Tratamiento térmico, como recocido, temple y revenido.

La página web Aceros Crea (2021), asegura que desafortunadamente, no existe un estándar de acero global común o un sistema de clasificación. Más bien, hay una serie de sistemas de clasificación y designación aceptados y utilizados en todo el mundo, que son desarrollados y estandarizados a nivel nacional e internacional por las Organizaciones de Desarrollo de Estándares (SDO), o por industrias o proveedores verticales específicos. Algunos de los sistemas estándar y de clasificación de acero más utilizados incluyen:

8.8.1 AISI

Según Queirós (2020), manifiesta que los estándares de acero AISI-SAE, que se han utilizado en los Estados Unidos y en el extranjero desde 1941 para la clasificación de materiales de acero. El proceso de fabricación de acero se denota con un prefijo de letra en el sistema AISI. Los aceros fabricados en un horno de solera abierta, horno de arco eléctrico u horno de oxígeno básico se designan con el prefijo "C", mientras que los aceros fabricados en un horno

de arco eléctrico se designan con el prefijo "E". La letra "L" en el nombre del grado indica la presencia de plomo como componente adicional. Aunque este estándar ya no se mantiene y ha sido reemplazado en gran medida por SAE, ASTM y otros estándares estadounidenses, todavía se usa ampliamente. Entre las más comunes se hallan:

8.8.1.1 AISI 1020

El acero AISI 1020 se calienta a 870°C - 910°C seguido de un período de mantenimiento por un tiempo específico, hasta que la temperatura se mantiene constante en toda la sección. Luego se enfría en un horno. AISI 1020 tiene propiedades de baja templabilidad y es un acero al carbono de baja resistencia a la tracción con una dureza Brinell de 119 a 235 y una resistencia a la tracción de 410 a 790 MPa. Tiene alta maquinabilidad, alta resistencia, alta ductilidad y buena soldabilidad. Con frecuencia se hace uso del torneado y el pulido o mejor conocido como estirado en frío. Esto se debe a su bajo contenido de carbono, es resistente al endurecimiento por inducción o el endurecimiento por llama. Sin embargo, la carburación es posible para obtener una dureza superficial superior a Rc65 para secciones más pequeñas que se reduce con un aumento en el tamaño de la sección. La fuerza central seguirá siendo la misma. Alternativamente, se puede realizar la nitruración de carbono, que ofrece ciertos beneficios sobre la cementación estándar (Martinez, 2018).

A continuación, se muestra la composición química del acero AISI 1020

Tabla 3: Composición química AISI 1020

Elemento	Contenido
Carbono, C	0.17 - 0.230 %
Hierro, Fe	99.08 - 99.53 %
manganeso, manganeso	0.30 - 0.60 %
Fósforo, P	≤ 0.040 %
azufre, S	≤ 0.050 %

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Balsamo, 2020)

Las propiedades físicas del acero AISI 1020 son;

Tabla 4: Propiedades físicas AISI 1020

Propiedades físicas	Métrico	Imperial
Densidad	7,87 g/cc	0,284 libras/pulg ³

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Balsamo, 2020)

Las propiedades mecánicas del acero AISI 1020 son;

Tabla 5: Propiedades mecánicas AISI 1020

Propiedades mecánicas	Métrico	Imperial
Dureza, Brinell	111	111
Dureza, Knoop (Convertido de dureza Brinell)	129	129
Dureza, Rockwell B (Convertido de dureza Brinell)	64	64
Dureza, Vickers (Convertido de dureza Brinell)	115	115
Resistencia a la tracción, máxima	394,72MPa	57249 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	294,74MPa	42748 psi
Alargamiento a la rotura (en 50 mm)	36.5 %	36.5 %
Reducción del área	66.0 %	66.0 %
Módulo de elasticidad (típico para acero)	200 GPa	29000 ksi
Módulo de volumen (típico para acero)	140 GPa	20300 ksi
Relación de Poisson	0.290	0.290
Impacto Charpy		
Temperatura -30,0 °C/-22,0 °F	16,9J	12,5 pies-lb
Temperatura -18,0 °C/-0,400 °F	18,0J	13,3 libras-pie
Temperatura -3,00 °C/26,6 °F	20,0J	14,8 pies-lb
Temperatura 10,0 °C/50,0 °F	24,0J	17,7 libras-pie
Temperatura 38,0 °C/100 °F	41,0J	30,2 pies-lb
Temperatura 65,0 °C/149 °F	54,0J	39.8 pies-lb
Temperatura 95,0 °C/203 °F	61,0J	45,0 libras-pie
Temperatura 150 °C/302 °F	68,0J	50.2 pies-lb
Impacto de Izod	125J	92,2 pies-lb
Módulo de corte (típico para acero)	80,0 GPa	11600 ksi

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Balsamo, 2020)

Tratamiento térmico

- **Recocido:** El acero AISI 1020 se calienta a 870°C - 910°C seguido de un período de mantenimiento por un tiempo específico, hasta que la temperatura se mantiene constante en toda la sección. Luego se enfría en un horno.
- **Carburación:** AISI 1020 se calienta a entre 880 °C y 920 °C en una atmósfera de cementación adecuada y luego se mantiene durante una cantidad de tiempo suficiente para producir el contenido de carbono y la profundidad de caja requeridos. Posteriormente se realizan procesos de refinado/endurecimiento y templado para optimizar las propiedades del núcleo y de la caja.
- **Refinación de Núcleo:** El acero AISI 1020 se enfría lentamente y se recalienta a 870 °C - 900 °C, seguido de un período de mantenimiento hasta que la temperatura permanece constante en toda la sección y se enfría en agua, aceite o salmuera.
- **Endurecimiento de la caja:** Después de realizar el proceso de refinación del núcleo, se vuelve a calentar a 760°C - 780°C seguido de un período de mantenimiento hasta que la temperatura sea constante en toda la sección. Luego se enfría en agua.
- **Templado:** El acero AISI 1020 se recalienta a 150 °C - 200 °C seguido de un período de mantenimiento durante un tiempo determinado hasta que la temperatura se mantiene constante en toda la sección. Se remoja durante 1 hora por cada 25 mm de sección y luego se enfría en atmósfera normal. Al realizar el proceso de templado, se mejorará la dureza de la carcasa y se reducirán las grietas de pulido.
- **Normalizando:** El acero AISI 1020 se calienta a 890°C - 940°C seguido de un período de mantenimiento hasta que la temperatura permanece constante en toda la sección. Se remoja durante 10 a 15 minutos y luego se enfría al aire libre.
- **Aliviar el estrés:** El acero AISI 1020 se calienta a 650 °C - 700 °C y luego se mantiene hasta que la temperatura permanece constante en toda la sección y se remoja durante 1 hora por cada 25 mm de sección. Luego se enfría en aire quieto. (Madera, 2020).

8.8.1.2 AISI 1045

El acero AISI 1045 es un acero de resistencia media que se suministra en estado normalizado o laminado en caliente negro. Tiene una resistencia a la tracción de 570 - 700 MPa y una dureza Brinell que oscila entre 170 y 210. (SUMINDU, 2020). Una de las principales

características de esta acera se halla en la “buena maquinabilidad y propiedades de alta resistencia e impacto, ya sea en estado normalizado o laminado en caliente.” Sin embargo, el acero AISI 1045 carece de elementos de aleación adecuados y, por lo tanto, no responde al proceso de nitruración. (FCEIA , 2020)

Composición química

Tabla 6: Composición química AISI 1045

Elemento	Contenido
Carbono, C	0.420 – 0.50 %
Hierro, Fe	98.51 – 98.98 %
manganeso, manganeso	0.60 – 0.90 %
Fósforo, P	≤ 0.040 %
azufre, S	≤ 0.050 %

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (FCEIA , 2020)

Propiedades físicas

Tabla 7: Propiedades físicas AISI 1045

Propiedades físicas	Métrico	Imperial
Densidad	7,87 g/cc	0,284 libras/pulgada ³

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (FCEIA , 2020)

Propiedades mecánicas

Tabla 8: Propiedades mecánicas AISI 1045

Propiedades mecánicas	Métrico	Imperial
Dureza, Brinell	163	163
Dureza, Knoop (Convertido de dureza Brinell)	184	184
Dureza, Rockwell B (Convertido de dureza Brinell)	84	84
Dureza, Vickers (Convertido de dureza Brinell)	170	170
Resistencia a la tracción, máxima	565 Mpa	81900 psi
Resistencia a la tracción, rendimiento	310 Mpa	45000psi
Alargamiento a la rotura (en 50 mm)	16.0 %	16.0 %
Reducción del área	40.0 %	40.0 %
Módulo de elasticidad (típico para acero)	200 Gpa	29000 ksi
Módulo de volumen (típico para acero)	140 Gpa	20300 ksi

Relación de Poisson (típica para el acero)	0.290	0.290
Módulo de corte (típico para acero)	80 Gpa	11600 ksi

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (FCEIA , 2020)

Tratamiento térmico

AISI 1045 se somete a procesos de forja, recocido, normalización, alivio de tensión, endurecimiento y revenido, cada uno de los cuales se explica con más detalle a continuación:

- **Forja** - Calentar a 850°C - 1250°C (1562°F - 2282°F). Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Enfriar en un horno.
- **Recocido** - Calentar a 800°C - 850°C (1472°F - 1562°F). Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Enfriar en un horno.
- **Normalización** - Calentar a 870°C - 920°C (1598°F-1688°F). Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Remojar durante 10 - 15 minutos. Enfriar en aire quieto.
- **Alivio del estrés** - Caliente a 550°C - 660°C (1022°F - 1220°F). Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Remojar durante 1 hora por cada 25 mm de sección. Enfriar en aire quieto.
- **Endurecimiento** - Calor a 820°C - 850°C (1508°F - 1562°F). Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Remoje durante 10 - 15 minutos por 25 mm de sección. Enfriar en agua o salmuera.
- **Templado** - Vuelva a calentar a 400°C - 650°C (752°F - 1202°F) según se requiera. Mantener hasta que la temperatura sea uniforme. Remojar durante 1 hora por cada 25 mm de sección. Enfriar en aire quieto.

8.8.1.3 AISI 4140

El acero de aleación AISI 4140 es un acero de baja aleación que contiene cromo, molibdeno y manganeso. Tiene alta resistencia a la fatiga, resistencia a la abrasión y al impacto, tenacidad y resistencia a la torsión. La siguiente hoja de datos ofrece una descripción general del acero aleado AISI 4140.

Composición química

Tabla 9: Composición química AISI 4140

Elemento	Contenido (%)
Cromo, Cr	0,80 - 1,10
manganeso, manganeso	0,75 - 1,0
Carbono, C	0,380 - 0,430
Silicio, Si	0,15 - 0,30
Molibdeno, Mo	0,15 - 0,25
azufre, S	0.040
Fósforo, P	0.035
Hierro, Fe	Balance

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Marquez, 2018)

Propiedades físicas

Tabla 10: Propiedades físicas AISI 4140

Propiedades	Métrico	Imperial
Densidad	7,85 g/ cm ³	0,284 libras/pulg ³
Punto de fusión	1416°C	2580°F

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Marquez, 2018)

Propiedades mecánicas

Tabla 11: Propiedades mecánicas AISI 4140

Propiedades	Métrico	Imperial
Resistencia a la tracción	655 MPa	95000psi
Límite elástico	415 MPa	60200 psi
Módulo de volumen (típico del acero)	140 GPa	20300 ksi
Módulo de corte (típico del acero)	80 GPa	11600 ksi
Módulos elásticos	190-210 GPa	27557-30458 ksi
el coeficiente de Poisson	0,27-0,30	0,27-0,30
Alargamiento a la rotura (en 50 mm)	25,70%	25,70%
Dureza, Brinell	197	197
Dureza, Knoop (convertido de dureza Brinell)	219	219

Dureza, Rockwell B (convertido de dureza Brinell)	92	92
Dureza, Rockwell C (convertido de dureza Brinell.	13	13
Valor por debajo del rango HRC normal, solo con fines comparativos)		
Dureza, Vickers (convertido de dureza Brinell)	207	207
Maquinabilidad (basado en AISI 1212 como maquinabilidad 100)	sesenta y cinco	sesenta y cinco

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Marquez, 2018)

Tratamiento térmico

El acero aleado AISI 4140 se calienta a 845 °C (1550 °F) y luego se temple en aceite. Antes del endurecimiento, se puede normalizar calentándolo a 913 °C (1675 °F) durante un largo período de tiempo, seguido de enfriamiento por aire.

- **Forjar:** El acero de aleación AISI 4140 se forja a una temperatura de 926 a 1205 °C (de 1700 a 2200 °F)
- **Trabajo en caliente:** El acero de aleación AISI 4140 se puede trabajar en caliente a una temperatura de 816 a 1038 °C (1500 a 1900 °F)
- **Trabajo en frío:** El acero de aleación AISI 4140 se puede trabajar en frío utilizando métodos convencionales en estado recocido.
- **Recocido:** El acero aleado AISI 4140 se recoge a 872°C (1600°F) y luego se enfría lentamente en el horno.
- **Templado:** El acero aleado AISI 4140 se puede temprar de 205 a 649 °C (400 a 1200 °F) según el nivel de dureza deseado. La dureza del acero se puede aumentar si tiene una temperatura de revenido más baja. Por ejemplo, se puede lograr una resistencia a la tracción de 225 ksi templando a 316 °C (600 °F) y una resistencia a la tracción de 130 ksi templando a 538 °C (1000 °F).
- **Endurecimiento:** El acero de aleación AISI 4140 se puede endurecer mediante trabajo en frío o calentamiento y enfriamiento rápido. (SISA, 2019).

8.8.2 Euronorma (ES)

La Euronorma (también conocida como Norma Europea) es una norma técnica internacional que ha sido aceptada como aplicable en toda la Unión Europea para una amplia gama de

operaciones comerciales e industriales. Los estándares pueden ser idénticos a los estándares mundiales ISO o IEC, o pueden tener modificaciones editoriales o de contenido técnico para la aplicación de la Unión Europea, con revisiones adjuntas al estándar internacional, o pueden ser desarrollados por una organización europea de estándares. A pesar de que es ampliamente reconocido y efectivo en muchas naciones europeas, los sistemas nacionales "obsoletos" como el DIN alemán, el BS británico, el AFNOR francés y el UNI italiano todavía se utilizan ampliamente y se ven con frecuencia en muchos documentos y especificaciones. (Marquez, 2018)

8.8.3 Normas japonesas de acero (JIS)

Los estándares de acero JIS se utilizan ampliamente en Asia y el Pacífico. Otros sistemas nacionales, como los estándares coreanos, chinos y taiwaneses, han adoptado con frecuencia los requisitos de acero JIS como base. Para el número de material de acero, el estándar industrial japonés (JIS) se divide en dos tipos:

1. Acero estructural: el número de material es el mismo que con CNS. Ejemplo: S30C significa contenido de carbono 0,30% del acero estructural.
2. Otro uso de acero al carbono y acero aleado: este tipo de código de material se divide en tres partes. La primera parte denota material. La segunda parte indica la especificación o el uso del acero y la tercera parte indica el tipo de material de acero. (LEGISCOMEX, 2017).

8.8.4 Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASME)

Las normas de acero de ASTM se utilizan para clasificar, evaluar y especificar las propiedades materiales, químicas, mecánicas y metalúrgicas de varios tipos de aceros, que se utilizan principalmente en la fabricación de componentes mecánicos, piezas industriales y elementos de construcción, así como muchos otros equipos asociados. Los aceros al carbono, estructurales, inoxidable, ferríticos, austeníticos y aleados se encuentran entre las opciones. Estos estándares de acero ayudan a los laboratorios y refinerías metalúrgicas, fabricantes de productos y otros usuarios finales de acero y sus variaciones a garantizar la calidad y el uso seguro a través de procesos de procesamiento y aplicación correctos. El estándar ASTM es una especificación de material de uso común que se centra en las características y el rendimiento del producto (NTC , 2014).

8.8.5 Deutsches Institut für Normung eV (DIN)

DIN solía significar Deutsch Industrienorm (estándar de la industria alemana), pero ahora significa Deutsches Institut für Normung. La Organización Internacional de Normalización actualizó esto en la Euronorma 27-74 en 1974. Se utilizan letras y números para clasificar las cosas. Las letras indican el tipo de acero, la técnica de fundición, los materiales de aleación y la condición de procesamiento, mientras que los números indican el material de acero, el contenido de carbono, la resistencia a la tracción y el número de punto fijo del elemento de la aleación primaria (NTC , 2014).

8.9 Lana de vidrio

Según (POLCOM, 2020) la lana de vidrio (originalmente conocida también como fibra de vidrio) es un material aislante hecho de fibras de vidrio dispuestas mediante un aglutinante en una textura similar a la lana. Se compone de dos tipos: lana suelta y lana superfina. La fibra de la lana suelta tiene una longitud de 150×10^{-3} mm.

Según John Wiley & Sons (2015) (Autor del Diccionario Webster's New World College), 'La lana de vidrio son fibras finas de vidrio entrelazadas en una masa lanosa, que se utilizan en filtros y como aislamiento.

La lana de vidrio se fabrica a partir de vidrio de borosilicato con componentes significativos como arena de sílice, vidrio reciclado y agentes de fijación. La lana de vidrio es un material aislante constituido con vidrio fundido como materia prima. Según Haimei Zhang (2016) (Editor de Materiales de construcción en ingeniería civil), 'La lana de vidrio es un material fibroso hecho de las materias primas de vidrio fundido o desperdicios. Está disponible en dos categorías: lana suelta y lana superfina. El hilo suelto se usa para fabricar mantas de vidrio unidas con asfalto y tableros de lana de vidrio. Además, se utiliza para preservar el calor en la construcción exterior protegida y las tuberías.

8.9.1 Usos y características de la lana de vidrio

La lana de vidrio superfina se puede usar para fabricar una manta de vidrio superfina común, un tablero de lana de vidrio, una manta de vidrio superfina libre de álcalis, una manta de vidrio superfina de sílice hiperóxica, y también se usa para conservar el calor en la construcción con protección exterior y en las tuberías.

Las aplicaciones de lana de vidrio incluyen aislamiento estructural, aislamiento de tuberías, filtración e insonorización. La lana de vidrio es un material versátil que se puede utilizar para el aislamiento de paredes, techos y suelos. Puede ser un material de relleno suelto, soplado en los áticos o, junto con un aglutinante activo, rociado en la parte inferior de las estructuras. Durante la instalación de la lana de vidrio, ésta debe mantenerse seca en todo momento, ya que un aumento del contenido de humedad provoca un aumento significativo de la conductividad térmica (Romeral, 2018).

5 usos de los materiales aislantes de lana de vidrio:

1. **Paneles de yeso o aislamiento de cavidades:** El aislamiento de lana de vidrio es flexible, lo que permite su uso como relleno para paneles de yeso o cavidades en el edificio. Con excelentes propiedades térmicas y resistencia al fuego, son altamente duraderos.
2. **Aislamientos de tuberías:** La lana de vidrio se puede utilizar para el aislamiento de tuberías frías y calientes. La opción de lámina reforzada con lona o madera es una ventaja para la instalación de tuberías de su edificio.
3. **Edificios comerciales:** El aislamiento de lana de vidrio se instala fácilmente y es extremadamente duradero, por lo que es ideal para cubrir grandes espacios. Utilizadas en paredes y techos, las mantas de lana de vidrio proporcionan calidad acústica y aislamiento térmico en interiores.
4. **Techos suspendidos:** Los techos suspendidos hechos de mantas de lanas de vidrio flexibles, duraderas y livianas son cada vez más comunes. Con un aglutinante de resina termo endurecible inerte, los techos suspendidos se pueden utilizar para fines industriales, comerciales o domésticos de manera eficaz.
5. **Aislamientos de techos en industrial:** Los aislamientos de techos en las industrias requieren materiales robustos que tengan bajo mantenimiento y altas funcionalidades. La lana de vidrio ofrece propiedades termodinámicas y eficiencia acústica a la vez que es fácil de aplicar en cualquier entorno industrial. Se utilizan comúnmente como aislamiento de techos en industrias y espacios comerciales debido a sus adquisiciones, instalaciones y aplicaciones baratas y fáciles.

Entre las características dado por el autor SENA E (2018), de la lana de vidrio se encuentran:

- Es resistente al fuego hasta 300°C.

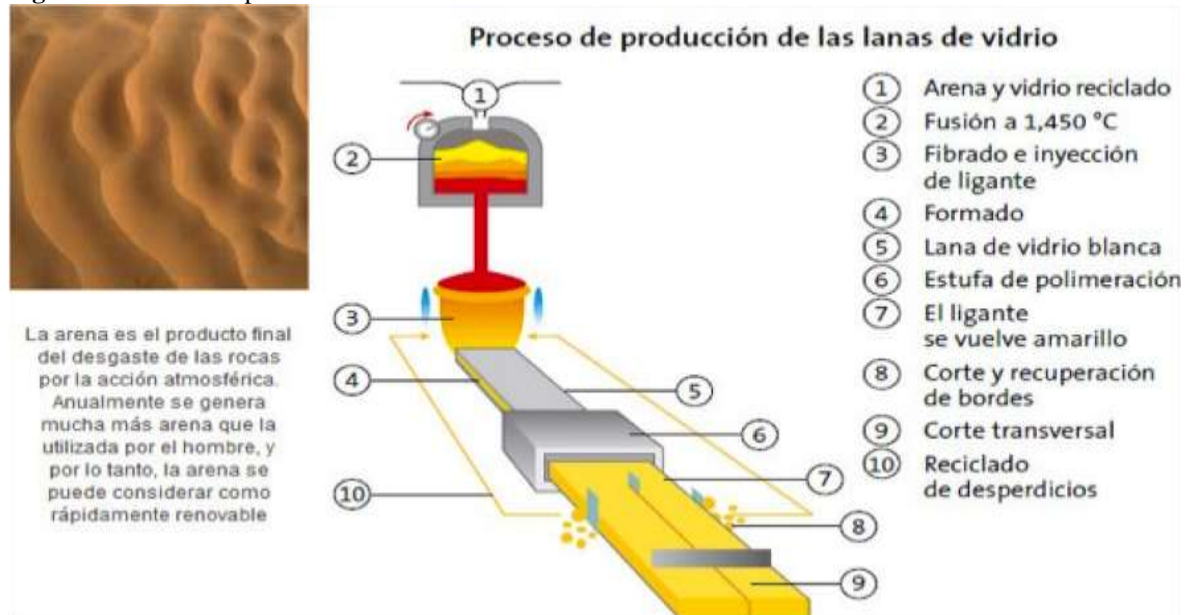
- Tiene una excelente resistencia a la tracción.
- Se utiliza como paredes huecas y aislamiento de paneles de yeso.
- Además, también se utiliza para el aislamiento de techos en auditorios y techos suspendidos.
- Previene la pérdida de calor, especialmente en sistemas de conductos HVAC.
- Es un excelente aislante acústico y se utiliza como barrera acústica en tabiques que impiden la transmisión del sonido.

8.9.2 Producción de la lana de vidrio

La lana de vidrio se crea a partir de una gruesa capa de fibras de vidrio que se curan en un horno a 200 °C para unir los hilos y así reducir el grosor de la lámina. Además, se funde a 1100°C en un horno eléctrico y luego se acondiciona en un horno a gas. Dando como resultado un producto de horno hecho de vidrio fundido. A partir de este vidrio fundido, se hilan fibras. Este proceso incluye la rotación del vidrio fundido a alta velocidad similar a la metodología utilizada en la producción de un caramelo.

En el proceso de hilado, el agente aglutinante se mezcla con él. No se desarrollan CFC ni HCFC en el proceso de producción. Las fibras se juntan en forma de estera en una cámara de recolección y luego se transfieren a un horno donde se curan bajo condiciones controladas al espesor y densidad deseados. Se fabrica a medida en rollos o planchas. Igualmente, también se utiliza como componente que se pulveriza o aplica sobre la superficie a aislar. Es un material versátil utilizado para el aislamiento de paredes, techos y pisos. Durante la instalación, la lana de vidrio debe mantenerse seca en todo momento porque un aumento en el contenido de humedad puede provocar un aumento significativo en la conductividad térmica. (Sánchez , 2019).

Una vez finalizado el proceso de producción, se envasa en forma de rollo o bate. Puede comprimirse por un factor de hasta 10, lo que ahorra almacenamiento y reduce los costos de transporte. Es ideal para cumplir con los requisitos más exigentes, ofreciendo beneficios en aislamiento térmico, seguridad contra incendios y facilidad de instalación.

Figura 2: Proceso de producción de las lanas de vidrio

Fuente: Tomado de (Sánchez , 2019)

8.9.3 Ventajas de lana de vidrio

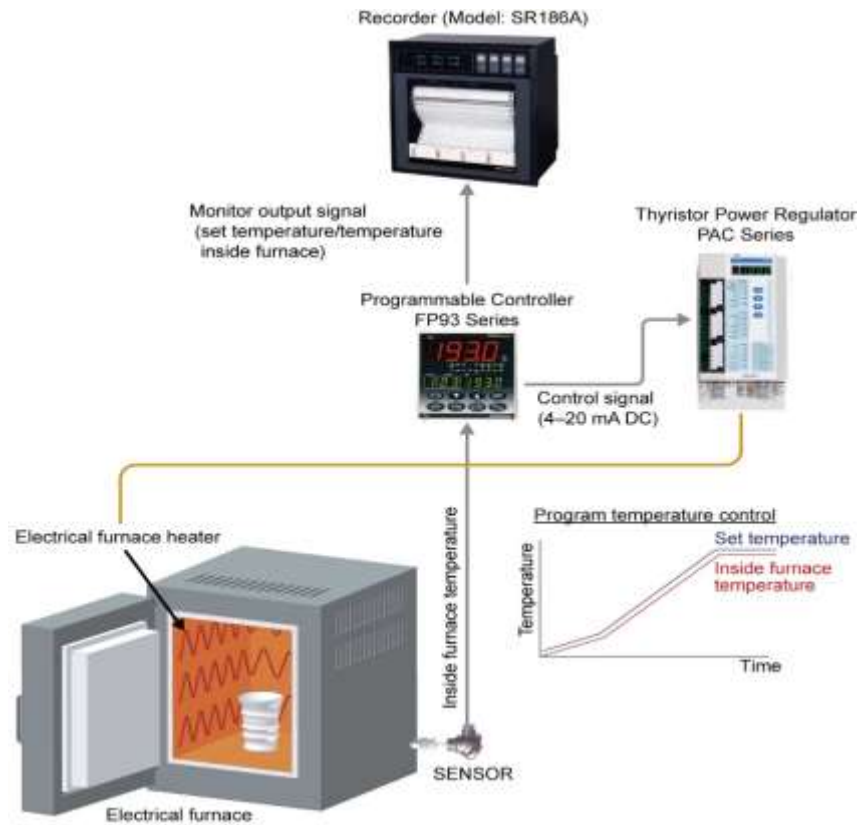
- Sus productos no son combustibles y están posicionados para temperaturas de funcionamiento de hasta 300°C.
- Está compuesto en un 80% por materiales reciclables.
- Es ligero y fácil de instalar.
- No promueve el crecimiento de moho ni la infestación de bichos.
- No posee peligros para la salud.
- No es corrosivo para el metal. (Arias, 2017).

8.10 Sistemas de control de hornos eléctrico

Para poder medir la temperatura se hace uso del termopar que se coloca dentro del horno. El valor medido se controla en el controlador de programa (FP93), pero dado que la salida del controlador es débil, no puede controlar directamente la carga en el caso de un equipo de calefacción que requiera una gran cantidad de corriente. Por lo tanto, la señal de salida del controlador puede ser amplificada por el regulador de potencia (serie PAC) para calentar el calentador eléctrico (Moncada, 2020).

Estructura del sistema de control del horno eléctrico.

Figura 3: Estructura del sistema de control del horno eléctrico



Fuente: Tomado de (Vizcarra, 2021)

La figura muestra un ejemplo de un sistema en el que la temperatura del horno aumenta o disminuye según el tiempo preestablecido. Se puede agregar un registrador según sea necesario, lo que hace posible monitorear el proceso de cambio de temperatura.

8.10.1 PLC (Controlador Lógico Programable)

Un controlador lógico programable, o PLC, es una computadora reforzada que se utiliza para la automatización industrial. Estos controladores pueden automatizar un proceso específico, una función de máquina o incluso una línea de producción completa.

Por otro lado, el autor Vizcarra (2021), indica que un controlador lógico programable es un tipo de computadora diminuta que puede recibir datos a través de sus entradas y enviar instrucciones de operación a través de sus salidas. Fundamentalmente, el trabajo de un PLC es controlar las funciones de un sistema utilizando la lógica interna programada en él. Empresas de todo el mundo utilizan PLC para automatizar sus procesos más importantes.

Un PLC recibe entradas, ya sea de puntos de captura de datos automatizados o de puntos de entrada humanos, como interruptores o botones. Basándose en su programación, el PLC decide si cambia o no la salida. Las salidas de un PLC pueden controlar una gran variedad de equipos, incluidos motores, válvulas de solenoide, luces, interruptores, cierres de seguridad y muchos otros.

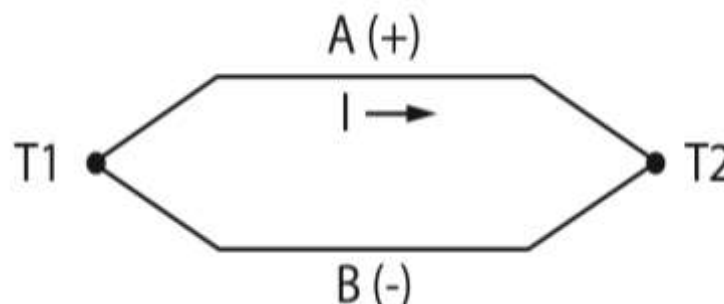
Casi cualquier línea de producción, función de máquina o proceso se puede mejorar en gran medida utilizando este tipo de sistema de control. Sin embargo, el mayor beneficio de usar un PLC es la capacidad de cambiar y replicar la operación o el proceso mientras se recopila y comunica información vital. Otra ventaja de un sistema PLC es que es modular. Es decir, puede mezclar y combinar los tipos de dispositivos de entrada y salida para que se adapten mejor a su aplicación (Otaga, 1998).

8.10.2 Termocupla

Según Andrade (2018), un termopar es un sensor para medirla temperatura. Este sensor consta de dos cables metálicos diferentes, unidos en un extremo y conectados a un termómetro de termopar u otro dispositivo con capacidad para termopar en el otro extremo. Cuando se configuran correctamente, los termopares pueden proporcionar mediciones de temperatura en un amplio rango de temperaturas.

Los termopares son conocidos por su versatilidad como sensores de temperatura, por lo tanto, se usan comúnmente en una amplia gama de aplicaciones, desde un termopar de uso industrial hasta un termopar regular que se encuentra en servicios públicos y electrodomésticos regulares. Debido a su amplia gama de modelos y especificaciones técnicas, es extremadamente importante comprender su estructura básica, cómo funciona, sus rangos para determinar mejor cuál es el tipo y material de termopar adecuado para su aplicación.

Figura 4: Estructura de termopar



Fuente: Tomado de (Andrade, 2018)

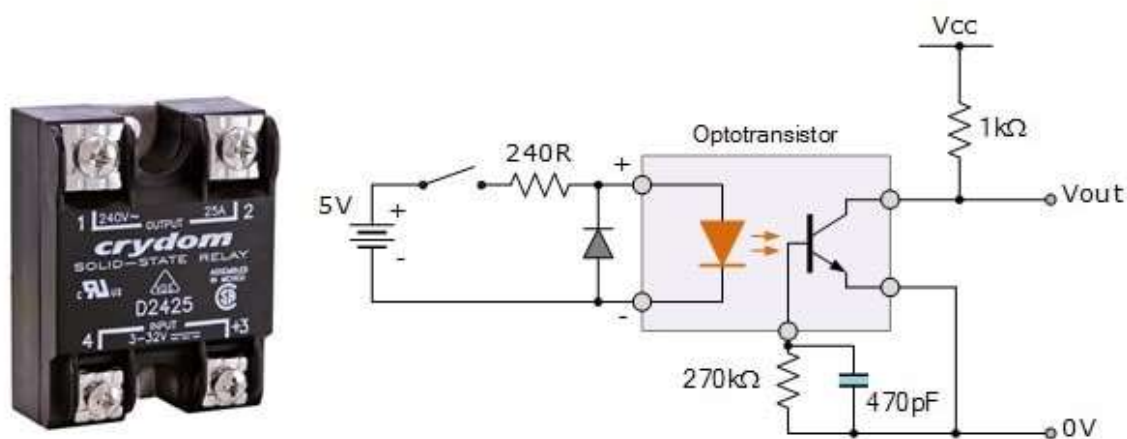
8.10.3 Relé de estado sólido

Un relé de estado sólido, también conocido como SSR, es un dispositivo de conmutación electrónico. Similar a un relé electromecánico, puede encender o apagar una carga cuando se aplica una señal de control externa a través de sus terminales de control. Sin embargo, los SSR no tienen partes móviles como contactos, armadura, resortes, etc. Hacen uso de las propiedades eléctricas y ópticas de los semiconductores para realizar la conmutación y proporcionar un aislamiento completo entre el circuito de control y el circuito de carga. Los relés de estado sólido son equivalentes semiconductores del relé electromecánico y se pueden usar para controlar cargas eléctricas sin el uso de piezas móviles. (Paredes, 2018).

En términos eléctricos, un relé es un dispositivo de conmutación relativamente simple que se usa para cerrar o abrir automáticamente un conjunto de contactos entre dos circuitos. Este proceso se desencadena por una entrada eléctrica o una señal de control de algún tipo, en respuesta a la cual el interruptor del relé generalmente se mueve de una posición de "apagado" a "encendido" (Zach, 2017).

Es decir, el relé utiliza dispositivos semiconductores para realizar una conexión para garantizar la eficacia, la eficiencia y la facilidad de la velocidad de conmutación. Esto se usa comúnmente por dos razones; proceso de cambio más rápido y durabilidad.

Figura 5: Relé de estado sólido



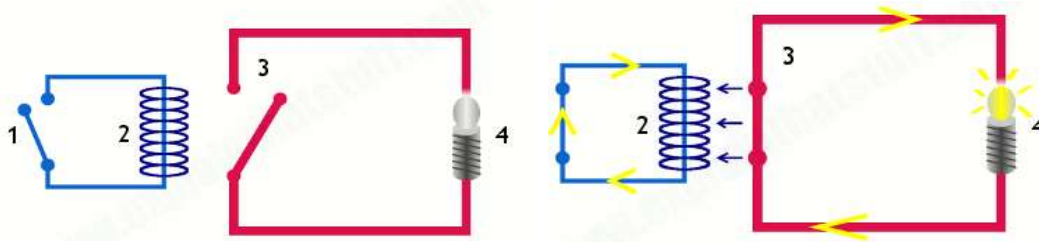
Fuente: Tomado de (Zach, 2017).

El relé de estado sólido de tipo CA se enciende en el punto de cruce por cero de la forma de onda sinusoidal de CA, evita altas corrientes de irrupción cuando se conmutan cargas

inductivas o capacitivas, mientras que la función de apagado inherente de los tiristores y triacs proporciona una mejora con respecto a los contactos de arco de los relés electromecánicos.

El relé de estado sólido proporciona un alto grado de confiabilidad, larga vida útil y una interferencia electromagnética (EMI) reducida (sin contactos de arco ni campos magnéticos), junto con un tiempo de respuesta mucho más rápido, casi instantáneo, en comparación con el relé electromecánico convencional (Paredes, 2018).

Figura 6: Funcionamiento de los roles

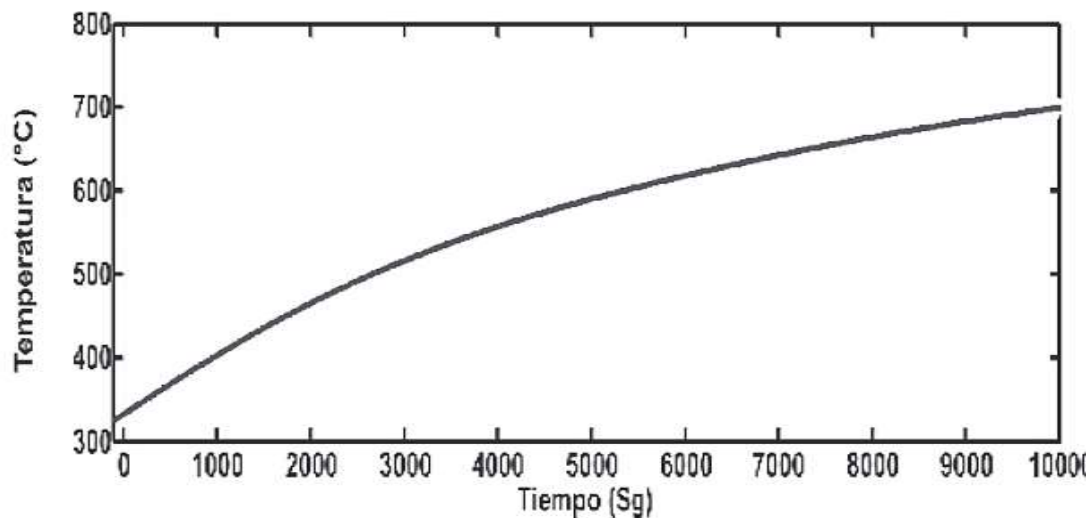


Fuente: Tomado de (Mundo motor , 2022).

8.10.3.1 Modelo de temperatura por segundos

Logrando el funcionamiento del sistema en base a la temperatura, se estableció mediante pruebas que el modelo en representación del comportamiento del horno con el método por la curva de reacción desde el punto de operación seleccionado de 300°C, que es la temperatura de alcance de la mufla aproximado de 900°C, pero en esta operación tiene un aproximado de 700°C.

Figura 7: Curva de la temperatura del horno.



Elaborado por: Masapanta, D. & Silva, A. (2022)

Relés Precauciones de uso: Un relé puede estar sujeto a una variedad de condiciones ambientales durante el uso real, lo que resulta en una falla inesperada. Por lo tanto, es necesario realizar pruebas en un rango práctico en condiciones operativas reales. Las consideraciones de aplicación deben revisarse y determinarse para el uso adecuado del relé.

8.10.3.2 Funcionamiento de los relés

- El circuito de entrada (bucle azul) se apaga y no fluye corriente a través de él hasta que algo (ya sea un sensor o un interruptor que se cierra) lo enciende. El circuito de salida (bucle rojo) también está desconectado.
- Cuando fluye una pequeña corriente en el circuito de entrada, activa el electroimán (que se muestra aquí como una bobina azul oscuro), que produce un campo magnético a su alrededor.
- El electroimán energizado tira de la barra de metal en el circuito de salida hacia él, cerrando el interruptor y permitiendo que fluya una corriente mucho mayor a través del circuito de salida.
- El circuito de salida hace funcionar un aparato de alta corriente, como una lámpara o un motor eléctrico (Mundo motor , 2022).

8.10.3.3 Tipos de relés

Además del relé electromecánico y electromagnético, existe una gran variedad de relés con diferentes principios de funcionamiento; principios de funcionamiento y polaridad. Como se muestra a continuación:

Tabla 12: Tipos de relés

Relé electrotérmico	Relé electromecánico	Relé de estado sólido	Relé híbrido
Cuando dos materiales diferentes entran en contacto, se forma una tira bimetalica, cuando energiza, se dobla. Esta flexión permite a los usuarios hacer conexiones de contacto	Cuando se conectan diferentes partes mecánicas sobre la base del electroimán, se establece una conexión de contacto	El relé utiliza dispositivos semiconductores para realizar una conexión para garantizar la eficacia, la eficiencia y la facilidad de la velocidad de conmutación. Esto se usa comúnmente por dos razones; proceso de cambio más rápido y durabilidad	Es el nombre que reciben los relés de estado sólido y electromecánicos.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Fuente: Tomado de (Marquez, 2018)

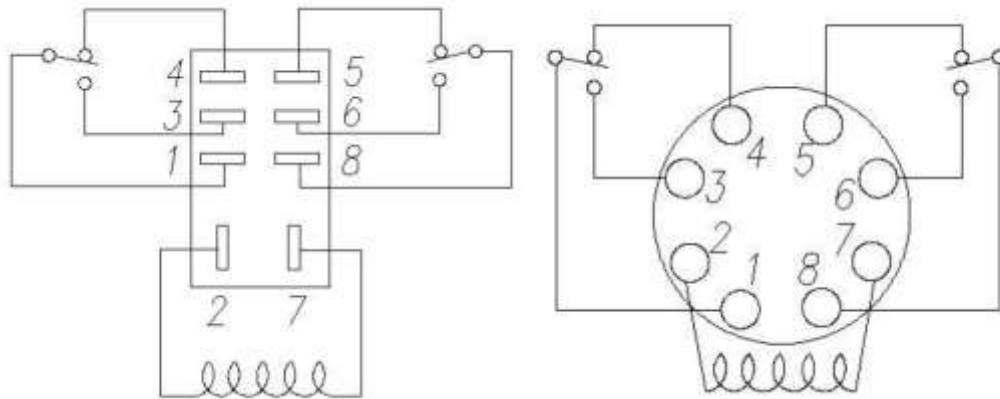
8.10.3.4 Protección de SSR

Desde el punto de vista de Mundo motor (2022), los relés de protección pueden evitar daños en los equipos mediante la detección de anomalías eléctricas, incluidas sobre corrientes, sus corrientes, sobrecargas y corrientes inversas. Además, los relés también se usan ampliamente para cambiar bobinas de arranque, elementos de calefacción, luces piloto y alarmas audibles.

8.10.3.5 Cableado de relé

Los diagramas de relés se centran en la configuración del cableado en un circuito de relés de 2 polos. Uno es el cuadrado, y el otro es redondo, pero su funcionamiento es similar entre sí. El cable de la bobina se conectará al pin 2 y al pin siete en el enchufe para el cableado.

En el diagrama que se muestra a continuación, L1 (caliente) va al interruptor cerrado, lo que indica la aplicación actual hasta que se abre el interruptor. El L1 estará caliente para el interruptor START, y cuando se presiona el interruptor, L1 conduce al Master Control Ray y suministra la carga. (Manrique, 2020).

Figura 8: Cableado de relé

Fuente: Tomado de (Maldonado, 2018)

El botón de INICIO y la corriente comenzará a fluir alrededor del interruptor de INICIO abierto. Para apagar la luz, presionamos el botón STOP, y desenergizará la bobina. Una vez que se suelta el botón STOP, se presiona el botón START. (Maldonado, 2018)

8.10.4 Aplicaciones de retransmisión

Según el punto de vista de Flores (2015) establece que “los relés se utilizan para proteger el sistema eléctrico y minimizar el daño al equipo conectado en el sistema debido a sobrecorrientes/voltajes. El relé se utiliza con el fin de proteger el equipo conectado con él.

Estos se utilizan para controlar el circuito de alto voltaje con señal de bajo voltaje en aplicaciones de amplificadores de audio y algunos tipos de módems.

Sin embargo, el autor Gavito (2018) enfatiza que estos se utilizan para controlar un circuito de alta corriente mediante una señal de baja corriente en aplicaciones como el solenoide de arranque en automóviles. Estos pueden detectar y aislar las fallas que ocurrieron en el sistema de transmisión y distribución de energía. Las áreas de aplicación típicas de los relés incluyen:

- Sistemas de control de iluminación
- Telecomunicación
- Controladores de procesos industriales
- Control de tráfico
- Control de accionamientos de motor
- Sistemas de protección del sistema eléctrico de potencia.

- Interfaces informáticas
- Automotor
- Electrodomésticos

Por consiguiente Rojas (2020) indica que las aplicaciones de retransmisión se utilizan en:

- Se utiliza un circuito de relé para realizar funciones lógicas. Desempeñan un papel muy importante al proporcionar lógica crítica de seguridad.
- Los relés se utilizan para proporcionar funciones de retardo de tiempo. Se utilizan para cronometrar el retraso en la apertura y el retraso en el cierre de los contactos.
- Los relés se utilizan para controlar circuitos de alto voltaje con la ayuda de señales de bajo voltaje. De manera similar, se utilizan para controlar circuitos de alta corriente con la ayuda de señales de baja corriente.
- También se utilizan como relés de protección. Mediante esta función se pueden detectar y aislar todos los fallos durante la transmisión y la recepción.

8.11 Temperatura ambiente y atmósfera

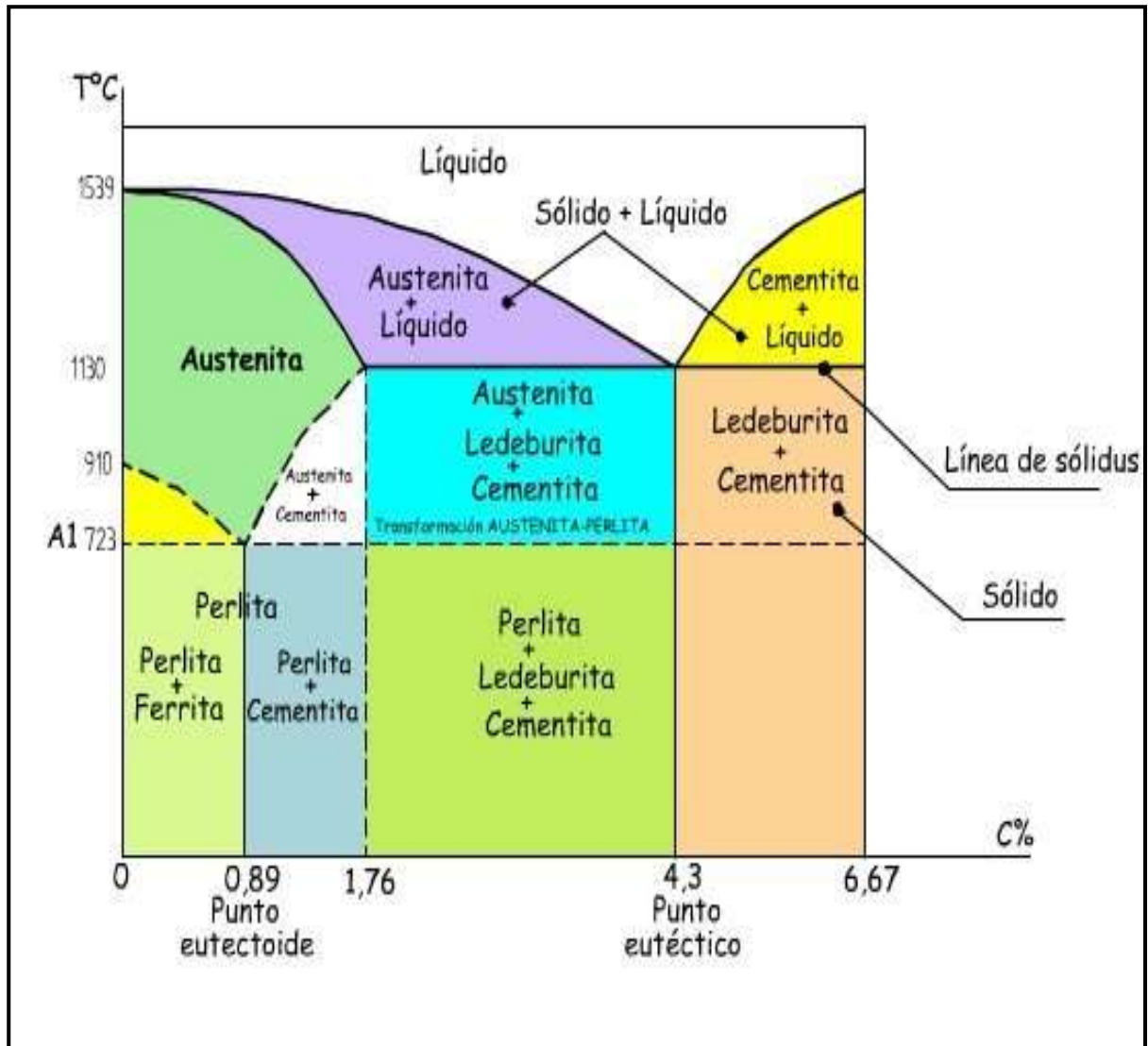
Asegúrese de que la temperatura ambiente en la instalación no supere el valor que figura en el catálogo. Además, los tipos sellados ambientalmente (tipo sellado de plástico) deben considerarse para aplicaciones en una atmósfera con polvo, gases de azufre (SO_2 , H_2S) o gases orgánicos. Al conectar varios relés o cuando se recibe calor de otros equipos, la disipación de calor puede ser insuficiente y la temperatura ambiente del relé puede superarse. Después de verificar la temperatura en el dispositivo real, diseñe el circuito con suficiente margen térmico (Becerra, 2018).

Atmósfera de silicio

Las sustancias a base de silicona (caucho de silicona, aceite de silicona, material de revestimiento a base de silicona, compuesto de calafateo de silicona, etc.) emiten gas de silicona volátil. Tenga en cuenta que cuando se usa silicio cerca de un relé, cambiar los contactos en presencia de su gas hace que el silicio se adhiera a los contactos y puede provocar una falla del contacto (también en los tipos sellados de plástico). En este caso, utilice un sustituto que no sea a base de silicona.

8.12 Diagrama del sistema hierro-carbono

Figura 9: Diagrama del sistema hierro-carbono



Fuente: Tomada de (Hurtado, 2019)

9 HIPÓTESIS

Si se implementa un horno eléctrico programable en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, los estudiantes de la carrera de electromecánica podrán realizar tratamientos térmicos de metales.

- **Variable independiente:** Implementación de un horno eléctrico programable.
- **Variable dependiente:** Tratamiento térmico de metales en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

10 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que la investigación realizada aplicando las metodologías y los diseños experimentales, así como el uso de los métodos científicos, general y entre otros métodos como facultad autónoma de estudio de un algún objetivo, permitiendo dar paso al progreso en la representación de la implementación del proyecto.

10.1 Localización

El presente proyecto de investigación donde se implementa es dentro del Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, en la facultad de ciencias de la ingeniería y aplicadas de la carrera de electromecánica, de acuerdo a la siguiente Figura 1 obtenida desde Google Maps muestra la dirección exacta del lugar donde sea aplica este trabajo.

Figura 10: Localización de implementación del proyecto



Elaborado por: Masapanta, D. & Silva, A. (2022)

10.2 Tipos de Investigación

Los tipos de investigación son los diferentes métodos y modalidades que podemos utilizar para realizar nuestras investigaciones. Como herramienta principal para expandir el conocimiento, la investigación se utiliza para describir, descubrir o predecir fenómenos, eventos, relaciones, etc. (Zita, 2019).

10.2.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica, a los efectos del , es la lectura de fondo. Esta es la lectura y el pensamiento basados en la literatura esenciales para el desarrollo y la elaboración de su pregunta e hipótesis de investigación (Esquivel, 2018).

En el desarrollo de este proyecto fue necesaria la investigación para la fundamentación teórica con contenidos similares al horno eléctrico para ver el funcionamiento del tratamiento de material de acero, en la cual se indago para referencias de fuentes bibliográficas de artículos científicos, tesis, documentos de sitios web entro otros.

10.2.2 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva tiene como objetivo describir de manera precisa y sistemática una población, situación o fenómeno. Puede responder preguntas de qué, dónde, cuándo y cómo, pero no preguntas de por qué. U n diseño de investigación descriptivo puede usar una amplia variedad de métodos de investigación para investigar una o más variables; a diferencia de la investigación experimental, el investigador no controla ni manipula ninguna de las variables, sino que solo las observa y mide (McCombes, 2019).

Se adquirió parte de este tipo de investigación para describir de forma detalla la problemática sobre el horno eléctrico (Muffle) que se implementa en el laboratorio experimental de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, ya que las técnicas de investigación aplicada manifiestan la falta de esta herramienta de trabajo para el tratamiento térmico del acero.

10.2.3 Investigación de Campo

La investigación de campo es un proceso en el que se recopilan datos a través de un método cualitativo, con el objetivo del estudio de campo es observar e interpretar el objeto de estudio en su entorno natural; se utiliza en el campo de estudio de los seres humanos y las profesiones del cuidado de la salud. Además, conecta la teoría y el estudio de investigación práctico mediante el análisis cualitativo de los datos (Villegas, 2022).

La aplicación de esta investigación se realizó dentro del laboratorio de electromecánica en la cual se basó en el uso de los elementos de observación y los conocimientos adquiridos para la implementación de la Muffle, de la misma forma el control y funcionamiento del artículo.

10.3 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación son esenciales para el desarrollo de cualquier tipo de investigación en el desarrollo de un cualquier proyecto. Estos métodos indican el camino a seguir mediante procedimientos idóneos y son flexibles, mientras que las técnicas muestran cómo se recorrerá el camino y son rígidas (Ramos, 2021).

10.3.1 Método analítico

El método analítico es uno de los más importantes tanto en el ámbito académico como en el de la investigación de mercados, pues permite combinar el poder del método científico con el uso de procesos formales para resolver cualquier tipo de problema que enfrenta una organización. Por ello, en este artículo hemos recopilado los aspectos más relevantes que debes conocer sobre en qué consiste este método y cómo implementarlo en una investigación para llegar a mejores resultados (Ordoñez, 2018).

Se planteó el planteamiento del problema, por qué se desarrolló el proyecto del horno eléctrico para el tratamiento térmico de acero, en la cual se analizó los procesos necesarios para el funcionamiento de la Muffle.

10.3.2 Método inductivo

El razonamiento inductivo funciona a la inversa, pasando de observaciones específicas a generalizaciones y teorías más amplias. De manera informal, a veces llamamos a esto un

enfoque de "abajo hacia arriba". En el razonamiento inductivo, comenzamos con observaciones y medidas específicas, comenzamos a detectar patrones y regularidades, formulamos algunas hipótesis tentativas que podemos explorar y finalmente terminamos desarrollando algunas conclusiones o teorías generales (Trochim, 2018).

El razonamiento de los datos obtenidos en el proceso del tratamiento de acero en la cual muestran los resultados necesarios para establecer las medidas específicas en las cual es necesario detectar los puntos de calentamiento de diferente tipo de aceros.

10.3.3 Método deductivo

El razonamiento deductivo va de lo más general a lo más específico. A veces esto se denomina informalmente un enfoque "de arriba hacia abajo". Podríamos comenzar pensando en una teoría sobre nuestro tema de interés. Luego lo reducimos a hipótesis más específicas que podemos probar. Reducimos aún más cuando recopilamos observaciones para abordar las hipótesis. Esto finalmente nos lleva a poder probar las hipótesis con datos específicos, una confirmación (o no) de nuestras teorías originales (Trochim, 2018).

Nos permitió dar a conocer las pruebas realizadas en el tratamiento de temple, rebobinado del material de acero en las temperaturas adecuadas con una base de 40°C de inicio hasta a una temperatura del 800°C para el tratado de los materiales.

10.3.4 Técnicas de Investigación

10.4 Población y Muestra.

10.4.1 Población

En el desarrollo de este proyecto de investigación y permitir la implementación del mismo en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná en donde se aplicará el uso del técnicas o instrumentos se logró identificar la población necesario tomando como referencias a los beneficiarios directos de la ejecución del horno eléctrico:

Tabla 13: Población.

Indicadores	Población
Estudiantes masculinos de la carrera de electromecánica	280
Estudiantes femeninos de la carrera de electromecánica	20
Total	300

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

10.4.2 Muestra

Los estudiantes de la carrera de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, significativo emplear la formula estadística que nos dio la modelo de la población, cuyas consecuencias es el siguiente:

Formula:

$$\frac{Z^2\sigma^2N}{e^{2(N-1)} + Z^2\sigma^2}$$

Datos:

n = Valor resultante de la muestra obtenida.

N = Población Total

σ = Desviación Estándar

Z = Nivel de Confianza

e = Error Muestral

Supliendo los valores en la fórmula se logra los siguientes resultados:

$$m = \frac{(3,84)(0,25)(300)}{(0,01)(2.439 - 1) + (3,84)(0,25)}$$

$$m = \frac{5710,77}{24,38 + 0,96}$$

$$m = \frac{5710,77}{25,34}$$

$$m = 30$$



11 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación para la implementación del horno tipo mufla fue necesario establecer los equipos necesarios para los ensayos, conjunto con los materiales y recursos para el análisis

11.1 Listado de equipos, materiales y recursos

Tabla 14: Listado de equipos, materiales y recursos.

	<p>Horno eléctrico tipo mufla: Equipo que permite el calentamiento térmico de los materiales de acero, controlado por un panel que nos brinda tener el control de la temperatura para el temple y rebobina.</p>
	<p>Máquina para montar probetas: se utilizó para preparar un objeto como muestra antes de realizar del respectivo ensayo con el horno eléctrico.</p>
	<p>Microscopio óptico: Esta herramienta permitió observar los componentes de las probetas que no fueron capaz de ser observables a simple vista. En la cual fueron necesarias para visualizar la transformación que ha tenido el objeto antes y después del tratamiento térmico.</p>
	<p>Durómetro: Nos permitió comprobar la medición de dureza Brinell después del temple realizado con el horno térmico tipo mufla.</p>
	<p>Cámara termográfica: Nos brindó soporte en la detección y medición de la radiación calorífica que emitían las probetas que fueron extraídas del horno de tipo mufla.</p>

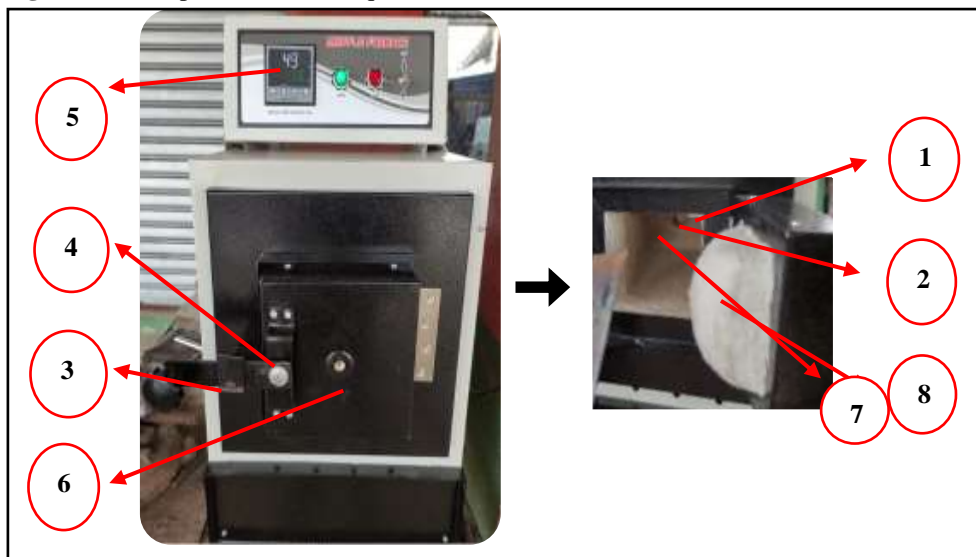
	<p>Termómetro Infrarrojo: El uso de esta herramienta nos permitió medir la temperatura de las probetas en altas temperaturas sin tener contacto.</p>
	<p>Probetas: Las probetas AISI 1018 y 1045 son las muestras que en donde se realizó el tratamiento térmico del temple, enfriamiento en agua y aceite.</p>

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.2 Componentes del horno

Los componentes que son necesario en el horno tipo mufla en la cual se visualizar en la siguiente figura 11 y a la vez se describe los elementos de la maquina en la tabla18, permitiendo conocer con facilidad el uso y así como el respectivo tratamiento térmico.

Figura 11: Componente de la máquina.



Elaborado por: Masapanta, D. & Silva, A. (2022)

Tabla 15: Componente de la mufla.

N ^o	Componente	Descripción
1	Resistencia eléctrica	Son las encargadas de dar la temperatura de color en el horno.
2	Sensor de temperatura	Da a conocer la temperatura en el interior de la cámara.
3	Seguro de la puerta	Brinda para que la puerta cerrada durante el funcionamiento del horno.
4	Chapa metalista	Protege los elementos de la cámara del horno.
5	Panel de control	Controla y muestra los datos del funcionamiento del horno mufla.
6	Puerta	Retiene la salida del calor al exterior de la máquina.
7	Ladrillo refractario	Material principal que guarda el calor en el interior.
8	Lana de vidrio	Mantiene el calor dentro de la cámara del horno.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.3 Características y especificaciones de la mufla

El horno de mufla digital tiene una carcasa exterior hecha de acero dulce grueso debidamente acabado con una atractiva pintura de esmalte para estufado. Equipado con refractario ranurado para soportar los elementos calefactores hechos de alambre Kanthal y son fácilmente reemplazables. Temperatura Máxima. 900 grados C con temperatura de trabajo.

Tabla 16: Características y especificaciones de la mufla

Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> Muy útil para incineración, fasion, encendido y tratamiento térmico de piezas pequeñas en campos químicos, industriales y universitarios. Cuerpo lateral exterior hecho de G.I. de calibre pesado. Mufla interior debidamente recubierta de polvo con alta temperatura. Material aislante. Temperatura de Trabajo 900°C. Los elementos calefactores hechos de alambre Kenthal dañarían mucho la mufla. Panel de control instalado en la parte inferior de las unidades con luces indicadoras e interruptores. Una distribución uniforme del calor a través de los 4 lados con alambre Kental. 	<ul style="list-style-type: none"> El cuerpo exterior del horno de mufla está hecho de chapa gruesa de acero dulce. Temperatura de trabajo 900°C. Temperatura controlada por regulador de energía con indicador. termopar pirómetro. Elemento calefactor hecho de alambre kanthal. aleación especial de alta temperatura herida en la superficie exterior de la cámara de trabajo para trabajar en 220/110 voltios Controlador de temperatura digital electrónico Cum Indicador. Tamaño de mufla en mm y pulgadas A) 225x100x100mm (9”X4”X4”). Consumo de corriente 4.4 A 10.5A

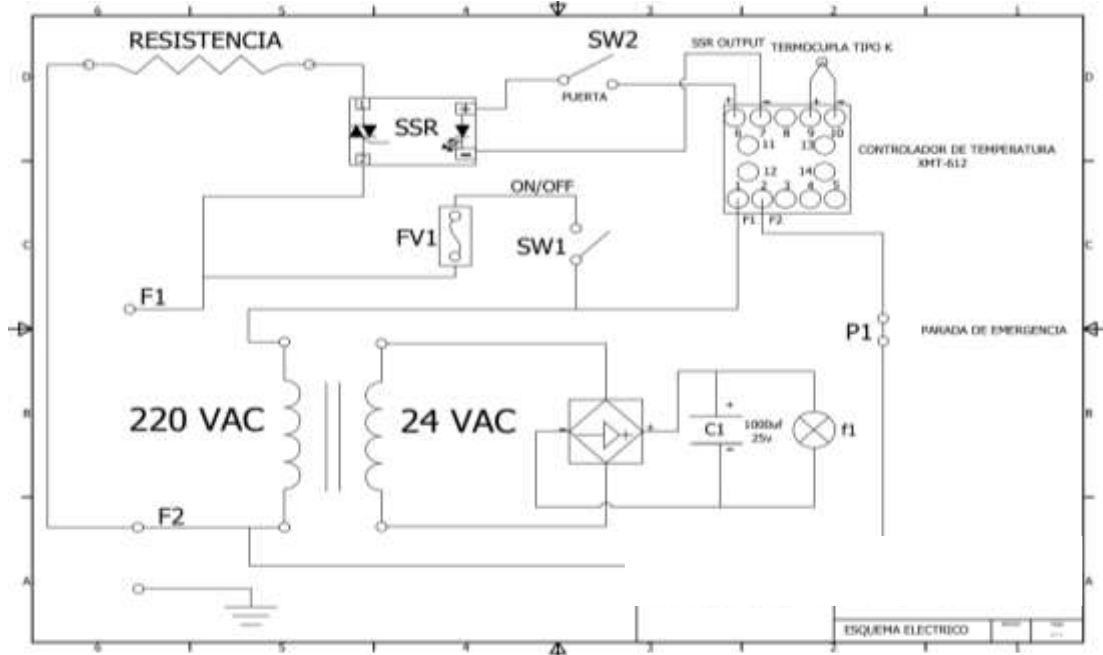
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Un fusible especial de plata de estado sólido para protección de los elementos en caso de sobrecalentamiento. • Funciona únicamente con 220 voltios de CA. | <ul style="list-style-type: none"> • Espacio volumétrico 10 cm x 9.5cm x 11cm |
|---|--|

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.4 Esquema eléctrico del horno tipo mufla

El sistema eléctrico comprende a un conjunto de medios para la generación, distribución y transporte de la energía en el horno tipo mufla.

Figura 12: Esquema eléctrico



Elaborado por: Masapanta, D. & Silva, A. (2022)

11.5 Esquema del sistema de control

El sistema de control utilizado en el horno es un sistema de circuito cerrado porque la salida y la entrada están relacionadas con el circuito de retroalimentación, y la señal de salida interviene en entrada. la señal de salida interfiere con la operación de control. el sistema de control elegido para el horno tostador es on/off ya que tiene una velocidad de alta capacidad de respuesta, alta dificultad computacional y programación simple, esto suele ser un efecto nocivo para algunas aplicaciones, por lo que las aplicaciones deben seleccionarse adecuadamente este controlador funcionará bien en él. el control de tiempo es manual.

11.6 Línea de temperatura

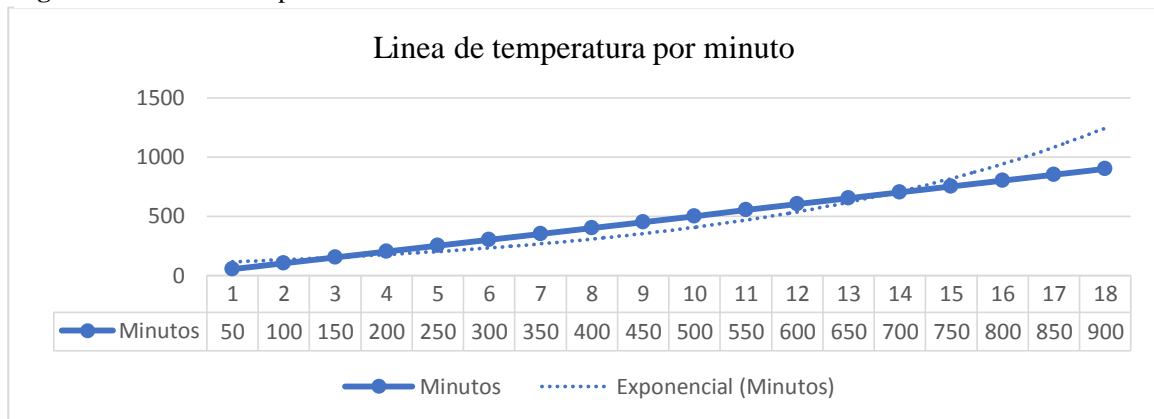
Con el control de panel en el ON/OFF tiene un rango de temperatura que se manipulan de acuerdo como se especifica en la siguiente tabla 17 y gráfico 1, en donde podremos ver el los grados Celsius. El tiempo que transcurre en el horno eléctrico se muestra que lleva una secuencia mientras el tiempo va incrementando la temperatura también.

Tabla 17: Temperatura por minuto.

Tiempo (mnt)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Temperatura °C	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 13: Línea de temperatura



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.7 Funcionamiento del panel de control



Mediante el control del funcionamiento del panel de control o touch para el control del horno tipo mufla se describe que esté compuesto por lo elemento de PV, SV, SET y ENT que son necesarios para el funcionamiento del tratamiento térmico y permite la visualización de los indicadores de ciclo de tratado del acero.

Figura 14: Funcionamiento del panel de control



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Tabla 18: Descripción del panel de control.

Indicador	Descripción	Función
PV	Ventana de variable de procesos	Muestra PV, parámetros a modificar, código.
SV	Ventana de variable de temperatura a controlar.	Muestra valores de parámetros.
	Botón de incremento.	Incremento / Stop
	Botón de decremento.	Decremento / Run
SET	Botón de Configuración	Selección de configuración
ENT	Inicio / Selección de parámetros	Iniciar parámetros

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.8 Tiempo de proceso

$$\overrightarrow{NU_L} = \left\{ 0.825 + \frac{0.387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr^{9/16})]^{8/27}} \right\}^2$$

$$\overrightarrow{NU_L} = \frac{\overrightarrow{NU_L} * k}{L}$$

$$Ra_L = \frac{g\beta(T_s - T_a)L^3}{av} \frac{\theta}{\theta_i}$$

$$= \frac{T - T_\alpha}{T_i - T_\alpha}$$

$$t = \frac{pvc}{h A_s} \ln \frac{\theta_i}{A}$$

$$t = \frac{pvc}{h A_s} \ln \frac{T - T_\alpha}{T_i - T_\alpha}$$

$$T_s - T_a$$

Dónde:

T_s= Temperatura solicitada

T_a= Temperatura ambiente

t= Tiempo

R_o= Radio de la pieza de prueba

NUL = Número de Nusselt

RaL= Número de Rayleigh

Pr= Número de Prandtl

Tabla 19: Tiempo del calentamiento del aire en el interior del aire

T. Horno (K)	Ts	Ta	NUL	H	Ro	Densidad	Conductividad	Tiempo total
1373,15	900	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	31,07
1373,15	850	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	28,13
1373,15	800	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	25,06
1373,15	750	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	22,01
1373,15	700	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	20,35
1373,15	650	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	18,26
1373,15	600	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	16,31
1373,15	550	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	14,48
1373,15	500	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	13,15
1373,15	450	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	11,12
1373,15	400	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	9,58
1373,15	350	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	8,12
1373,15	300	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	7,72
1373,15	250	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	5,38
1373,15	200	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	4,11
1373,15	150	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	3,29
1373,15	100	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	2,12
1373,15	50	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	1,01
1373,15	0	0	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	0

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.9 Instalación del horno eléctrico

En la instalación del horno del horno tipo mufla se procedió a realizar la respectiva preparación del alimentador de energía mediante toma corriente trifásico.

Figura 15: Toma corriente trifásico



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Conectamos el enchufe trifásico a la toma corriente, en la cual soportará energía de 220 voltios.

Figura 16: Enchufe trifásico 220v



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Realizada las respectivas conexiones para emitir energía eléctrica al horno eléctrico tipo mufla, mediante un interruptor permite el encendido y apagado del mismo.

Figura 17: Panel touch del horno de mufla



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.10 Calentamiento de las probetas

En el proceso para el tratamiento de las probetas mediante el horno térmico se procedió a introducir las probetas AISI 1045 y 1018 dentro de la cámara de temperatura de la mufla.

Figura 18: Introducir las probetas



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Se configuro manualmente la temperatura límite de 850° C para el calentamiento de las probetas en el touch.

Figura 19: Panel touch del horno de mufla



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

El tiempo del temple para alcanzar el nivel establecido de temperatura 850°C.

Figura 20: Tiempo del temple



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Posteriormente alcanzado la temperatura de 850°C configurada en el horno mufla, se procede a la permanencia de 1 hora para el temple del AISI 1045/1018.

Figura 21: Permanencia



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Las probetas después del tiempo de espera se procede a extraerlos, utilizando guantes y la pinzas para evitar posibles accidentes de quemadura.

Figura 22: Extracción de las probetas



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.11 Enfriamiento de las probetas agua/aceite

Verificar el tipo de material para realizar el tratamiento térmico, mediante un análisis metalográfico, una vez realizado el tratamiento térmico de dos materiales distintos y en dos medios de enfriamiento distintos evaluar la variación de temperatura en función del tiempo, y la variación de dureza.

Elevación de la temperatura de las muestras de acero 1018 y 1045 hasta temperatura de 850°C para posteriormente proceder con el enfriamiento por medio del agua/aceite.

Figura 23: Enfriamiento de las probetas agua/aceite



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Medición de la temperatura superficial después de transcurrido 15 segundos hasta llegar a los 2 minutos posteriormente se realizan tomas hasta llegar a temperatura ambiente.

Figura 24: Espera de enfriamiento de las probetas agua/aceite



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Comprobación de las medidas de temperatura superficial mediante una cámara termográfica

Figura 25: Comprobación de error en la cámara infrarroja



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Medición de dureza con 5 puntos superficiales para cada probeta de 1018 y 1045.

Figura 26: Medición de dureza Brinell después del temple

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

11.12 Resultados obtenidos

Mostrar los resultados obtenidos utilizando tablas y gráficos en los que se pueda fácilmente interpretarlos.

Tabla 20: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.

Relaciones de Temperatura de Temple- Tiempo para acero 1018 y 1045				
TIEMPO (s)	TEMPLE 1018 AGUA	TEMPLE 1045 AGUA	TEMPLE 1018 ACEITE	TEMPLE 1045 ACEITE
15	67.2	69.4	480	490
30	50.9	45.4	270	310
45	38.1	33.1	230	240
60	30.2	27.1	160	191
75	28	24.8	117	165.2
90	24.9	23.5	108	141
120	22.9	22.1	89	118
150			84	96
180			66	81
210				75
240				59
270				46
300				

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

En la tabla 20, se visualizar el tiempo en relación a la temperatura de las probetas después de realizar el temple del acero 1018 con agua y 1045 con aceite.

Tabla 21: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.

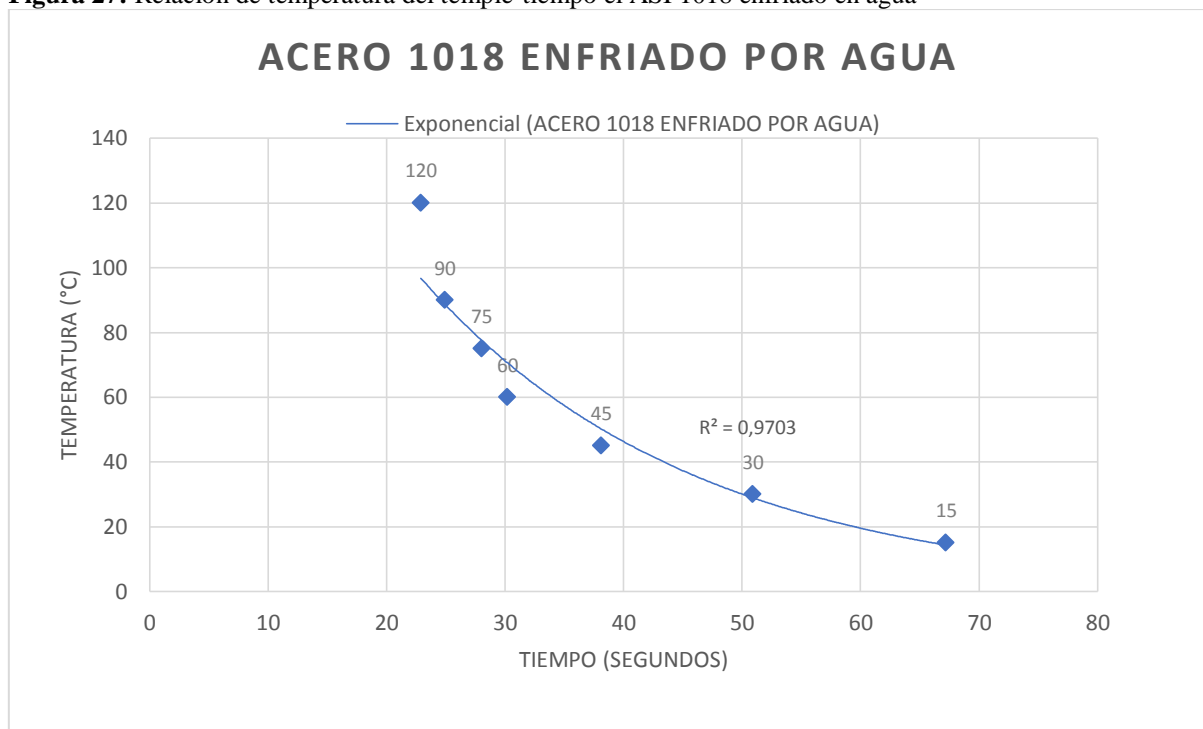
Probetas	Dureza Brinell					Promedio
AISI 1018 templado en agua	149	147	161	141	148	149.2
AISI 1045 templado en agua	514	472	499	521	514	504
AISI 1018 templado en aceite	148	134	138	146	140	141.2
AISI 1045 templado en aceite	379	369	360	360	390	371.6

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

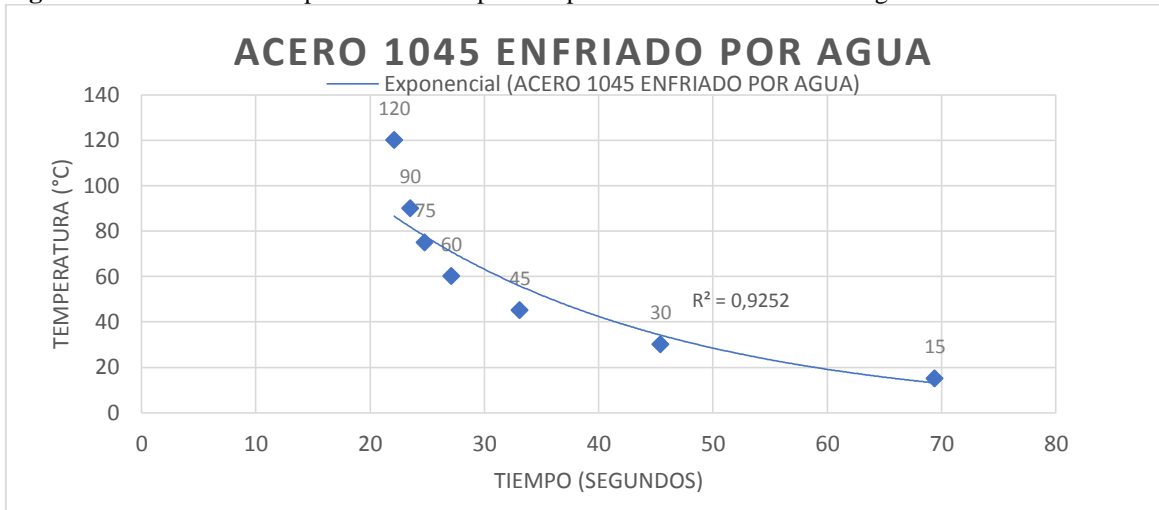
Tabla 22: Datos de práctica de temple en diversas condiciones.

Acero	Dureza Brinell	Dureza Real	Incremento
	Metalográfica		Porcentual
AISI 1018 AGUA	125.4	149.2	19%
AISI 1018 ACEITE		141.2	13%
AISI 1045 AGUA	182.85	504	176%
AISI 1045 ACEITE		371.6	103%

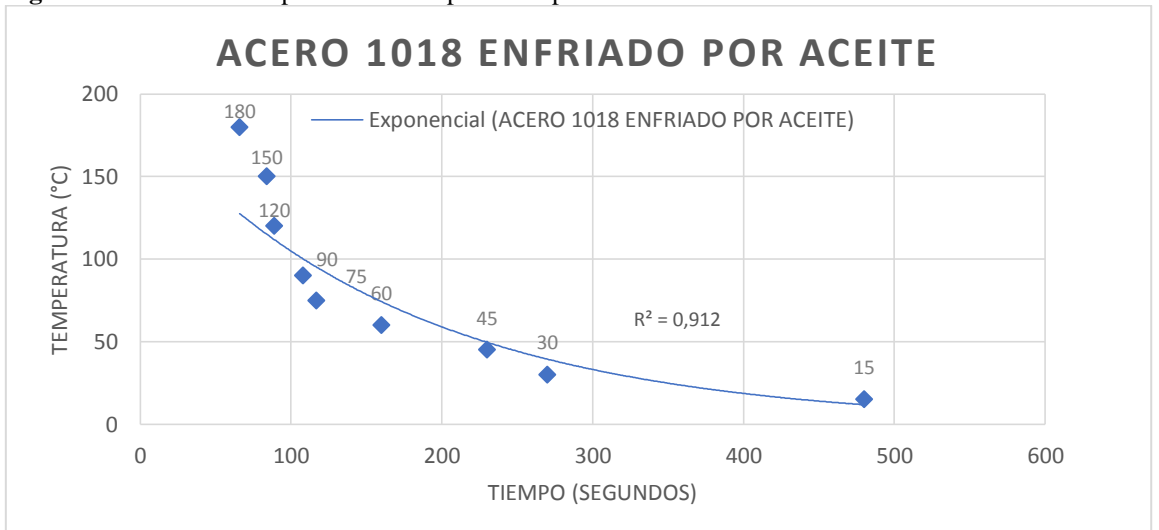
Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 27: Relación de temperatura del temple-tiempo el ASI 1018 enfriado en agua

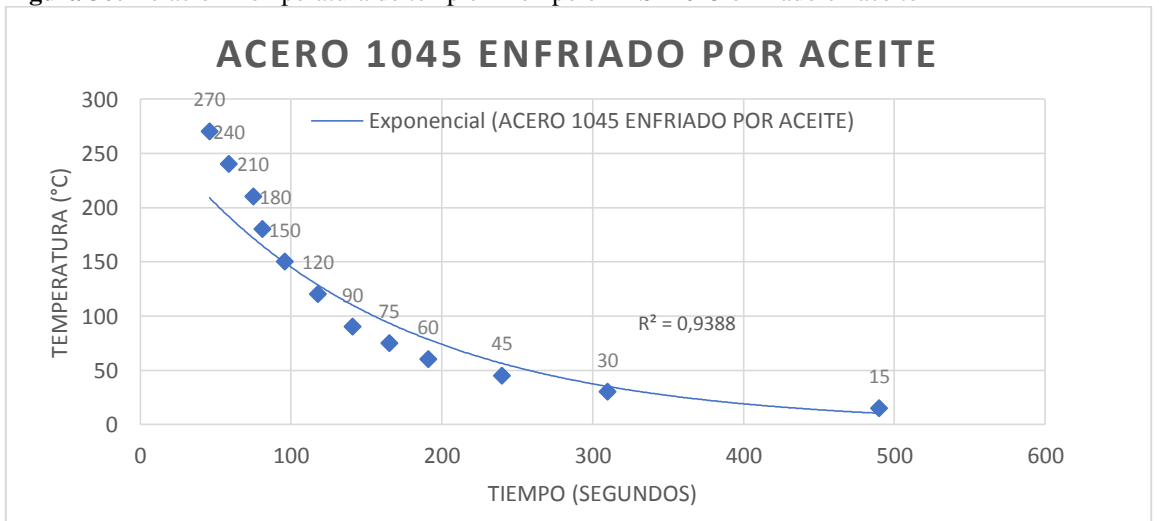
Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 28: Relación de temperatura del temple-tiempo el ASI 1018 enfriado en agua

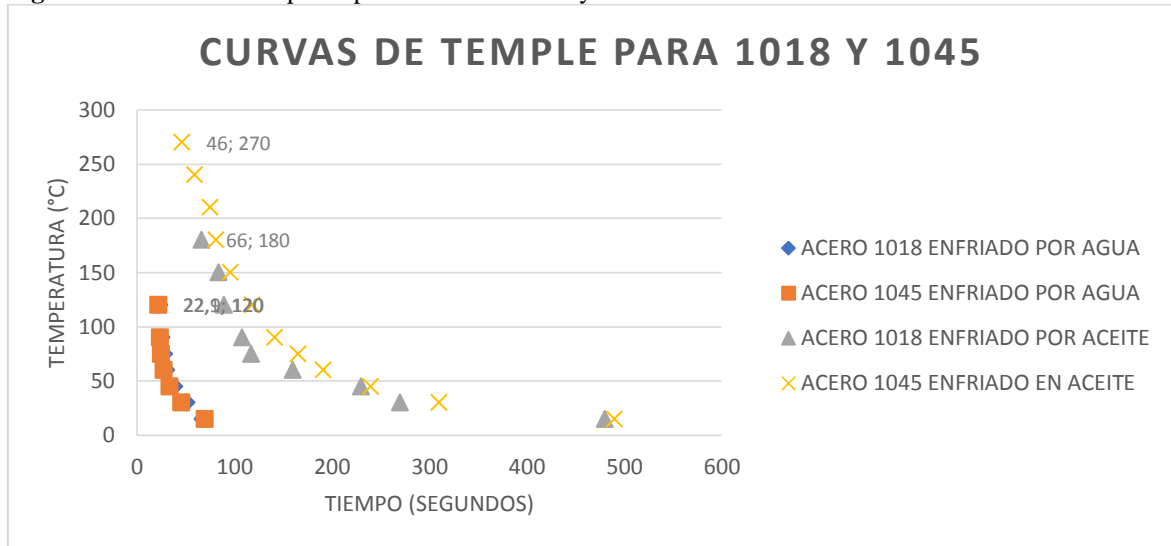
Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 29: Relación Temperatura de temple- Tiempo el AISI 1018 enfriado en aceite

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 30: Relación Temperatura de temple- Tiempo el AISI 1045 enfriado en aceite

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 31: Curvas de temple para los aceros 1018 y 1045

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Tabla 23: ACERO AISI-SAE 4140 dureza inicial 26,7 HRC.

Composición química	C 0.43 / 0.50% P Max. 0.04% Mn 0.60 / 0.90% S max. 0.05% Si 0.15 / 0.30%
Temperatura de calentamiento	860°C
Tiempo de calentamiento	30 min.
Tipo de horno	Mufla, horno eléctrico de resistencia tipa barras. Rango de t° entre t° ambiente y 1100°C.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

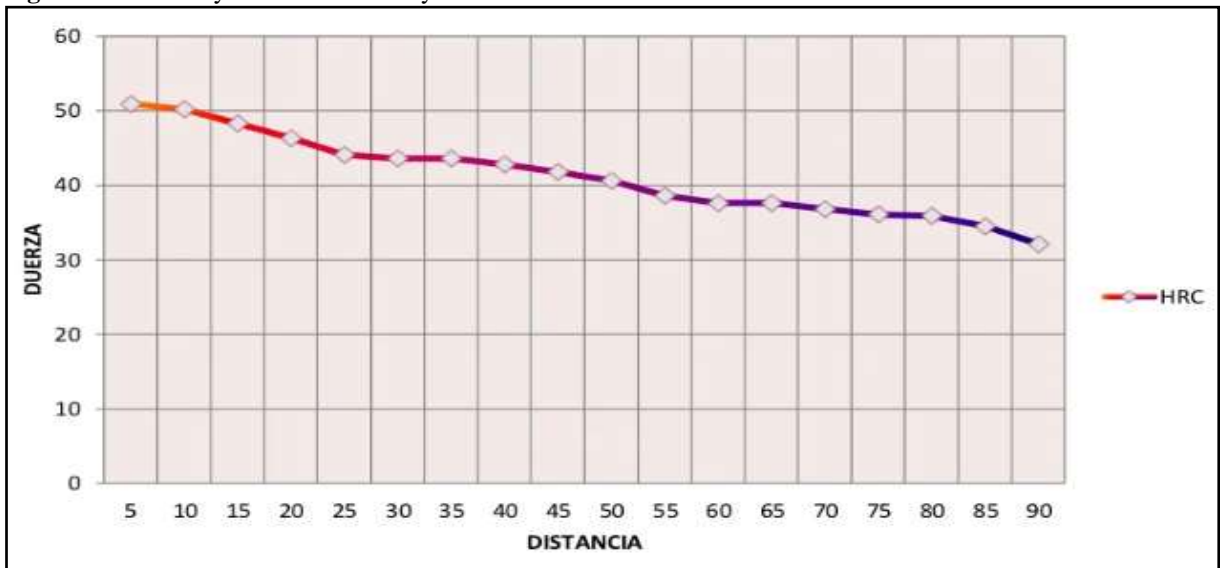
Figura 32: ACERO AISI-SAE 4140 dureza inicial 26,7 HRC.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Tabla 24: Valores de la distancia y HRC

Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dist.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
HRC	50,9	50,2	48,3	46,1	43,6	42,8	41,8	40,6	38,6	37,6

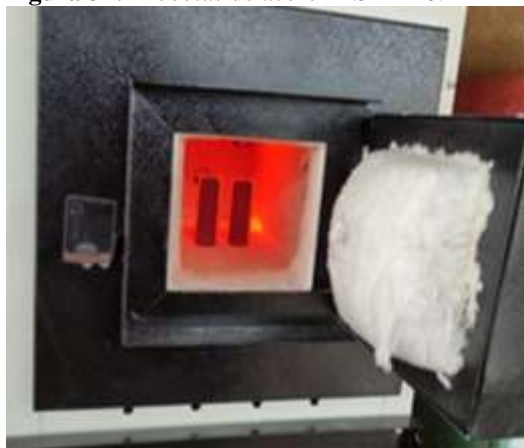
Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Figura 33: Dureza y distancia del ensayo 4140.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Tratamiento térmico sin cambio de composición, tiene como finalidad aumentar la dureza, la resistencia mecánica y el límite elástico. Por lo tanto, disminuyen la estricción y el alargamiento, y generalmente desaparece el periodo plástico.

Consiste en un calentamiento a temperatura elevada (900°C) para transformar toda la masa en Austenita, seguido de un enfriamiento rápido para transformar la Austenita en Martensita.

Figura 34: Probetas de acero AISI 4140.

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Los factores que influyen en la práctica del temple son:

- El tamaño de la pieza: cuanto más espesor tenga la pieza más hay que aumentar el ciclo de duración del proceso de calentamiento y de enfriamiento.

- La composición química del acero: en general los elementos de aleación facilitan el temple.
- El tamaño del grano: influye principalmente en la velocidad crítica del temple, tiene mayor templabilidad el de grano grueso.
- El medio de enfriamiento: el más adecuado para templar un acero es aquel que consiga una velocidad de temple ligeramente superior a la crítica. Los medios más utilizados son: aire, aceite, agua, baño de Plomo, baño de Mercurio, baño de sales fundidas y polímeros hidrosolubles.

Figura 36: Enfriamiento de la probeta 4041 en agua.

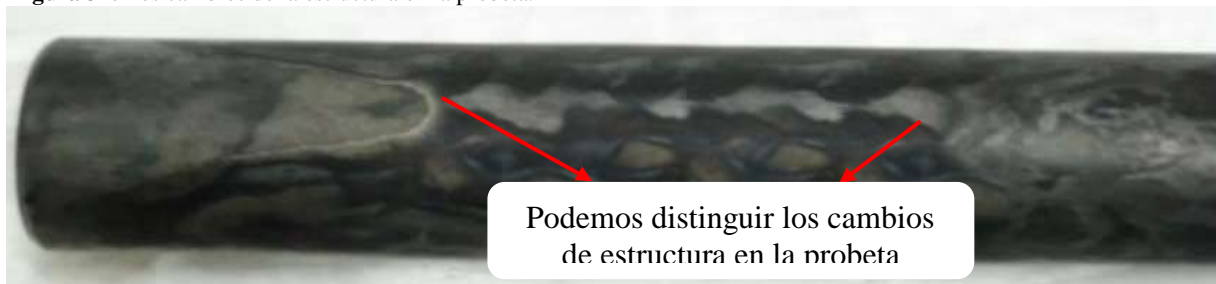


Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Los tipos de temple son los siguientes: temple total o normal, temple escalonado martensítico o "Martempering", temple escalonado bainítico o "Austempering", temple interrumpido y tratamiento subcero.

Probeta utilizada acero AISI-SAE 4140 con una dureza inicial de 26,7 HRC luego de calentar la probeta por un periodo de 30 min. A una temperatura de 900 °C. para luego enfriar bruscamente en agua a T° ambiente 18 deg a 21 °C aproximadamente).

Figura 37: Los cambios de la estructura en la probeta.



Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Medición de dureza pieza templada: Dureza inicial 26.7HRC.

Medidas en diferentes puntos de la probeta:

Tabla 25: Dureza de la pieza templada.




Acero	Dureza Real	Incremento Porcentual
AISI 41 AGUA	26,7	43%
	32,8	79%
	49,9	150%
	57,6	215%




Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

Lo cual nos da un promedio de 57,6 HRC. Teniendo un incremento de un 215,7%, en la dureza de la probeta, podemos concluir que la austenita es transformada completamente en martensita, con la ayuda de los elementos aleantes del acero 4140, los que intensifican la dureza en este.

11.13 Medidas preventivas y/o precaución

Tabla 26: Medidas preventivas y/o precaución

Medidas preventivas y/o precaución			
Riesgos		Medidas preventivas	Protección individual o colectiva obligatoria
	Riesgo de quemaduras por contacto.	<ul style="list-style-type: none"> ¡Atención! No tocar la superficie, puede estar caliente si se ha usado con anterioridad. Si es posible, deje que el material se enfríe antes de cogerlo. Si no puede esperar, saque las muestras de la estufa con guantes térmicos certificados para el rango de temperaturas que utilice y utilice las pinzas para coger el material (las temperaturas pueden ser muy elevadas). Verificar el buen estado del termostato para el control de la temperatura. 	 <p>Uso de guantes de protección frente al riesgo térmico. (UNE EN 407)</p>
	Riesgo de incendio, explosión e intoxicación si se desprenden vapores inflamables y/o tóxicos.	<ul style="list-style-type: none"> No introduzca en las estufas muestras con productos químicos inflamables que puedan generar una atmósfera explosiva en su interior, a no ser que se utilicen estufas especiales de seguridad aumentada o antideflagrantes. En presencia de sustancias volátiles, ventilar la zona y si 	 <p>Uso de protección respiratoria con el filtro adecuado según la sustancia analizada. (UNE EN 529)</p>

		<p>fuera necesario, utilizar un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación para la retención de los vapores producidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de protección respiratoria si fuera necesario adecuado al tipo de sustancia 	
	Riesgo de rotura de recipientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar recipientes aptos para la temperatura alcanzada, pues puede producirse la rotura de éstos. • Utilizar protección ocular o facial frente a salpicaduras y/o ante la rotura de recipiente. 	 <p>Uso de pantalla facial o gafas de protección contra impactos. (UNE EN 166)</p>
	Riesgo de electrocución por contacto indirecto	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de una instalación adecuada con interruptor diferencial. • Utilizar siempre bases de enchufe con toma de tierra, evitando el uso de enchufes múltiples, y si se usan, que tengan toma de tierra. • Llevar a cabo un mantenimiento preventivo eficaz. • Asegurar que la máquina se encuentra desconectada de la corriente eléctrica ante operaciones de mantenimiento, ajuste o reparación. 	No procede

Elaborado por: Medidas preventivas y/o precaución

12 IMPACTOS

12.1 Impacto Técnico

El aporte técnico del proyecto se basa en el uso de energía eléctrica aquí. En este caso, la radiación generada por la resistencia es absorbida por la muestra y pasa a través de circulación forzada dentro del horno para mayor eficiencia de calentamiento, que permite mantener un flujo continuo de calor como una máquina, de esta manera se buscan prácticas estáticas, de tratamiento térmico o no metálicas.

12.2 Impacto Económico

Mediante la ejecución de este proyecto del horno tipo mufla para el tratamiento térmico de acero, la institución tendrá valores considerables en ahorros porque los estudiantes investigadores dan a conocer el funcionamiento de la máquina. Ya que los estudiantes de la universidad podrán utilizar de forma continua sin tener que contratar servicios externos para sus prácticas en el laboratorio de electromecánica.

13 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A continuación, echa un vistazo detallado al precio que corresponde a la implementación del sistema horno eléctrico para el tratamiento térmico de acero, del que se pueden utilizar algunos elementos clave de equipo de laboratorio, teniendo en cuenta el costo se divide:

13.1 Gastos Directos

13.1.1 Gastos de los materiales

Tabla 27: Gastos directos de materiales

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor	Total
Ladrillos refractarios	18	c/u	\$ 1,50	\$ 27,00
Morteros refractarios	1	Kg	\$ 10,00	\$ 10,00
Guías de aluminio	9	c/u	\$ 25,00	\$ 225,00
Resistencia Eléctrica Khantal A1	30	M	\$ 6,50	\$ 195,00
Terminal de bornera	12	c/u	\$ 1,70	\$ 20,40
Conductor térmico	5	M	\$ 6,70	\$ 33,50
Panel de control	1	c/u	\$ 100,00	\$ 100,00
Gastos técnicos de construcción (tornillo, remaches, pernos, etc.)	100	c/u	\$ 0.50	\$ 50,00
Subtotal				\$ 660,90

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

13.1.2 Gastos para el uso personal

Tabla 28: Gastos directos para el uso personal

Descripción	Cantidad	Valor	Total
Tapones de oídos	2	\$ 1,50	\$ 3,00
Guantes	2	\$ 2,50	\$ 5,00
Gafas	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Mascarilla	2	\$ 1.00	\$ 2,00
Subtotal			\$ 13,00

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

13.1.3 Gastos para la mano de obra

Tabla 29 : Gastos directos para la mano de obra

Operario	Cargo	Tiempo	Hora	Total
1	Técnico Industrial	60	4,00	\$ 240,00
2	Técnico Industrial	60	4,00	\$ 240,00
Subtotal				\$ 480,00

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

13.2 Gastos indirectos

Tabla 30: Gastos indirectos

Transporte	Total
Transporte y movilización	\$ 9,00
Refrigerios	\$ 50,00
Materiales de oficina	\$ 10,00
Subtotal	\$ 69,00

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

13.3 Gastos Ingenieril

Tabla 31: Gastos Ingenieril

Transporte	Total
Costos directos	\$ 1153,90
Costos indirectos	\$ 69,00
Subtotal	\$ 1222,90

Elaborado por: Masapanta, D. y Silva, A. (2022)

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

- La información obtenida sobre esta clase de hornos térmico para tratamiento de acero, fue por medio de revistas, libre e investigaciones publicadas, en donde fue necesario describir el incremento de temperatura; así como el temple, permanencia, revenido y el enfriamiento que se lo aplica de acuerdo al tipo de material se aplica el tratamiento.
- En la implementación de horno tipo mufla se identificó que trabaja con corriente eléctrica de 220 voltios, con un nivel máximo de 900 °C dentro de la cámara de temperatura de la mufla y cuenta con unos materiales metálicos como factor de seguridad.
- De acuerdo a la investigación se establece que, al implementar un horno de tratamiento térmico, mejora la dureza de materiales de alto contenido en carbono, en donde la aplicación de calentamiento, permanencia, revenido y enfriado permitió identificar que el AISI 1045 tiene un promedio Brinell de 371,6 en aceite y 504 en agua.

14.2 RECOMENDACIONES

- Profundizar en estudios del sistema de control del horno térmico para tratamientos térmicos con diferente tipo de temperatura, obteniendo información que complemente la investigación y los materiales utilizados.
- Para un buen uso y obtener un mejor rendimiento del horno es recomendable leer y estudiar el manual de usuario para garantizar la correcta manipulación y un óptimo funcionamiento de la máquina.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Aceros Crea. (2021). vigaipr.com. <https://vigaipr.com/blog/norma-astm/>
- Aguilar, V., Bernardino, J., & Santana, F. (2021). Tratamientos térmicos. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 40-44.
- Aguirre, P., & Sánchez, B. (20 de 07 de 2017). Diseño, construcción y automatización de un horno eléctrico para el calentamiento de prepolymer y polyol en la elaboración de calzado para la empresa Cass. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Andrade, L. (2018). Lana de vidrio. <https://www.isover-aislamiento-tecnico.es/sobre-nosotros/nuestros-materiales/lana-de-vidrio#:~:text=Proceso%20de%20fabricaci%C3%B3n&text=La%20lana%20de%20vidrio%20se,horno%20por%20un%20alimentador%20autom%C3%A1tico.>
- Arias, E. (2017). carlroth.com. <https://www.carlroth.com/medias/sdb-7377-es-es.pdf?context=bwfdzgdvfyfhnly3vyaxr5rgf0yxnozww0c3wxnzu4ndr8yxbwbglyxrbp24vcgrmfhnly3vyaxr5rgf0yxnozww0cy9oyzqvagq3lzg5mtq1ntu2njy0njiucgrmfgnkodewymzmmtly2vjy2mxy2jhywi5ytqymgixymu1mti2ndi0nwvkn2uxzja1ztfimji2>
- Balsamo, L. (2020). gpballs.com. <https://www.r/es/normas-internacionales/>
- Becerra, J. (17 de 04 de 2018). Desarrollo de un sistema de control de temperatura y monitoreo de ph y humedad proeso sping coating. Santiago de Cali, Chile: Universidad Autónoma de occidente.
- Budynas, R., & Nisbett, J. (2018). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Calderon, C. (2017). Estudio de los tiempos control en los procesos que realizan el horno de mufla pertenece al laboratorio de materiales de la carrera de ingeniería mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para facilitar el realizar tratamientos termicos del acero . Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1430/1/Tesis%20I.%20M.%20128%20-%20Calder%C3%B3n%20V%C3%A1squez%20Carlos%20Rodrigo.pdf>

- Cimiano, G. (01 de 07 de 2020). Introducción a los tratamientos térmicos. <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/2506-Introduccion-a-los-tratamientos-termicos.html>
- Duarte, D., & Vargas, J. (2018). Diseño de horno eléctrico para tratamiento térmico con atmósfera controlada. Fundación Universitaria Los Libertadores .
- Esquivel, V. (09 de 11 de 2018). Investigación bibliográfica vs empírica. <https://projects.iq.harvard.edu/crea-lit/bibliographic-vs-empirical-research-reading-vs-lab-work>
- FCEIA . (2020). usuarios.fceia.unr.edu.a. <https://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20aceros%20Mat%20y%20Pro.pdf>
- Flores, J. (2015). Sistema de transmisión mecánica. Universidad Mayor de San Andrés .
- Garavito, J. (32 de 09 de 2018). Tratamientos térmicos protocolo. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Gavito, J. (2018). Tratamientos térmicos protocolo Curso de Materiales. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Gimeno, F. (2018). Metalografía y Tratamientos Térmicos. México: Editorial Santillana México.
- Guevara, A., & Riofrío, C. (08 de 2019). Repotenciación del horno eléctrico por touch panel para tratamiento térmico . Latacunga, Cotopaxi, Ecuador|: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Hurtado, S. (2019). Diagrama de equilibrio hierro carbono. es.slideshare.net/DamianVilaez/diagrama-de-equilibrio-hierro-carbono
- IDEAM. (26 de 11 de 2020). Instructivo de manejo Mufla. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .
- Lambertucci, L. (2019). Evaluación del tratamiento térmico de homogeneizado a través de ensayos de impacto. Conicet, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.
- Lefevre, R. (2019). Tratamientos Térmicos. Universidad Nacional del Rosario.


- LEGISCOMEX. (14 de 11 de 2017). legiscomex.com.
<https://www.legiscomex.com/comunicaciones/n/nov-17-04/marcado-etiquetado-japon.pdf>
- Madera, J. (2020). academia.edu.
https://www.academia.edu/42943932/acero_aisi_sae_1020_tratamientos_t%C3%89rmicos
- Maldonado, R. (2018). Principio de funcionamiento del relé. SCielo, 22-41.
- Manrique, N. (06 de 08 de 2020). Implementación de un horno tipo mufla para tratamientos térmicos en piezas metálicas de uso automotriz e industrial mediante la utilización de dispositivos electromecánicos, en el laboratorio de la carrera de tecnología en electromecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Marquez, C. (2018). Tratamiento térmico de anillos de acero AISI 4140. Universitaria, San Nicolás de los Garza.
- Martinez, J. (2018). SQE 1020 y SAE 1045 aceros ingeniería al carbono. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7826/VasquezTorresEdwinLibardo2013Anexos.pdf>
- McCombes, S. (15 de 05 de 2019). Descriptive Research | Definition, Types, Methods & Examples. <https://www.scribbr.com/methodology/descriptive-research/>
- MIPSA. (2022). Tipos de acero. Ecuador.
- Moncada, L. (04 de 10 de 2020). ingenieriaquimica.tech.
<http://ingenieriaquimica.tech/sistemas-de-control/>
- Mundo motor . (22 de 05 de 2022). mundodelmotor.net.
<https://www.mundodelmotor.net/rele/>
- Nipzon, M. (06 de 08 de 2020). "Implementación de un horno tipo mufla para tratamientos térmicos en piezas metálicas de uso automotriz e industrial mediante la utilización de dispositivos electromecánicos, en el laboratorio de la carrera de tecnología en electromecánica de la Universidad. Tungurahua, Ecuador : ESPEC.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24562/4/M-ESPEL-emt-0099.pdf>

- NTC . (2014). Actualización de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Contrucción de Estructuras de Acero Reglamento de Contrucciones de Distrito Federal. <https://www.smie.org.mx/archivos/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias/normas-tecnicas-complementarias-acero-abril-2014.pdf>
- Ordoñez, D. (21 de 09 de 2018). Analytical method definition. <https://www.lawinsider.com/dictionary/analytical-method>
- Otaga, K. (1998). Ingeniería de control moderna. University of Minnesota: Prentice Hall.
- Paredes, A. (2018). Guía rápida relés estado sólido. SCielo, 12-46. <http://www.reitec.es/Pdf/documentacion6.pdf>
- Peréz, J. (2017). Introducción a los tratamientos térmicos. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica que presenta el M M.
- Perez, J. (13 de 09 de 2019). Tratamientos termicos de los aceros . universidad autonoma de nuevo leon.
- Pillajo, B., & Romero, F. (2016). Diseño y Construcción de un horno calentador por resistencias eléctricas. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Naciona.
- POLCOM. (2020). grupo-ap.com. https://grupo-ap.com.ar/wp-content/uploads/2016/12/Lana-de-Vidrio_Ficha-T%C3%A9cnica.pdf
- Queirós, G. (2020). Nuevo Tratamiento Térmico de Recocido Intercrítico de Aceros Resistentes al Desgaste con Boro de Bajo Impacto Medioambiental. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Ramos, E. (19 de 08 de 2021). Métodos y técnicas de investigación. <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>
- Rojas, J. (2020). pdfcoffee.com. <https://pdfcoffee.com/aplicacion-de-los-ejes-de-transmision-2-pdf-free.html>
- Romeral. (2018). documentos/fichas-tecnicas. <https://www.pizarreno-romeral.cl/siteassets/documentos/fichas-tecnicas/lanas/ficha-tecnica-lana-de-vidrio.pdf?v=48e34f/Download>
- Sánchez , J. (2019). aislamientosjavier.com. <https://aislamientosjavier.com/la-lana-de-vidrio-y-su-fabricacion/>

- SENAE. (2018). comunidad.todocomercioexterior. <https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/clasificacion-arancelaria-lana-de-vidrio-para-silenciadores#>
- SISA. (2019). sisa1.com.mx. <http://sisa1.com.mx/wp-content/uploads/Acero-SISA-4140T-Tratado-y-Revenido.pdf>
- SUMINDU. (2020). sumindu.com. <https://sumindu.com/PDFs/AISI%201045.pdf>
- Tramontina. (2022). Manual de instruccioones Horno Eléctrico . Brasil: <https://assets.br/upload/tramon/imagens/TEC/94865220MNE001.pdf>.
- Trochim, W. (30 de 09 de 2018). Base de conocimiento de métodos de investigación. <https://conjointly.com/kb/deduction-and-induction/>
- Villegas, E. (09 de 09 de 2022). How to Conduct Field Research Study? – A Complete Guide. https://www.enago.com/academy/how-conduct-field-research-study-complete-guide/#What_is_Field_Research
- Vizcarra, L. (2021). .mecamex.net. <http://www.mecamex.net/anterior/cong02/papers/art09.pdf>
- Wiley, J. (2015). academia.edu. https://www.academia.edu/4234025/John_Wiley_and_Sons_Inc
- Zach, W. (31 de 05 de 2017). arrow.com. <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/crydom-solid-state-relays-vs-electromechanical-relays>
- Zhang, H. (2016). Mteriales de construcción en ingeniería civil por Haime Zhang. Woodhe .
- Zita, A. (18 de 09 de 2019). Tipos de investigación. <https://www.diferenciador.com/tipos-de-investigacion/>

16 ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida de tutor

DATOS PERSONALES		
Nombres:	Alex Darwin	
Apellidos:	Paredes Anchatipán	
Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	21-marzo-1991	
Lugar de nacimiento:	Latacunga	
Cédula de identidad:	0503614935	
Estado civil:	Soltero	
Teléfono:	0987259422	
Dirección domiciliaria:	Luis A. Rivadeneira y Juan Salinas	
Cantón:	Pujilí	
Correo electrónico:	alex.paredes4935@utc.edu.ec	
ESTUDIOS REALIZADOS		
Instrucción secundaria:	Bachiller Técnico Industrial en Electrónica en el Colegio Particular Técnico Industrial “Hermano Miguel”.	
Tercer nivel:	Ingeniero en Electrónica e Instrumentación en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga	
Cuarto Nivel	Máster en Automática y Robótica de la Universidad de Alicante (España)	
CERTIFICADOS OBTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Curso “Enseñanza Andragógica” por Mindtalent • Certificación “Formación de Formadores” por Ministerio de Trabajo del Ecuador. • Curso “Introducción a IoT” por CISCO Networking Academy. • Curso “Introducción a la seguridad cibernética” por CISCO Networking Academy • “Formación de Tutores de Nivelación Especializados en Modalidad en Línea” por la Universidad Internacional de La Rioja UNIR • “Instalaciones eléctricas domiciliarias” por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná • Curso “Protecciones Eléctricas” por la Universidad Técnica de Cotopaxi 		

Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex Darwin
C.I: 0503614935

Anexo 2: Hojas de vida del estudiante

DATOS PERSONALES	
Nombres:	Diego Rubén
Apellidos:	Masapanta Lasso
Nacionalidad:	Ecuatoriano
Fecha de nacimiento:	20/04/1993
Lugar de nacimiento:	La Mana
Cédula de identidad:	0503605099
Estado civil:	Soltero
Teléfono:	0991193283
Dirección domiciliaria:	El Triunfo
Cantón:	La Mana
Correo electrónico:	diego.masapanta5099@utc.edu.ec
ESTUDIOS REALIZADOS	
Instrucción primaria:	Unidad Educativa Narciso Cerda Maldonado
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa 19 de mayo
Tercer nivel:	Univercidad Tecnica de Cotopaxi
CERTIFICADOS OBTENIDOS	
<ul style="list-style-type: none">• Prevención en riesgos laborales	



Masapanta Lasso Diego Rubén
C.I: 0503605099

Anexo 3: Hojas de vida del estudiante

DATOS PERSONALES	
Nombres:	Anderson Hernan
Apellidos:	Silva Zamora
Nacionalidad:	Ecuatoriano
Fecha de nacimiento:	11/12/1998
Lugar de nacimiento:	Quevedo
Cédula de identidad:	0550291686
Estado civil:	Soltero
Teléfono:	0962578880
Dirección domiciliaria:	El Carmen
Cantón:	La Mana
Correo electrónico:	anderson.silva1686@utc.edu.ec
ESTUDIOS REALIZADOS	
Instrucción primaria:	Escuela de educación básica Federación Deportiva De Cotopaxi
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa La Mana
Tercer nivel:	Unidad Educativa Rafael Vásconez Gómez
CERTIFICADOS OBTENIDOS	
<ul style="list-style-type: none">• Prevención en riesgos laborales	



Silva Zamora Anderson Hernan
C.I: 0550291686

Anexo 4: Evidencias del desarrollo del proyecto



Foto 1: Pruebas de funcionamiento del tratamiento de acero.



Foto 2: Configurar del tiempo de procesos.



Foto 3: Pruebas de resistencia del acero



Foto 4: El acero extraído de la mufla




Foto 5: Enfriado el acero extraído de la mufla.



Foto 6: Encendido de la mufla



Foto 7: Acero realizando la prueba de resistencia extraído con un nivel de temperatura de 800° Celsius.

	Universidad Técnica de Cotopaxi	GUIA PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO, TALLER O CAMPO.
---	--	--

Anexo 5: Guía de las prácticas de laboratorio

FACULTA D:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas	CARRER A:	Electromecánica		
ASIGNATURA:	Tecnologías de la construcción mecánica	PERÍODO LECTIVO :	ABRIL – AGOSTO	CIC LO:	10
DOCENTE:	Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex	PRÁCTICA N°:	1	FEC HA:	09/08/2022
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA		Laboratorio de la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná			
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Implementación de un horno eléctrico programable para el tratamiento térmico de metales en la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná.				
INTRODUCCIÓN:					
Las Muflas eléctricas son hornos pequeños que cuentan con resistencias calefactoras ocultas o visibles. Las muflas son muy utilizadas en laboratorios para realizar pruebas de calcinamiento de muestras, tratamientos de calor, procedimientos de calcificación, pruebas de ignición, análisis minerales, también la utilizan los talleres de joyería y los consultorios dentales, etc.					
OBJETIVOS:					
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica científica del tratamiento térmico a través del horno tipo mufla para el calentamiento, permanencia y enfriamiento del acero. • Instalar el horno eléctrico programable para el tratamiento de acero alto en carbono por el método del temple • Realizar la implementación del horno tipo mufla de acuerdo a las dimensiones necesarias para los tratamientos térmicos de metales. 					
MATERIALES:					
REACTIVOS:			INSUMOS:		
Ninguna			Ninguna		
EQUIPOS:					
<ul style="list-style-type: none"> • Horno Electrico tipo Mufla. • Máquina para montar probetas. • Microscopio óptico. • Durómetro. • Cámara termográfica. • Termómetro Infrarrojo. • Probetas. 					
MUESTRA:					
2 probetas 1018 y 1045					
INSTRUCCIONES:					



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

GUIA PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO, TALLER O CAMPO.

1. Tomar las medidas de seguridad dentro del laboratorio.
2. Realizar prueba de tratado térmico con el horno eléctrico tipo mufla.
3. Identificar los procesos

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Instalación del horno de mufla
2. Calentamiento de las probetas 1018 y 1045
 - Introducir las probetas
 - Configurar manualmente la temperatura 850°C en el touch
 - Permanencia 1 hora con una temperatura de 850°C.
 - Extracción de las probetas del horno.
3. Realizar el temple de las probetas.
 - Introducir en agua las probetas 1045 y 1018
 - Introducir en aceite las probetas 1045 y 1018.
 - Enfriar las probetas al clima.
 - Comprobar los errores con la cámara infrarroja.
 - Medir la dureza Brinell.
4. Muestra de resultado del ensayo.

5. RESULTADOS OBTENIDOS:

- Garantizar que los estudiantes logren utilizar los equipos para el tratado térmico de acero y puedan desarrollar las prácticas como el temple, permanencia, rebobinado y enfriamiento del material.

CONCLUSIONES:

- Se mostró que las probetas en el ensayo, llegaron a una temperatura 850°C después de 1 hora de permanencia y el temple desarrollo con agua y aceite mediante el termómetro infrarrojo con la cámara infrarroja visualizan la dureza de las probetas en agua con el AISI 1018 es de 149.2 y con aceite el acero 1045 es de 504; enfriado con aceite el acero AIS 1018 tiene una dureza de 141.2 y el de 1045 su dureza Brinell es de 371.6.

RECOMENDACIONES:

- Para el desarrollo del trato termico es necesario que cuenten con materiales preventivo para evitar quemaduras con la alta temperatura que genera el horno de mufla.

FIRMAS

Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex
DOCENTE TUTOR

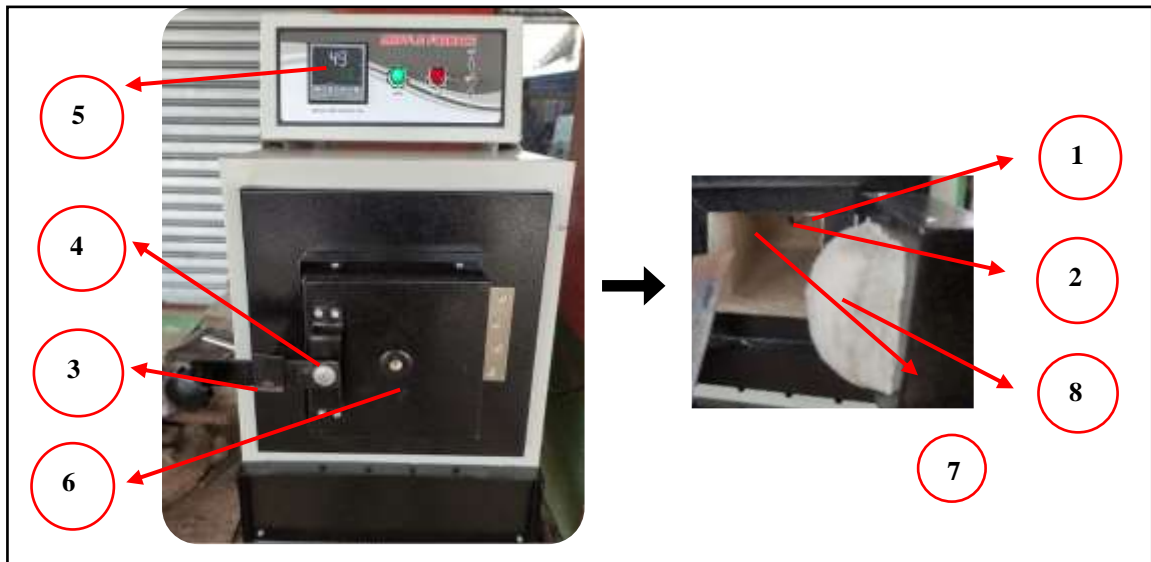


MANUAL DE USUARIO DEL HORNO ELÉCTRICO TIPO MUFLA



Componentes del horno

Los componentes que son necesario en el horno tipo mufla en la cual se visualizar en la siguiente y a la vez se describe los elementos de la máquina, permitiendo conocer con facilidad el uso y así como el respectivo tratamiento térmico.



N	Componente	Descripción
1	Resistencia eléctrica	Son las encargadas de dar la temperatura de color en el horno.
2	Sensor de temperatura	Da a conocer la temperatura en el interior de la cámara.
3	Seguro de la puerta	Brinda para que la puerta cerrada durante el funcionamiento del horno.
4	Chapa metalista	Protege los elementos de la cámara del horno.
5	Panel de control	Controla y muestra los datos del funcionamiento del horno mufla.
6	Puerta	Retiene la salida del calor al exterior de la máquina.
7	Ladrillo refractario	Material principal que guarda el calor en el interior.
8	Lana de vidrio	Mantiene el calor dentro de la cámara del horno.

Características y especificaciones de la mufla

El horno de mufla digital tiene una carcasa exterior hecha de acero dulce grueso debidamente acabado con una atractiva pintura de esmalte para estufado. Equipado con refractario ranurado para soportar los elementos calefactores hechos de alambre Kanthal y son fácilmente reemplazables. Temperatura Máxima. 900 grados C con temperatura de trabajo.

Características

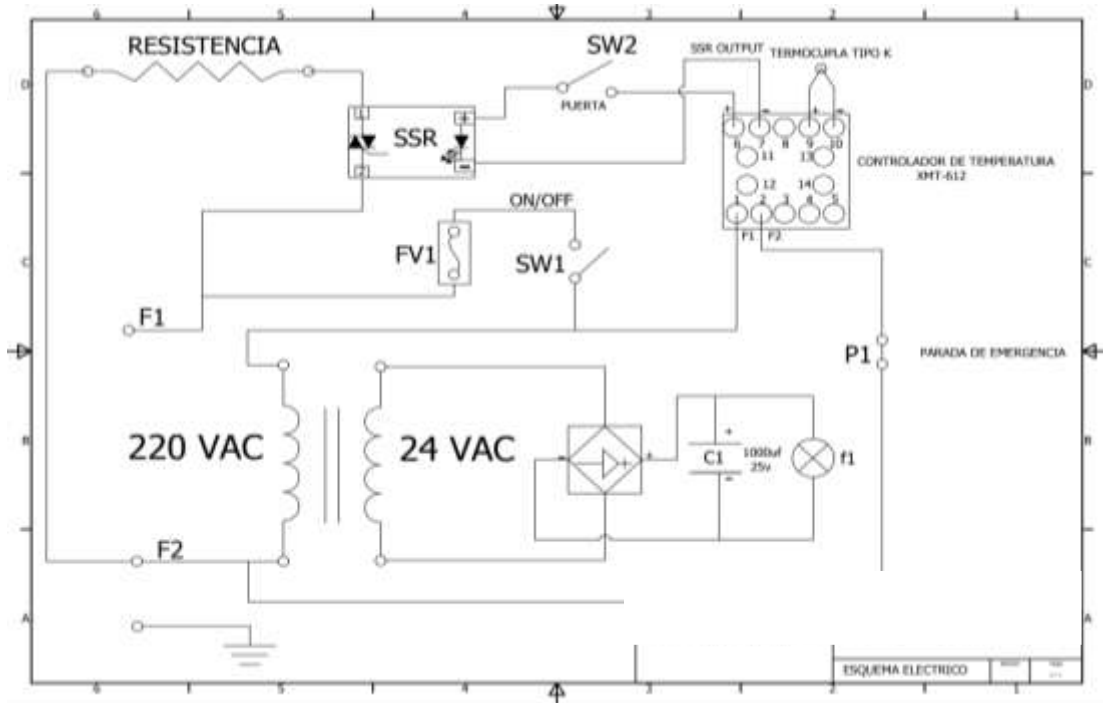
- Muy útil para incineración, fision, encendido y tratamiento térmico de piezas pequeñas en campos químicos, industriales y universitarios.
- Cuerpo lateral exterior hecho de G.I. de calibre pesado. Mufla interior debidamente recubierta de polvo con alta temperatura. Material aislante.
- Temperatura de Trabajo 900°C.
- Los elementos calefactores hechos de alambre Kenthal dañarían mucho la mufla.
- Panel de control instalado en la parte inferior de las unidades con luces indicadoras e interruptores.
- Una distribución uniforme del calor a través de los 4 lados con alambre Kental.
- Un fusible especial de plata de estado sólido para protección de los elementos en caso de sobrecalentamiento.

Especificaciones

- El cuerpo exterior del horno de mufla está hecho de chapa gruesa de acero dulce.
- Temperatura de trabajo 900°C.
- Temperatura controlada por regulador de energía con indicador. termopar pirómetro.
- Elemento calefactor hecho de alambre kanthal. aleación especial de alta temperatura herida en la superficie exterior de la cámara de trabajo para trabajar en 220/110 voltios
- Controlador de temperatura digital electrónico Cum Indicador.
- Tamaño de mufla en mm y pulgadas
- 225x100x100mm (9"X4"X4").
- Consumo de corriente 4.4 A 10.5A
- Espacio volumétrico 10 cm x 9.5cm x 11cm
- Funciona únicamente con 220 voltios de CA.

Esquema eléctrico del horno tipo mufla



El sistema eléctrico comprende a un conjunto de medios para la generación, distribución y transporte de la energía en el horno tipo mufla.



Funcionamiento del panel de control

Mediante el control del funcionamiento del panel de control o touch para el control del horno tipo mufla se describe que esté compuesto por lo elemento de PV, SV, SET y ENT que son necesarios para el funcionamiento del tratamiento térmico y permite la visualización de los indicadores de ciclo de tratado del acero.



Indicador	Descripción	Función
r		
PV	Ventana de variable de procesos	Muestra PV, parámetros a modificar, código.
SV	Ventana de variable de temperatura a controlar.	Muestra valores de parámetros.
	Botón de incremento.	Incremento / Stop
	Botón de decremento.	Decremento / Run
SET	Botón de Configuración	Selección de configuración
ENT	Inicio / Selección de parámetros	Iniciar parámetros

T. Horno (K)	Ts	Ta	NUL	H	Ro	Densidad	Conductividad	Tiempo total
1373,15	900	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	31,07
1373,15	850	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	28,13
1373,15	800	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	25,06
1373,15	750	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	22,01
1373,15	700	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	20,35
1373,15	650	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	18,26
1373,15	600	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	16,31
1373,15	550	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	14,48
1373,15	500	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	13,15
1373,15	450	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	11,12
1373,15	400	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	9,58
1373,15	350	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	8,12
1373,15	300	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	7,72
1373,15	250	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	5,38
1373,15	200	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	4,11
1373,15	150	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	3,29
1373,15	100	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	2,12
1373,15	50	23	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	1,01
1373,15	0	0	568	17,51552214	0,3	0,8771	1,207	0

Medidas preventivas y/o precaución

Riesgo de quemaduras por contacto.

- ¡Atención! No tocar la superficie, puede estar caliente si se ha usado con anterioridad.
- Si es posible, deje que el material se enfríe antes de cogerlo. Si no puede esperar, saque las muestras de la estufa con guantes térmicos certificados para el rango de temperaturas que utilice y utilice las pinzas para coger el material (las temperaturas pueden ser muy elevadas).
- Verificar el buen estado del termostato para el control de la temperatura.



Uso de guantes de protección frente al riesgo térmico. (UNE EN 407)

Riesgo de incendio, explosión e intoxicación si se desprenden vapores inflamables y/o tóxicos.

- No introduzca en las estufas muestras con productos químicos inflamables que puedan generar una atmósfera explosiva en su interior, a no ser que se utilicen estufas especiales de seguridad aumentada o antideflagrantes.
- En presencia de sustancias volátiles, ventilar la zona y si fuera necesario, utilizar un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación para la retención de los vapores producidos.
- Uso de protección respiratoria si fuera necesario adecuado al tipo de sustancia



Uso de protección respiratoria con el filtro adecuado según la sustancia analizada. (UNE EN 529)

Riesgo de rotura de recipientes.

- Utilizar recipientes aptos para la temperatura alcanzada, pues puede producirse la rotura de éstos.
- Utilizar protección ocular o facial frente a salpicaduras y/o ante la rotura de recipiente.



Uso de pantalla facial o gafas de protección
contra impactos. (UNE EN 166)

Riesgo de electrocución por contacto indirecto

- Disponer de una instalación adecuada con interruptor diferencial.
- Utilizar siempre bases de enchufe con toma de tierra, evitando el uso de enchufes múltiples, y si se usan, que tengan toma de tierra.
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo eficaz.
- Asegurar que la máquina se encuentra desconectada de la corriente eléctrica ante operaciones de mantenimiento, ajuste o reparación.

Anexo 7: Aval de traducción de idioma ingles**CENTRO
DE IDIOMAS****AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES.”** presentado por: **Masapanta Lasso Diego Rubén y Silva Zamora Anderson Hernán** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al petionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

Anexo 8: Similitud de contenido



Document Information

Analyzed document	1.0.8 HORNO ELECTRICO PROGRAMABLE PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE METALES.pdf (D143304543)
Submitted	2022-08-27 05:34:00
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	yoandrys.morales.uto@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	proyecto mufia MANRIQUE N.docx Document proyecto mufia MANRIQUE N.docx (D77402819)	4
W	URL: https://docplayer.es/23983230-Capitulo-2-antecedentes-y-parametros-a-considerar-para-el-maquinado-de-piezas-de-aluminio-6061-t6-cobre-uns-c11000-y-acero-aisi-1020-en-el-torno.html Fetched: 2020-07-18 14:50:17	3
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D116246126)	2
W	URL: https://www.sover-aislamiento-tecnico.es/sobre-nosotros/nuestros-materiales/lana-de-vidrio Fetched: 2022-08-27 05:34:00	1
W	URL: https://www.diferenciador.com/tipos-de-investigacion/ Fetched: 2022-08-27 05:37:00	1
W	URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24562/4/M-ESPEL-emt-0099.pdf Fetched: 2022-08-27 05:36:00	1
SA	INFORME DE MATERIALES N2 PRESENTAR FINAL.pdf Document INFORME DE MATERIALES N2 PRESENTAR FINAL.pdf (D62005989)	1
W	URL: https://www.academia.edu/42943932/ACERO_AISI_SAE_1020_TRATAMIENTOS_T%C3%89RMICOS Fetched: 2022-08-27 05:35:00	1
W	URL: https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/crydom-solid-state-relays-vs-electromechanical-relays Fetched: 2022-08-27 05:37:00	1