



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA
DE MATERIALES FERROSOS Y NO FERROSOS
AUTOMATIZADA A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO DE
INGENIERÍA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: ERICK SANTIAGO CARRERA MAYORGA

CHRISTIAN MAURICIO BALLADARES PILLAJO

DIRECTOR: Ing. MARCO HOMERO ALMENDÁRIZ PUENTE

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Erick Santiago Carrera Mayorga; & Christian Mauricio Balladares Pillajo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando el Derecho de Autor.

Nosotros, Erick Santiago Carrera Mayorga; Christian Mauricio Balladares Pillajo, declaramos que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académicas de los contenidos se esté trajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de junio de 2021



Erick Santiago Carrera Mayorga
C.I. 171743074-6



Christian Mauricio Balladares Pillajo
C.I. 180480010-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE MATERIALES FERROSOS Y NO FERROSOS AUTOMATIZADA A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE MECÁNICA**”, realizado por los señores: **ERICK SANTIAGO CARRERA MAYORGA**, y **CHRISTIAN MAURICIO BALLADARES PILLAJO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-06-18
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-06-18
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-06-18

DEDICATORIA

Dedico este gran logro a Dios por cuidarme y no dejarme solo en ningún momento, a mis padres Luis y Ercilia quienes han sido los que me apoyaron, bendición más grande que Dios me pudo dar enseñándome el significado de la fuerza y la lucha constante para alcanzar nuestros sueños. A mi hermana Dayana su apoyo incondicional, por sus consejos los cuales me ayudaron en este trayecto universitario. A toda mi familia la cual siempre ha sido unida en los momentos más difíciles este logro también es de ellos.

Christian Mauricio Balladares Pillajo

Este trabajo de titulación les dedico a mis padres quienes fueron la parte fundamental en mi vida para que yo pueda lograr cada uno de mis objetivos. A mi hermano por acompañarme y apoyarme en todo momento. A mis abuelitos que siempre estuvieron apoyándome. A mis amigos y demás familiares que formaron parte de este proceso siempre confiando en mis capacidades.

Erick Santiago Carrera Mayorga

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, ser mi guía y mi fortaleza. A mis padres y hermana, por su apoyo, amor incondicional y por ser mi soporte durante este largo camino. A mis amigos con los cuales hemos compartido momentos inolvidables. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, los docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial que más que educadores nos ayudaron con su mano amiga y sus grandes consejos. A las personas quienes han contribuido de una u otra forma en la culminación de mi carrera. Gracias.

Christian Mauricio Balladares Pillajo

Quiero agradecer a Dios por siempre estar cuidando de mí y ayudarme a tomar las decisiones correctas en las dificultades. A Manuel Carrera, mi padre quien siempre me apoyo para continuar con mis estudios guiándome en un camino de honestidad y trabajo duro. A Carmen Mayorga, mi madre por ser la persona que siempre estuvo para mí en todo momento dando todo su amor y comprensión sin esperar nada a cambio. A Leonel, mi hermano por confiar en mí y brindarme su apoyo a pesar de algunas diferencias. A mis abuelitos que siempre me guiaron por un buen camino. Sin ustedes esto nunca hubiere sido posible.

Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme formar parte de esta gran familia. A todos los docentes de Ingeniería Industrial gracias por brindarme sus conocimientos y experiencias de vida.

Erick Santiago Carrera Mayorga

Tabla de contenido

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Alcance del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Marco Teórico	7
2.2.1 Metalografía	7
2.2.2 Etapas del análisis metalográfico	7
2.2.3 Cortadoras de aceros ferrosos y no ferrosos	8
2.2.4 Cortadoras CNC	8
2.2.5 Cortadora por agua	8
2.2.6 Cortadora por laser	9

2.2.7	Cortadora por hilo	9
2.2.8	Cortadora de plasma	10
2.2.9	Cortadoras Convencionales	11
2.2.10	Cortadoras metalográficas	12
2.2.11	Materiales ferrosos y no ferrosos	13
2.2.12	Materiales ferrosos	13
2.2.13	Materiales no ferrosos	14
2.2.14	Diagrama de hierro carbono	15
2.2.15	Elementos de control de una máquina	15
2.2.16	Servomotores	15
2.2.17	Características de los servomotores	16
2.2.17.1	Aplicaciones de los servomotores	16
2.2.18	Servodrive	17
2.2.19	PLC	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1.	Introducción	19
3.2.	Alternativa de solución	19
3.3.	Materiales a ser cortados para las probetas.	20
3.4.	Proceso de preparación de la probeta	20
3.5.	Corte de probeta	20
3.6.	Montaje de la probeta	21
3.7.	Desbaste, lijado y pulido	21
3.8.	Examen microscópico y análisis	22
3.9.	Diseño y construcción	23
3.10.	Selección del disco de corte	23
3.11.	Selección del motor eléctrico	24

3.12.	Cálculo de la velocidad del motor	25
3.13.	Diseño del eje	27
3.14.	Cálculo y selección del servomotor	28
3.15.	Selección del motor programable	28
3.16.	Cálculo del servomotor	29
3.17.	Selección del material para los diales del eje X y Y	29
3.18.	Cálculo y selección de la bomba	30
3.19.	Descripción de la máquina diseñada	31
3.20.	Diales X y Y	32
3.21.	Sistema de corte	32
3.22.	Sistema de control	32
3.23.	Accionamiento de corte	32
3.24.	Programación en el KINCO	34
3.25.	Software de programación del PLC	34
3.26.	Comunicación del PLC y HMI	37
3.27.	Comunicación de hardware y software	40
3.28.	Diagramas de conexión	41

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
4.1.	Diseño de la máquina	46
4.2.	Análisis de costos	47
	CONCLUSIONES	52
	RECOMENDACIONES	54

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1-2. Clasificación de los materiales no ferrosos.....	14
Tabla 1-3. Selección máquinas metalográficas	19
Tabla 2-3. Discos abrasivos	23
Tabla 3-3. Motores programables, características.....	28
Tabla 4-3. Selección del PLC.....	33
Tabla 1-4. Costos componentes eléctricos y de control	47
Tabla 2-4. Costos materiales mecánico.....	48
Tabla 3-4. Costo de ingeniería, mecanizado, transporte y comida.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2. Cortadora por chorro de agua.....	8
Figura 2-2. Cortadora láser	9
Figura 3-2. Cortadora de hilo.....	10
Figura 4-2. Cortadora por plasma	11
Figura 5-2. Cortadora convencional.....	11
Figura 6-2. Discotom-100.....	12
Figura 7-2. Materiales ferrosos y aleaciones.....	13
Figura 8-2. Materiales no ferrosos	14
Figura 9-2. Diagrama de hierro carbono.....	15
Figura 10-2. Servomotor.....	16
Figura 11-2. Servodrive	17
Figura 12-2. PLC	18
Figura 1-3. Corte probeta.....	20
Figura 2-3. Montaje de la probeta.....	21
Figura 3-3. Desbaste, lijado y pulido de probeta	22
Figura 4-3. Examen Microscópico y Análisis.....	22
Figura 5-3. Disco de corte.....	24
Figura 6-3. Características del disco de corte	24
Figura 7-3. Diagrama de cuerpo libre	27
Figura 8-3. Cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos.....	31
Figura 9-3. Pantalla PLC KINCO	34
Figura 10-3. Software KINCO	35
Figura 11-3. Programación para el control del servomotor	36
Figura 12-3. Desactivación de firmas autorizadas	37
Figura 13-3. Administración de dispositivos	38
Figura 14-3. Actualización del software drive USB	38

Figura 15-3. Dirección del drive USB	39
Figura 16-3. Drive instado correctamente.....	39
Figura 17-3. Conexión del PLC con el HMI.....	40
Figura 18-3. Carátula del HMI.....	40
Figura 19-3. Mando servomotor	41
Figura 20-3. Esquema de conexión pantalla PLC KINCO	41
Figura 21-3. Conexión del SERVODRIVE con el Servomotor.....	42
Figura 22-3. Cableado de funciones IO y PNP	42
Figura 23-3. Configuración conectora X4	43
Figura 24-3. Diagrama de control.....	44
Figura 25-3. Diagrama de potencia.....	45
Figura 1-4. Cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos	46
Figura 2-4. Diagrama de control y potencia.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO I:** Selección Motor trifásico
- ANEXO II:** Selección Servomotor
- ANEXO III:** Bomba centrífuga
- ANEXO IV:** Pantalla PLC kinco
- ANEXO V:** Evidencia construcción de la maquina
- ANEXO VI:** Planos de construcción de la maquina
- ANEXO VII:** Maquina ensamblada
- ANEXO VIII:** Manual de usuario y Mantenimiento

RESUMEN

El objetivo fue la implementación de una máquina cortadora de materiales para el desarrollo teórico-práctico en el laboratorio de Ingeniería de Materiales en la Facultad de Mecánica cuya finalidad ha sido automatizar una máquina cortadora para brindar facilidad de manejo y seguridad a los estudiantes y docentes que van a utilizar dicha máquina con un buen corte de una probeta metalográfica sin perder las propiedades de los materiales. El desarrollo del trabajo se inició con el análisis del principio básico de técnicas de corte, del mismo modo se analizó el funcionamiento de la máquina permitiendo identificar los parámetros necesarios para poder ser automatizado y lograr una máquina de fácil uso brindando seguridad al operario, posterior se analizó las diferentes máquinas de cortes con diversos sistemas de refrigeración y avances, a continuación, se realizó un sistema automatizado que se acopló a las diferentes funciones que realiza la máquina, durante este análisis se ejecutó la construcción de la máquina cortadora automatizada capaz de realizar un corte dependiendo el material (acero, hierro, etc.), la misma que consta de un sistema de refrigeración en el corte permitiendo mantener las propiedades de los materiales, finalizando con la obtención de una cortadora que realiza un corte de calidad brindando seguridad al operario, por tanto se recomienda colocar un sistema de sujeción más rígida para cortar materiales de mayores dimensiones, ya que de esta manera se optimiza la eficiencia de la máquina y obtener mayor seguridad al instante de su operación.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <AUTOMATIZACIÓN>, <CORTADORA DE MATERIALES>, <INGENIERÍA DE MATERIALES>, <MEJORA PROCESO>

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2021.07.09 11:02:35
-05'00'



1345-DBRA-UTP-2021

SUMMARY

The objective was the implementation of materials cutting machine for the theoretical-practical development in the Materials Engineering laboratory in the Faculty of Mechanics, the purpose of which was to automate a cutting machine to provide ease of use and safety to students and teachers who will use the machine to cut a metallographic specimen without losing the properties of the materials. The development of the work began with the analysis of the basic principle of cutting techniques, in the same way, the operation of the machine was analyzed allowing to identify the necessary parameters to be able to be automated and to achieve a machine of easy use providing safety to the operator, later the different cutting machines with different cooling systems and advances were analyzed, then, an automated system that was coupled to the different functions performed by the machine was made, during this analysis the construction of the automated cutting machine capable of cutting depending on the material (steel, iron, etc.) was carried out, the same that consists of an automated cutting machine that consists of an automatic cutting machine that can perform a cut depending on the material (steel, iron, etc.).), the same that consists of a cooling system in the cut allowing to maintain the properties of the materials, ending with the obtaining of a cutter that performs a quality cut providing safety to the operator, therefore it is recommended to place a more rigid clamping system to cut materials of larger dimensions since in this way the efficiency of the machine is optimized and obtain greater security at the time of its operation.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <AUTOMATION>, <MATERIAL CUTTING MACHINE>, <MATERIAL ENGINEERING>, <PROCESS IMPROVEMENT>.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad moderna ha sido posible gracias a la invención de diversos descubrimientos y el perfeccionamiento de diversas técnicas, pasando por la evolución de la época de piedra en donde el hombre buscaba satisfacer sus necesidades básicas mediante la utilización de métodos que día a día iban aportando gran beneficio para el desarrollo de la civilización como la invención del fuego, el sedentarismo, la utilización de los metales entre otros, es importante mencionar que estos últimos suponen un gran hito en el desarrollo de la civilización hasta nuestros días, razón por la cual aún los seguimos utilizando debido a la importancia que estos suponen en nuestras vidas.

Debido a la importancia que los metales aportan al desarrollo económico, urbano, tecnológico, es importante tener en cuenta la estructura microscópica de las particularidades que componen los metales con el objetivo de conocer las propiedades del material para saber si cumple o no los parámetros establecidos para ello se hace imprescindible la utilización de la metalografía como ciencia que estudia las estructuras que componen a los metales, permitiendo mejorar las condiciones a las que va a ser expuesto el material en base al tipo de trabajo para el cual ha sido diseñado, es por ello que, el presente proyecto tiene como finalidad el diseño y construcción de una máquina automatizada para el corte de muestras metalográficas de materiales ferrosos y no ferrosos, las cuales posteriormente son tratadas en los diferentes equipos existentes en el laboratorio de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Mecánica, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Mediante una visita In situ se realizó un análisis existente sobre la técnica metalográfica lo cual permitió definir las condiciones que debe tener el equipo para que se pueda desarrollar la técnica, teniendo en cuenta que el corte de las muestras metalográficas depende del material a cortar, se suministra abundante refrigerante de esta manera se evita que la muestra se sobrecaliente y no se altere las condiciones micro estructurales de la misma, el equipo se adaptara a las condiciones que existen en el laboratorio de la Facultad de Mecánica. El diseño se realizó mediante el uso del programa SolidWorks en donde se modeló los planos necesarios para conocer la forma y funcionamiento del equipo en su plenitud, para el inicio de su construcción, durante el proyecto se realizó pruebas para la obtención de resultados lo cual permitió elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento del equipo con la finalidad de que los docentes y estudiantes tengan una facilidad de uso con toda la seguridad necesaria.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad el laboratorio de materiales de la Facultad de Mecánica, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cuenta con una máquina discotom para realizar el corte de probetas metalográficas, la misma que por su larga vida útil se encuentra en malas condiciones, generando exceso de tiempo en el procedimiento de corte de las probetas así como un posible riesgo durante la manipulación de la misma puesto que la máquina no cuenta con ningún sistema de protección que brinde seguridad a los estudiantes que hacen uso de esta, facilitando la ocurrencia de un accidente con consecuencias fatales para las personas que hacen uso de este tipo de máquina en el laboratorio de materiales de la facultad de Mecánica.

Para realizar un buen análisis de probetas metalográficas se debe iniciar con un corte de calidad en donde no se pierdan propiedades de los materiales, ya que al no contar con un sistema de refrigeración se origina un sobrecalentamiento de la muestra y de este modo se alteran las condiciones microestructurales de la misma. El objetivo del presente trabajo de titulación es el diseño y construcción de una máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos automatizada a implementar en el laboratorio de ingeniería de materiales de la facultad de mecánica, mediante una inspección In-situ al laboratorio de materiales, se ejecutó un análisis existente sobre el proceso metalográfico, mismo que permitió definir las condiciones que debe tener el equipo para que pueda desarrollarse la adecuada técnica de corte metalográfico de probetas , la máquina existente en el laboratorio de materiales de la Facultad de Mecánica es de uso básico lo que dificulta a los estudiantes y docentes al momento de cortar varios tipos de probetas debido a que el avance se lo hace dependiendo del operario, lo que genera un corte de baja calidad para el estudio metalográfico y por ende un desgaste más rápido en su disco, sin considerar las condiciones de inseguridad que esta máquina genera por no poseer los resguardos necesarios para su correcta ejecución, razón por el cual el diseño y construcción de una máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos automatizada a implementar, ha sido desarrollado bajo medidas técnicas validando el diseño mediante el software SolidWorks se diseñaron los planos de la máquina con el propósito de conocer su estructura y funcionamiento, con una validación de todos los aspectos técnicos que componen la misma.

1.2. Alcance del problema

El Diseño y construcción de una máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos automatizada a implementar en el laboratorio de ingeniería de materiales de la facultad de mecánica en el año 2021; del trabajo de titulación se beneficia a los estudiantes y docentes de la cátedra de materiales de las distintas carreras de la facultad de Mecánica, el mismo que ha consistido en: la elaboración de planos constructivos, tabla de frecuencias de mantenimiento, ensayos de funcionamiento, acorde las diferentes especificaciones técnicas. Mediante esta implementación se pretende comprimir el tiempo de corte de las probetas para su posterior proceso metalográfico optimizando de esta manera el proceso de asimilación de conocimientos por parte de los estudiantes, a través de la reducción de tiempos de operación, con ello generando una optimización de recursos que beneficien a la comunidad académica de la facultad de mecánica de la ESPOCH.

1.3. Justificación

En la actualidad en el laboratorio de Ingeniería de materiales de la Facultad de mecánica ha estado atravesando ciertos problemas debido al incremento de los estudiantes nuevos en la institución, por ésta razón la misma se ha visto en la necesidad de realizar una actualización de los diferentes equipos que conforman el laboratorio e incrementar la capacidad instalada en los mismos, se ha pensado varias alternativas para solucionar este problema, como la adquisición de nuevos equipos de laboratorio que ayuden a cubrir esta necesidad, pero la escuela no cuenta con los recursos económicos necesarios ya que este tipo de máquinas tienen un alto coste en el mercado impidiendo así su compra, por tal motivo viéndonos en la capacidad de realizarlos hemos decidido diseñar y construirlos tomando en cuenta que la metalografía estudia la estructura interna de los metales y de sus aleaciones a consecuencia de esto necesitamos una probeta con un corte de calidad para un correcto análisis metalográfico de las mismas.

La implementación de dicha máquina optimizará los ensayos en los laboratorios aumentando la capacidad instalada de los mismos, garantizando el aprendizaje de los educados. Un factor importante a considerar fue el elevado tiempo que los estudiantes tardan en el corte de las probetas metalográficas pues son procesos que deben ser llevados a cabo por cada estudiante personalmente generando retrasos en los tiempos destinados para el desarrollo de cada práctica metalográfica, por ende con la implementación de la máquina se incrementa la capacidad del

proceso en referencia al corte metalográfico de probetas, permitiendo la reducción de tiempos y generando seguridad en el proceso debido a las consideraciones de diseño que fue tomado en consideración para el desarrollo de la máquina de corte.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar y construir una máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos automatizada a implementar en el laboratorio de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Mecánica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener una cortadora que realice un corte de calidad brindando seguridad al operario.
- Realizar los planos constructivos y de diseño de cada pieza que se ensamblará en la máquina.
- Elaborar una tabla con frecuencias de mantenimiento acorde a los datos técnicos y recomendaciones del fabricante y también un manual de operación para garantizar un adecuado corte.
- Realizar un grupo de ensayos de funcionamientos.
- Actualizar el laboratorio de Ingeniería de materiales con el aporte de la máquina antes mencionada.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Antecedentes

Acorde una revisión bibliográfica de diversos trabajos de titulación con relación al objeto de estudio se detallan diversas investigaciones, permitiendo orientar de mejor manera los siguientes capítulos en cuanto al tema propuesto, mismas que se muestra a continuación:

-Del trabajo de titulación denominado “Diseño y fabricación de una máquina para realizar el corte automatizado de varillas de construcción de un diámetro de 10 mm para la constructora varoldosa S.A.”, esta investigación fue realizada por Patricio Javier Pérez Cabrera, en la carrera de Tecnología en Electromecánica del Instituto Tecnológico Vida Nueva. (Pérez Patricio, 2019). Este proyecto consiste en el diseño y construcción de una máquina cortadora de varillas de un diámetro de 10mm que se emplearán en una etapa de los procesos, misma que realiza un proceso automatizado y está compuesta de tres motores monofásicos, y un PLC, como requisito fundamental en el funcionamiento de esta. Además, tiene supervisión constante de un operario, presenta como variable la distancia de corte, misma que es manipulada de manera manual apoyándose de una regleta graduada regulable que se encuentra en la máquina. (Pérez Patricio, 2019)

-Del trabajo de titulación denominado “Cortadora de aluminio y acero dulce automática.”, fue realizado por Hugo Ruiz López y Eduardo Yáñez Martínez, en la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Politécnico Nacional. (Ruiz H y Yáñez E, 2008)

En este proyecto se evidencian diferentes tipos de cortadoras automáticas y semiautomáticas mismas que facilitan el corte de distintos materiales disminuyendo el tiempo de producción.

-Del trabajo de titulación denominado “Diseño de un sistema automático de corte y distribución de perfiles metálicos.”, fue realizado por Jorge Alberto García Campos y Alejandro Jauregui Saavedra, en la carrera de Ingeniería de Control y Automatización del Instituto Politécnico Nacional. (García J y Jauregui A, 2013). Se evidencia que un sistema de corte automatizado permite una respuesta rápida y en la fase de corte de material se utilizan sierras controladas por sensores las cuales realizan el trabajo de forma precisa y exacta, logrando una mejor calidad en el producto de salida

-Del trabajo de titulación denominado “Automatización de máquina cortadora de latón para forjar utilizando un plc para la fábrica ESA control”, fue realizado por Juan Carlos Arellano Beltrán, en la carrera de Tecnología en Electromecánica de la Universidad Politécnica Nacional. (Arellano J, 2011). Se evidencia un sistema de la maquina cuyo elemento principal es el disco de corte de sierra circular que realiza los cortes de forma automática constante.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Metalografía

Es la encargada de estudiar las características estructurales y constitución de los productos o probetas metalúrgicas con la ayuda del microscopio metalográfico, para relacionarlos con sus propiedades físicas y mecánicas. (Mendoza J, 2017)

El examen microscópico proporciona información sobre la constitución del metal o aleación, pudiéndose determinar características tales como forma, tamaño y distribución de grana, inclusiones y microestructura metalográfica en general. La microestructura puede reflejar la historia completa del tratamiento mecánico o térmico que ha sufrido el metal. (Mendoza J, 2017)

La preparación defectuosa de las probetas puede arrancar las inclusiones importantes, destruir los bordes de grano, revenir un acero templado en general, originar una estructura superficial repetitiva y característica del metal. (Mendoza J, 2017)

2.2.2 Etapas del análisis metalográfico

El análisis metalográfico posee las siguientes etapas.

1. Selección y corte de la muestra.
2. Montaje y preparación.
3. Ataque de la muestra.
4. Análisis microscópico.
5. Obtención de microfotografías.

La elección de la muestra o localización de la parte que va a ser estudiada o puede ser el sitio de la falla de una pieza o el límite entre una soldadura y el metal base. El tamaño óptimo de la probeta debe ser tal que pueda sostener con la mano durante su preparación. (una pulgada de diámetro por una pulgada de altura). (Mendoza J, 2017)

2.2.3 Cortadoras de aceros ferrosos y no ferrosos

En la actualidad, en el país existen variedad de máquinas para cortar materiales ferrosos y no ferrosos, como, por ejemplo: cortadoras CNC de chorro de agua, laser, hilo, plasma, también las convencionales las cuales poseen un mecanismo de biela manivela, entre otras.

Además, existen máquinas de corte por disco que en su mayoría dependen de la intervención de un operador debido a que no poseen un control eléctrico de posición ni de desplazamiento.

2.2.4 Cortadoras CNC

A continuación, se detallarán algunas máquinas CNC que se las puede encontrar en la industria ecuatoriana.

2.2.5 Cortadora por agua

Es una máquina que su principio de corte lo realiza mediante la alta presión de agua, misma que es añadida un abrasivo, que tiene como finalidad incrementar el poder de mecanizado. (Máquinas y herramientas, 2013)

Además, entre sus ventajas están:

Proceso sin aporte de calor, no hay resistencia residual, no genera contaminación, no afecta otras zonas del material trabajado y puede cortar materiales ferrosos y no ferrosos.

Desventajas de la máquina:

Profundidad de corte limitada, la maquinaria es de costos elevados, necesita de espacio para su instalación. (RECAM LÁSER, 2015)

A continuación, en la figura 1-2 se observa la máquina cortadora por agua CNC, teniendo en cuenta que sí se las encuentra en el mercado ecuatoriano. Por ejemplo, en SERVICOR.



Figura 1-2. Cortadora por chorro de agua

Fuente: Bipress, 2016

2.2.6 Cortadora por láser

Es una técnica que se ha venido perfeccionando con el pasar del tiempo, misma que a su vez tiene como principio la energía térmica, la cual es la encargada de separar o cortar el material.

Durante el proceso de corte, el rayo láser concentra la luz sobre un punto de la superficie del material de trabajo elevando su temperatura hasta que se derrite o vaporiza. Una vez el rayo láser ha traspasado la superficie se inicia el proceso de corte, redirigiendo el rayo láser en los puntos determinados según la geometría seleccionada hasta separar por completo el material. (SOME, 2019)

Las ventajas principales de la cortadora por láser son:

Alta precisión en el corte, versátil ya que se puede separar diferentes materiales, agilidad debido a que no necesita de matrices para realizar el trabajo y eficiente. (SOME, 2019)

Sus desventajas son:

Costos elevados en lo que respecta a maquinaria, repuestos y manufactura, cortes de alturas limitas. (CARMAN HAAS, 2018)

En la figura 2-2, se observa la máquina de corte por láser.



Figura 2-2.:Cortadora láser

Fuente: Lomusa, 2017

2.2.7 Cortadora por hilo

Es una técnica de corte por electroerosión, misma que se efectúa en materiales conductores, debido que en el contacto se produce una chispa para cortar los mismos.

Entre sus ventajas tenemos las siguientes:

Producir formas complejas mientras que es difícil mecanizar mediante mecanizado convencional, el material extremadamente duro se puede cortar con una tolerancia ajustada, buen acabado superficial, la pieza se puede mecanizar sin distorsión perceptible, porque no hay contacto directo entre la herramienta y la pieza de trabajo. (SHENZHEN YIQE, 2018)

Sus desventajas son:

Alto consumo de energía, la tasa de eliminación de material es muy lenta, desgaste excesivo de la herramienta durante el mecanizado y costos elevados de producción. (SHENZHEN YIQE, 2018)

En la siguiente figura se observa la máquina cortadora de hilo.



Figura 3-2. Cortadora de hilo

Fuente: Feria virtual, 2019

2.2.8 Cortadora de plasma

El corte por plasma utiliza chorros de gas de alta temperatura y alta velocidad en la boquilla para ionizar y formar conductores eléctricos. Cuando pasa la corriente, el gas conductor forma un arco de plasma a alta temperatura. El calor del arco derrite (y evapora) localmente el metal en la incisión de la pieza de trabajo y usa el poder del flujo de plasma de alta velocidad para eliminar el metal fundido y formar una incisión. (HUAFEI, 2020)

Entre sus ventajas son:

Posee una velocidad de corte rápida y alta eficiencia, y la velocidad de corte puede alcanzar más de 10 m / min, la precisión del corte por plasma fino puede alcanzar el límite inferior del corte por láser, el costo de uso y mantenimiento por plasma es bajo. (HUAFEI, 2020)

Sus desventajas son:

Al cortar placas gruesas, el corte tiene forma de V, si el espesor del metal es inferior a 5 mm provocará una deformación relativamente grande durante el corte, produce ruido durante el corte, polvo, gases nocivos y contaminación del arco, lo que afectará el entorno de trabajo. (HUAFEI, 2020)

A continuación, en la figura 4-2 se observa la máquina de corte por plasma.

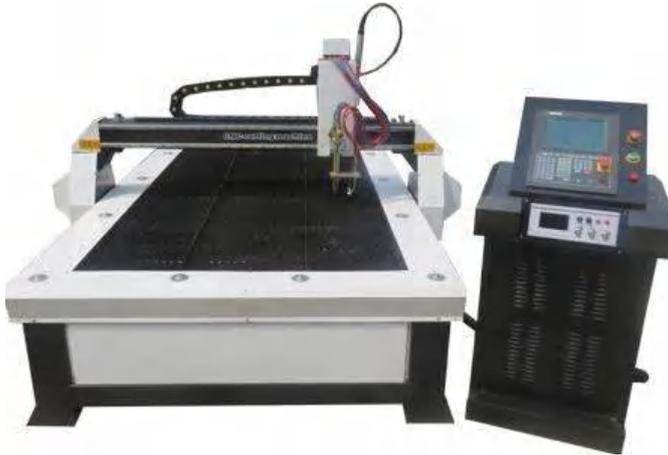


Figura 4-2. Cortadora por plasma

Fuente: Ofil, 2017

2.2.9 Cortadoras Convencionales

Las cortadoras convencionales constan de un disco de corte como se observa en la figura 4-3. Además, por lo general son de uso manual y se emplean en el sector metalmecánico.



Figura 5-2. Cortadora convencional

Fuente: Ferrepat, 2018.

Ventajas de la cortadora convencional:

Este tipo de cortadoras no necesitan de mucho espacio, son de fácil manipulación y traslado, cortan materiales ferrosos y no ferrosos.

Desventajas de la máquina.

No posee alta producción en serie, no tiene un sistema de lubricación.

2.2.10 Cortadoras metalográficas

Existen un sin número de máquinas cortadoras metalográficas, debido a la gran cantidad de fabricantes de las mismas, teniendo en consideración que este proceso se lo tiene en países desarrollados. Por lo general una de las empresa o marcas reconocidas en este tipo de máquinas es STRUERS, mismas que poseen una amplia gama en cuanto a estos equipos.

A continuación, se detallarán características técnicas de uno de sus equipos como en este caso es la DISCOTOM-100, como se observa en la figura 6-2.



Figura 6-2. Discotom-100

Fuente: Struers, 2016

Dicho equipo posee las siguientes características técnicas.

- Mayor versatilidad y productividad en una única máquina de corte
- OptiFeed (Control de alimentación inteligente)
- AxioWash (Limpieza automática)

- ExciCut para materiales muy duros
- MultiCut (Corte en serie - realización de varios cortes)
- Base de datos de métodos
- Base de datos de discos de corte
- Amplias, versátiles y fáciles de usar (STRUERS, 2016)

2.2.11 Materiales ferrosos y no ferrosos

A continuación, se detallarán los materiales ferrosos y no ferrosos con la finalidad de notar sus diferencias físicas y mecánicas.

2.2.12 Materiales ferrosos

Son aquellos que su principal componente es el hierro, teniendo en cuenta que es denso, fuerte cuando se mezcla con carbono, abundante y fácil de refinar, altamente susceptible a la corrosión y magnético. (FOUNDRY, 2018)

Sin embargo, en este grupo también se encuentran las aleaciones como por ejemplo el hierro fundido. Además, se debe tener en cuenta que los materiales ferrosos se clasifican según el porcentaje de carbono que contienen en su estructura, estos pueden ser;

- Hierro, cuando el porcentaje de carbono es menor al 0.02%
- Acero, cuando el porcentaje de carbono está entre el 0.02% y el 2%
- Fundición, cuando el porcentaje de carbono está entre el 2% y el 6%

Es un metal de transición con características muy particulares, es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre. En la figura 5-3, se observa los materiales ferrosos y sus aleaciones, mismas que son empleadas en el campo industrial para diversas aplicaciones.



Figura 7-2. Materiales ferrosos y aleaciones

Fuente: Impacto Tecnológico, 2018.

2.2.13 Materiales no ferrosos

Son materiales que en su estructura molecular no le tienen al hierro como componente, por lo que su utilización no es tan masiva como los productos férreos, pero tienen una gran importancia en la fabricación de productos que necesiten poseer bajo peso y resistencia a la corrosión.

Las características principales de los materiales no ferrosos son, la alta conductividad eléctrica y térmica, son blandos de gran maleabilidad y altamente resistentes a la corrosión.

De acuerdo a su densidad, los materiales no ferrosos se pueden clasificar como se observa en la tabla 1-2.

Tabla 1-2. Clasificación de los materiales no ferrosos

Tipo	Características	Ejemplo de metal no férreo
Pesados	Su densidad es igual o mayor de 5kg/dm ³ .	Estaño, cobre, cinc, plomo, cromo, níquel, wolframio y cobalto.
Ligeros	Su densidad está comprendida entre 2 y 5kg/dm ³ .	Aluminio y titanio.
Ultraligeros	Su densidad es menor de 2kg/dm ³	Magnesio y berilio.

Fuente: (ESUCOMEX, 2017)

En la figura 7-2, se observan los materiales no ferrosos que son empleados en la parte industrial y comerciales en el país.



Figura 8-2. Materiales no ferrosos

Fuente: García H. ,2014.

2.2.14 Diagrama de hierro carbono

La figura 9-2, muestra el diagrama de hierro carbono, el cual es de utilidad para reconocer a los diferentes materiales mencionados anteriormente, debido a que es importante en el instante de hacer las pruebas metalográficas, para incluso saber si el material fue sometido a algún tipo de tratamiento térmico.

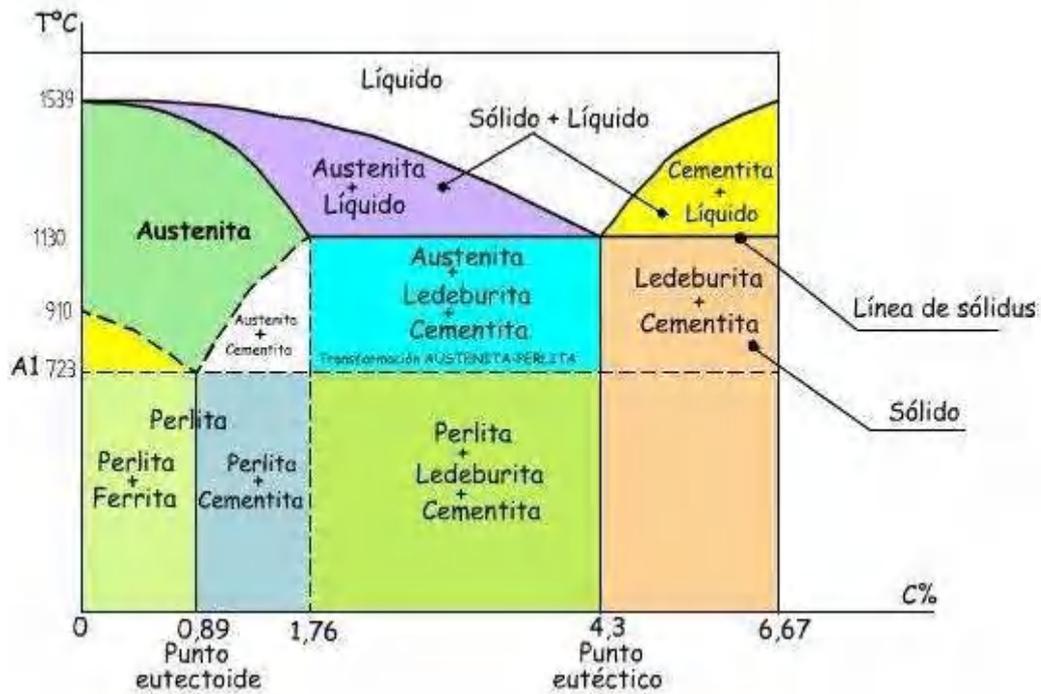


Figura 9-2. Diagrama de hierro carbono

Fuente: Torre Fabiana, 2013.

2.2.15 Elementos de control de una máquina

A continuación, se hablarán sobre los elementos de control que por lo general poseen las máquinas para un funcionamiento automático, entre estos están los servomotores, servo-drive y PLC.

2.2.16 Servomotores

El servomotor industrial es un accionador físico eléctrico que sirve para controlar con precisión la posición y la velocidad del eje de movimiento, con ventajas de alto torque de momento de fuerza, que permite el control de procesos muy fino y con ventajas como cambio de ciclos de posicionamiento por programación de PLCs o sistemas de posicionamiento dedicado, los servomotores eléctricos son DC o AC, los servo motores de última generación son AC a 220 VAC o 380VAC. (TechDesign, 2016)

Los servomotores tienen integrado al eje un encoder digital que puede ser Absoluto o Incremental, que sirve de retro alimentación para el lazo PID de control del servo drive. (TechDesign, 2016)
En la figura 10-2, se observa a un servomotor industrial.



Figura 10-2. Servomotor

Fuente: (TechDesign, 2016)

2.2.17 Características de los servomotores

Los servomotores son ahorradores de energía eléctrica comparado con los motores de pasos o los motores AC de tres fases (jaula de ardilla), ya que solo consumen energía cuando lo requiere el sistema. (TechDesign, 2016)

Los servomotores logran tiempos de respuesta muy cortos por lo que son ideales para procesos o máquinas donde las aceleraciones y desaceleraciones son muy grandes, normalmente logran un control con hasta 300% del torque nominal instantáneo, estas características reemplazan los sistemas mecánicos de freno y embrague.

Los servomotores no tienen elementos de desgaste como sucede con los motores de corriente continua o motores con escobillas, por lo que tienen una larga vida útil, además son construidos con rodamientos de larga duración, que son libres de mantenimiento, siempre que la instalación sea realizada bajo las condiciones de temperatura, vibración, ubicación, etc. que recomienda el fabricante. (TechDesign, 2016)

2.2.17.1 Aplicaciones de los servomotores

Los encoder absolutos que tienen algunos modelos de servomotores sirven para aplicaciones donde se requiere saber en todo momento la posición absoluta del servomotor como por ejemplo en máquinas CNC de altas prestaciones y varios ejes de control, para evitar la búsqueda de la posición cero (Home position) cada vez que se vaya la energía eléctrica o exista una condición de

falla. También en aplicaciones industriales donde es muy importante mantener siempre una posición absoluta como por ejemplo en los brazos robot industriales, cortadoras, etc. (TechDesign, 2016)

2.2.18 Servodrive

Son los encargados de controlar al servomotor, en cuanto a parámetros de velocidad, posición y torque, ya que en este dispositivo se deben configurar dichos datos para el funcionamiento correcto en el instante que esté conectado al servomotor.

La figura 11-2, muestra el drive de un servomotor industrial.



Figura 11-2. Servodrive

Fuente: (KINCO, 2017)

2.2.19 PLC

Es conocido como autómata programable es básicamente una computadora industrial la cual procesa todos los datos de una máquina como pueden ser sensores, botones, temporizadores y cualquier señal de entrada. Para posteriormente controlar los actuadores como pistones, motores, válvulas, etc...y así poder controlar cualquier proceso industrial de manera automática, en la figura 12-2 se observa a un PLC. (Mecafenix, 2018)



Figura 12-2. PLC

Fuente: (Mecafenix, 2018)

Además, se debe tener en cuenta que el PLC para su programación lo hace mediante el lenguaje de programación ladder como se observa en la figura 13-2.

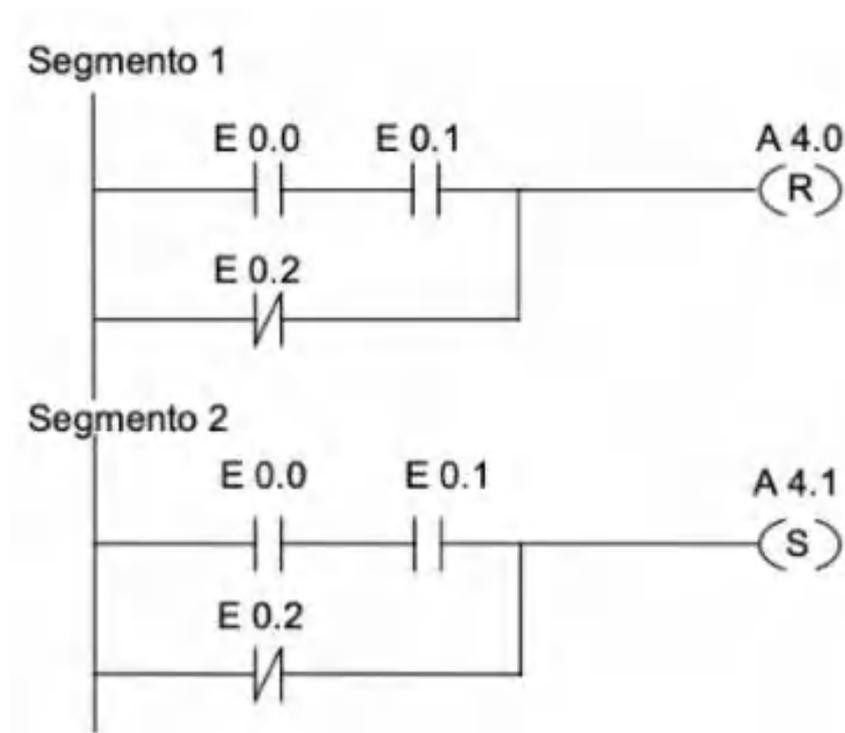


Figura 13-2. Diagrama Ladder o escalera

Fuente: (Brunete A, 2020)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Introducción

El presente proyecto técnico está basado en la investigación bibliográfica y de campo por lo que nos permitirá analizar una posible máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos para el proceso metalográfico de los mismos.

Además, la implementación de la máquina está basada en mejoramiento del tiempo, calidad de corte y seguridad de los estudiantes al momento de hacer las probetas metalográficas en el laboratorio.

3.2. Alternativa de solución

De acuerdo a la investigación bibliográfica mencionada anteriormente existen diversas máquinas para realizar el corte de materiales ferrosos y no ferrosos, pero también existen exclusivamente para realizar la metalografía del material, lo que conllevaría hacer una comparación entre un equipo manual y un automático.

A continuación, en la tabla 1-3 mediante una ponderación del 1 al 5 siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo se hará la selección de la mejor máquina para el proceso metalográfico.

Tabla 1-3. Selección máquinas metalográficas

Selección de máquinas metalográficas						
Máquina	Características					
	Velocidad de corte	Precisión de corte	Seguridad	Tiempo de corte	Costos bajos del proceso	Total
Manual	4	3	2	3	5	17
Automática	5	5	5	5	3	23

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la tabla 1-3, se observa que la mejor alternativa para realizar las probetas metalográficas en los materiales es una automática ya que tiene una ponderación de 23 en comparación con la manual, debido a sus características como velocidad, precisión de corte y seguridad de los operadores.

3.3. Materiales a ser cortados para las probetas.

Como se detalló en el anterior capítulo los materiales a ser cortados con la máquina metalográfica serán ferrosos y no ferrosos, los mismos que serán analizados su microestructura real.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la superficie de la probeta tiene que ser totalmente plana, lo que significa que al momento de realizar el corte tendrá que ser lo más recto, para así ayudar al proceso de lijado con la finalidad de obtener una cara lisa y proceder al siguiente paso que es el análisis mediante un microscopio, para verificar los resultados reales.

3.4. Proceso de preparación de la probeta

Para realizar el proceso de preparación de la probeta se debe seguir una serie de pasos los cuales son los siguientes:

3.5. Corte de probeta

Este es el paso más importante al momento de realizar la probeta para el análisis metalográfico, ya que en el instante de hacer el corte este debe ser lo más recto y uniforme, también no deberá poseer un exceso de calor ya que la microestructura del material se modificaría lo que nos produciría fallas al instante de analizarlo, por lo que es recomendable usar refrigeración, para mantener al material en las mejores condiciones para realizar las pruebas.

Sin embargo, si después del corte las probetas llegan a quedar con deformaciones estos producirían pérdida de tiempo en el siguiente proceso que es el de desbaste y pulido para obtener una cara plana.

En la figura 1-3, se observa el corte de una probeta para realizar el análisis metalográfico.



Figura 1-3. Corte probeta

Fuente: (Metalinspec, 2019)

3.6. Montaje de la probeta

Este paso es un proceso opcional, consiste en montar la probeta en una pastilla de materiales termo endurecibles, estas pueden ser resinas termoplásticas. Esto permite dar una mejor sujeción a la probeta debido a que muchas veces las probetas metalográficas poseen tamaños muy reducidos y formas de difícil sujeción para su respectivo desbaste. (Guamán G y Gavilanes J, 2021)



Figura 2-3. Montaje de la probeta

Fuente: (Guamán G y Gavilanes J, 2021)

3.7. Desbaste, lijado y pulido

El lijado y pulido es la parte de la preparación de la muestra que nos permite tener una superficie lo suficientemente lisa como para hacer el análisis microscópico o de dureza. (NEURTEK, 2018)

Para el lijado, tradicionalmente se han usado las lijas de carburo de silicio (en base papel o adhesivos) aunque cada vez se usan más lijas de diamante que se han popularizado para utilizarlas en las lijadoras automáticas con cabezal para la preparación de muestras en presión individual o central. (NEURTEK, 2018)

Para el pulido de muestras, se han ido incorporando nuevos paños duros que admite conseguir una fantástica planitud de la muestra en el pre pulido con diamante de 9 o 6 micras. El pulido final con diamante de 3 o 1 micra se realiza con paños textiles. (NEURTEK, 2018)

En la figura 3-3, se observa el proceso de desbaste hasta el de lijado teniendo en consideración que se debe hacer uso de un material abrasivo.

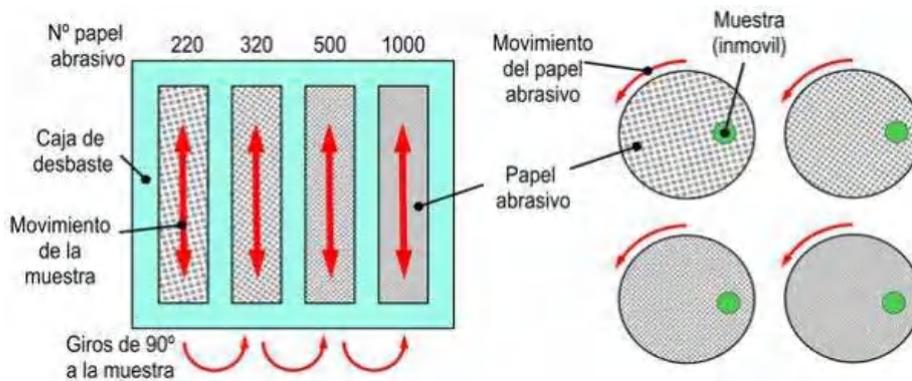


Figura 3-3. Desbaste, lijado y pulido de probeta

Fuente: (Derematerialia, 2019)

3.8. Examen microscópico y análisis

Se requiere de un microscopio invertido para el análisis de la muestra, debido a la opacidad de los metales y aleaciones, opera con la luz reflejada del metal. Para poder observar la muestra es necesario preparar una probeta y pulir la superficie a espejo.

A estos microscopios se recomienda incorporar una cámara digital de gran calidad y refresco de imagen con un software fácil de manejar. (NEURTEK, 2018)

A continuación, en la figura 4-3 se observa uno de los mejores microscopios para realizar el análisis de resultados de una metalografía de manera eficiente.



Figura 4-3. Examen Microscópico y Análisis

Fuente: (Microscopio, 2020)

3.9. Diseño y construcción

En este literal se detallarán los elementos que poseerá la máquina seleccionada en la tabla 1-3, misma que es automática, con la finalidad de mejorar el proceso, la calidad de corte y salvaguardar la integridad de los operadores que en este caso son los estudiantes.

3.10. Selección del disco de corte

El disco de corte para una máquina metalográfica como característica principal es que este debe soportar lubricación, ya que la probeta tiene que estar fría para que su estructura molecular no varíe.

Por lo tanto, se realizó un análisis comparativo entre dos marcas diferentes de discos abrasivos existentes en el país, por lo que se realizará una ponderación del 1 al 5, siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo, como se observa en la tabla 2-3.

Tabla 2-3. Discos abrasivos

Características de discos abrasivos						
Disco	Características y aplicaciones					
	Vibraciones reducidas	Rendimiento y rapidez	Corte de materiales ferrosos y no ferrosos	Corte con lubricación	Costos económicos	Total
ABRACOL	4	5	5	2	5	21
PFERD	5	5	5	4	4	23

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la tabla 2-3, se observa que el mejor disco abrasivo es el de la marca PFERD, ya que tiene un total de 23 en cuanto al de ABRACOL. Además, cumple con el parámetro principal que es soportar lubricación en el instante del corte de la probeta que se emplean en la metalografía de los materiales ferrosos y no ferrosos.

En la figura 5-3, se observa el disco seleccionado con sus respectivas descripciones que hay que tener como referencia.



Figura 5-3. Disco de corte

Fuente: (PFERD, 2021)

3.11. Selección del motor eléctrico

La selección del motor eléctrico se lo realizará en base al disco de corte que se encuentra en el mercado nacional el cual es de la marca PFERD, en la figura 6-3, se observa las características de dicho corte.



Figura 6-3. Características del disco de corte

Fuente: (PFERD, 2021)

3.12. Cálculo de la velocidad del motor

Mediante la siguiente ecuación se calculará la velocidad que debe tener el motor eléctrico para que corte, según las especificaciones técnicas de la figura 6-3.

$$n = \frac{V_c * 60000}{D * \pi}$$

Ecuación 1-3. Velocidad de giro

Fuente: (COROIMPORT, 2018)

Donde:

V_c = Velocidad de corte, (m/s).

D = Diámetro de la herramienta, (mm).

n = Velocidad de giro, (rpm).

Reemplazando los valores de la ecuación 1-3, se obtiene:

$$\begin{aligned} n &= \frac{V_c * 60000}{D * \pi} \\ n &= \frac{(80 \frac{m}{s}) * 60000}{(180 \text{ mm}) * \pi} \\ n &= 8488.26 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Mediante la ecuación 2-3, se calculará la velocidad lineal.

$$v = \omega * r$$

Donde:

v = Velocidad lineal, (m/s).

ω = Velocidad angular, (rpm).

r = Radio, (mm).

Reemplazando la ecuación 2-3, se obtiene el siguiente valor de la velocidad lineal que se ejerce en el disco de corte.

$$v = \omega * r$$

Ecuación 2-3. Velocidad angular

$$v = (8488.26 \text{ rpm}) * \left(\frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ seg}}\right) * (0.090 \text{ mm})$$

$$v = 79.99 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, aplicando la ecuación 3-3, nos permitirá determinar la fuerza centrípeta que ejerce el disco al instante de su trabajo.

$$F = \frac{m * v^2}{r}$$

Ecuación 3-3. Fuerza centrípeta

$$F = \frac{(0.23 \text{ Kg}) * (79.99 \text{ m/s})^2}{0.090 \text{ m}}$$

$$F = 16351.4 \text{ N}$$

$$F = 16.351 \text{ KN}$$

A continuación, se determinará el torque requerido en el eje poseedor del disco de corte, por lo que utilizará la ecuación 4-3.

$$T = F * R$$

Ecuación 4-3. Cálculo de torque

Reemplazando la ecuación anterior se determinará el valor del torque.

$$T = F * R$$

$$T = (0.23 + 0.48) \text{ Kg} * (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * (0.020)$$

$$T = 0.14 \text{ Nm}$$

Mediante los cálculos realizados que se producen en el disco al instante de ejercer el trabajo, se procederá a seleccionar mediante un catálogo el motor trifásico, como se observa en el ANEXO II.

Además, para obtener la velocidad que nos solicita el disco, se hará uso de una transmisión de poleas, misma que será calculada mediante la siguiente ecuación.

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Ecuación 5-3. Relación de velocidad de poleas

Fuente: (Granada, 2013)

Donde:

N1 = Velocidad del giro del eje motriz, (rpm).

N2 = Velocidad de giro del eje conducido, (rpm).

D1 = Diámetro de la polea motriz, (mm).

D2 = Diámetro de la polea conducida, (mm).

Reemplazando la ecuación 5-3, se obtiene que la polea conducida para generar dicha velocidad mencionada será la siguiente.

$$D2 = \frac{N1 * D1}{N2}$$

$$D2 = \frac{(3440 \text{ rpm}) * (115.50 \text{ mm})}{8000 \text{ rpm}}$$

$$D2 = 49.66 \text{ mm}$$

3.13. Diseño del eje

Se realizará el diseño donde va alojado el disco de corte, con la finalidad que este no entre en fallo al momento de trabajar, ya que este soportara elevadas velocidades.

Requerimientos para la selección de material del eje

Para seleccionar el material adecuado del eje que soporta el disco de corte se debe tener en cuenta parámetros como:

- Ser mecanizable.
- Resistencia a torsión.
- Ser intercambiable, cuando exista desgaste.
- Soportar carga.

Por lo tanto, de acuerdo a los parámetros mencionados el material que poseerá el eje será de AISI 4340, cumpliendo todos los requisitos mencionados anteriormente.

Dimensionamiento del eje portador del disco abrasivo

Mediante la ayuda del diagrama de cuerpo libre se determinará el dimensionamiento del eje donde se alojará el disco, como se observa en la figura 7-3.

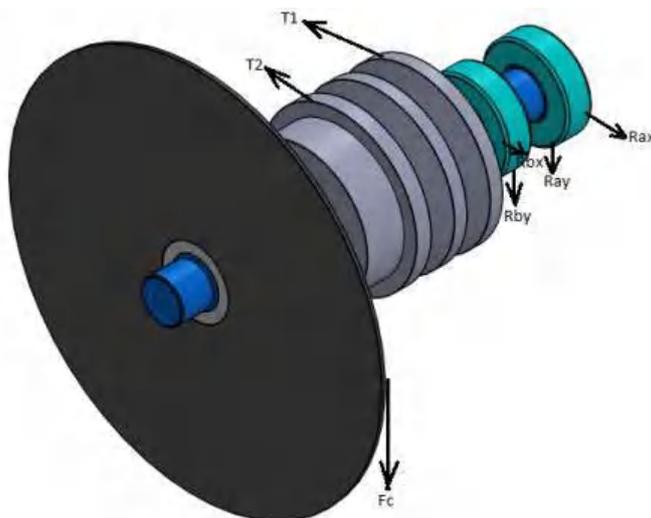


Figura 7-3. Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Aplicando la ecuación 6-3, se llegará a determinar el dimensionamiento del eje donde va a estar alojado el disco de corte como se observa en la figura 7-3.

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 * n}{\pi} \sqrt{\left(\frac{T}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M}{S_e}\right)^2}}$$

Ecuación 6-3. Cálculo del diámetro del eje

Fuente: (Bavaresco G, 2017)

Dónde:

d_{min} = diámetro mínimo del eje; (mm)

M = momento flector máximo; (Nm)

S_y = resistencia de fluencia; (MPa)

S_e = resistencia a la fatiga

3.14. Cálculo y selección del servomotor

La máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos además de poseer un motor trifásico jaula de ardilla en los diales deberá tener un motor que nos permita controlarlo para realizar el respectivo corte a las probetas para el análisis metalográfico.

3.15. Selección del motor programable

Actualmente, se tiene en consideración que existen diversos motores programables en la industria como en este caso son los servomotores y los a pasos, para lo cual al momento de su selección se los validaran mediante una ponderación, siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo.

A continuación, en la tabla 3-3 se detallarán las diferentes características de dichos motores mencionados anteriormente.

Tabla 3-3. Motores programables, características

Motores programables					
Motor	Características				
	Fácil controlar	Torques elevados	Control de posición y velocidad	Costos bajos	Total
A pasos	5	3	4	5	17
Servomotor	5	5	5	4	19

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Como se observa en la tabla 3-3, el mejor motor para este tipo de máquinas metalográficas son los servomotores teniendo una ponderación de 19, debido a sus características, especialmente al control de posición, velocidad y torque elevado.

3.16. Cálculo del servomotor

Mediante la siguiente ecuación, se procederá a realizar el cálculo del torque y potencia que debe poseer el motor al momento de su funcionamiento.

$$T_{servo} = F * R$$

Ecuación 7-3. Torque del servomotor

Donde:

T_{servo} = torque del servomotor; Nm.

F = fuerza; N.

R = radio del eje; m

Reemplazando los datos a la ecuación anterior tendremos como resultados los siguientes.

$$T_{servo} = F * R$$

$$T_{servo} = (16.31 \text{ Kg}) * (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * (0.010 \text{ m})$$

$$T_{servo} = 1.59 \text{ Nm}$$

En el Anexo III, se observará el dato de placa correspondiente al servomotor calculado, para verificar su correcta selección.

3.17. Selección del material para los diales del eje X y

Para seleccionar el material adecuado de los diales de la máquina, se deberán analizar los siguientes parámetros como:

- Ser mecanizable.
- Resistencia a torsión.
- Ser intercambiable, cuando exista desgaste.
- Soportar carga.
- Ser comerciales en el sector local.

Por lo tanto, de acuerdo a los parámetros mencionados el material que poseerá el eje será el AISI 1045, cumpliendo todos los requisitos mencionados anteriormente.

3.18. Cálculo y selección de la bomba

Para la selección de la bomba se realizará el cálculo respectivo haciendo uso de la siguiente fórmula.

$$V = A * H$$

Ecuación 8-3. Cálculo del volumen del reservorio

Donde:

V = volumen; m^3

A = área; m^2

H = altura; m

Reemplazando los datos del reservorio del refrigerante tenemos como resultado lo siguiente.

$$V = A * H$$

$$V = (0.360 * 0.328 * 0.280)m$$

$$V = 0.033 m^3$$

Además, mediante la siguiente ecuación se determinará la potencia requerida de la bomba.

$$P_{bomba} = \frac{\rho * g * Q * H}{367 * n}$$

Ecuación 9-3. Potencia de la bomba centrífuga

Fuente: (Carrizo Luz, 2018)

Donde:

$\rho = \text{densidad del agua}; \frac{Kg}{m^3}$

$g = \text{gravedad}; \frac{m}{s^2}$

$Q = \text{caudal}; \frac{m^3}{h}$

H = altura; m

n = rendimiento de la bomba

A continuación, se reemplazarán los valores para determinar la potencia requerida de la bomba para la máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos.

$$P_{bomba} = \frac{\rho * g * Q * H}{367 * n}$$

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

$$Q = \frac{0.033 m^3}{5 seg}$$

$$Q = 6.6 \times 10^{-3} \frac{m^3}{seg}$$

$$P_{bomba} = \frac{(1000 \frac{Kg}{m^3}) * (9.8 \frac{m}{s^2}) (6.6 \times 10^{-3} \frac{m^3}{seg}) * (1.251m)}{367 * (0.98)}$$

$$P_{bomba} = 224.97 \text{ Watt}$$

En el Anexo IV, de encontrarán los datos técnicos de la bomba usada en este proyecto.

3.19. Descripción de la máquina diseñada

La figura 8-3, muestra la composición de la máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos para realizar las probetas metalográficas.

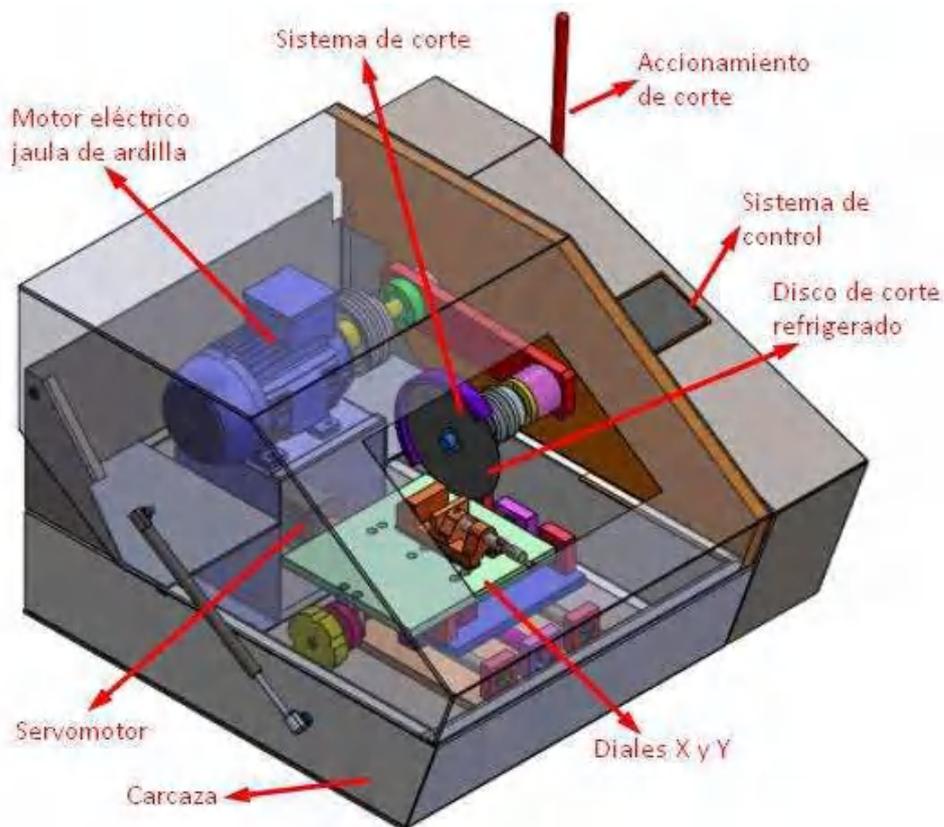


Figura 8-3. Cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la figura 8-3, se observan los sistemas y componentes que dicha máquina posee, con la finalidad de trabajar de manera eficiente al instante de realizar el corte de las probetas para el análisis de metalografía.

A continuación, se detallará el funcionamiento de la máquina cortadora.

3.20. Diales X y

Son los encargados de posicionar la pieza a cortar, de la manera que requiera el operador, teniendo en cuenta que posee de una herramienta de sujeción que en este caso es una entenalla.

3.21. Sistema de corte

Consta de un disco de corte de 180 mm de diámetro exterior y 3.17 mm de espesor, siendo de la marca PFERD, el cual fue seleccionado por sus características como se los mencionaron en la tabla 2-3. Además, está colocado en un eje que posee dos rodamientos para su mejor centrado en el instante de trabajo.

3.22. Sistema de control

Es la parte en donde el operador deberá colocar los parámetros de velocidad y desplazamiento para que la máquina corte el material de la mejor manera, ya que tendrán que ser calculados por los mismos antes de ingresar los datos.

3.23. Accionamiento de corte

Consta de una palanca con la finalidad de poder mover el brazo de corte a la posición requerida por el operador.

Sistema de refrigeración

El disco estará sometido a un sistema de refrigeración, ya que es lo más recomendable para que el material no tenga variaciones en sus moléculas al instante de realizar el análisis metalográfico, por lo tanto, dicho proceso se accionará con una bomba centrífuga.

Motor eléctrico jaula de ardilla

La máquina poseerá un motor eléctrico, que será el encargado de accionar al disco de corte mediante un sistema de bandas tipo V.

Servomotor

Es un motor de carácter inteligente, ya que nos permitió realizar el control de posición y velocidad en el dial de corte, además teniendo en cuenta que es muy preciso al momento que se acciona.

Selección de los elementos de control

La máquina constará con la parte de control en la cual se encontrarán, un PLC, pantalla HMI, pulsadores y contactores, que serán los encargados de accionar al motor jaula de ardilla que se lo seleccionó anteriormente y a la bomba del refrigerante.

Selección del controlador lógico programable

Para dicho proyecto se realizará la selección de un PLC, ya que es la mejor alternativa de controlar una máquina, para tener mayor eficiencia al momento que realice el trabajo establecido.

A continuación, mediante el uso de ponderaciones, siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo, se realizará la selección del PLC.

Tabla 4-3. Selección del PLC

Selección del PLC						
PLC	Características					
	Interface fácil de usar	Comunicación	Lenguaje de programación ladder	Accesibilidad en el mercado	Costos bajos	Total
SIEMENS	5	4	5	5	3	22
ALLEN BRADLEY	4	4	5	4	3	20
MITSUBISHI	5	4	5	4	3	21
XINJE	4	5	5	4	4	22
KINCO	5	5	5	4	5	24

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la tabla 4-3, se observa que el PLC de mayor ponderación es el KINCO con un valor de 24, seguido por el XINJE y SIEMENS con 22.

De acuerdo a la tabla, para nuestra máquina en la parte de programación se hará uso del PLC KINCO por sus características mencionadas y su costo económico en la industria ecuatoriana.

Además, una de las características que posee dicho PLC es que posee un HMI incluido, por lo que se le conoce como pantalla PLC. En el Anexo V, se observarán los datos técnicos de dicho PLC seleccionado.

3.24. Programación en el KINCO

Como se observó en la tabla 4-3, el PLC en el que se realizará la programación para controlar la máquina es en el PLC KINCO, debido a sus características, teniendo en cuenta que en el equipo viene incorporado el HMI, como se observa en la figura 9-3.

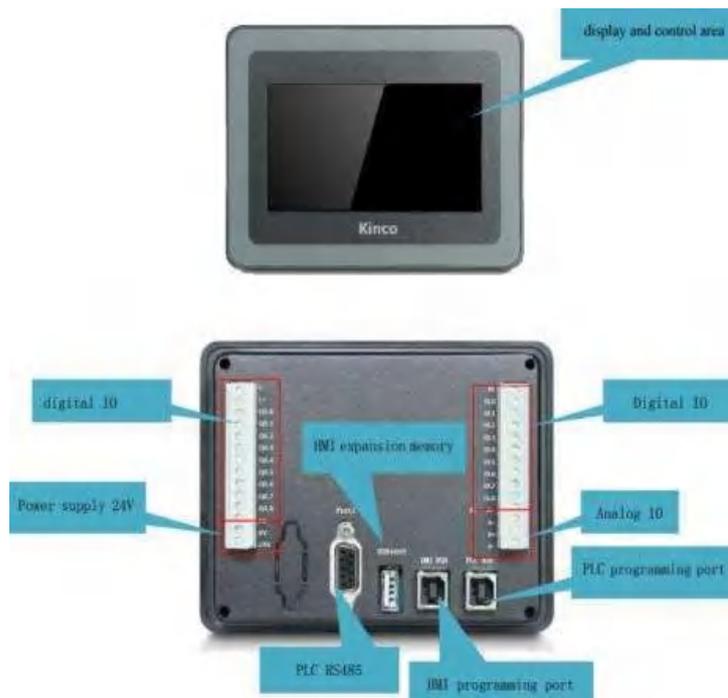


Figura 9-3. Pantalla PLC KINCO

Fuente: (IMSERVO, 2021)

3.25. Software de programación del PLC

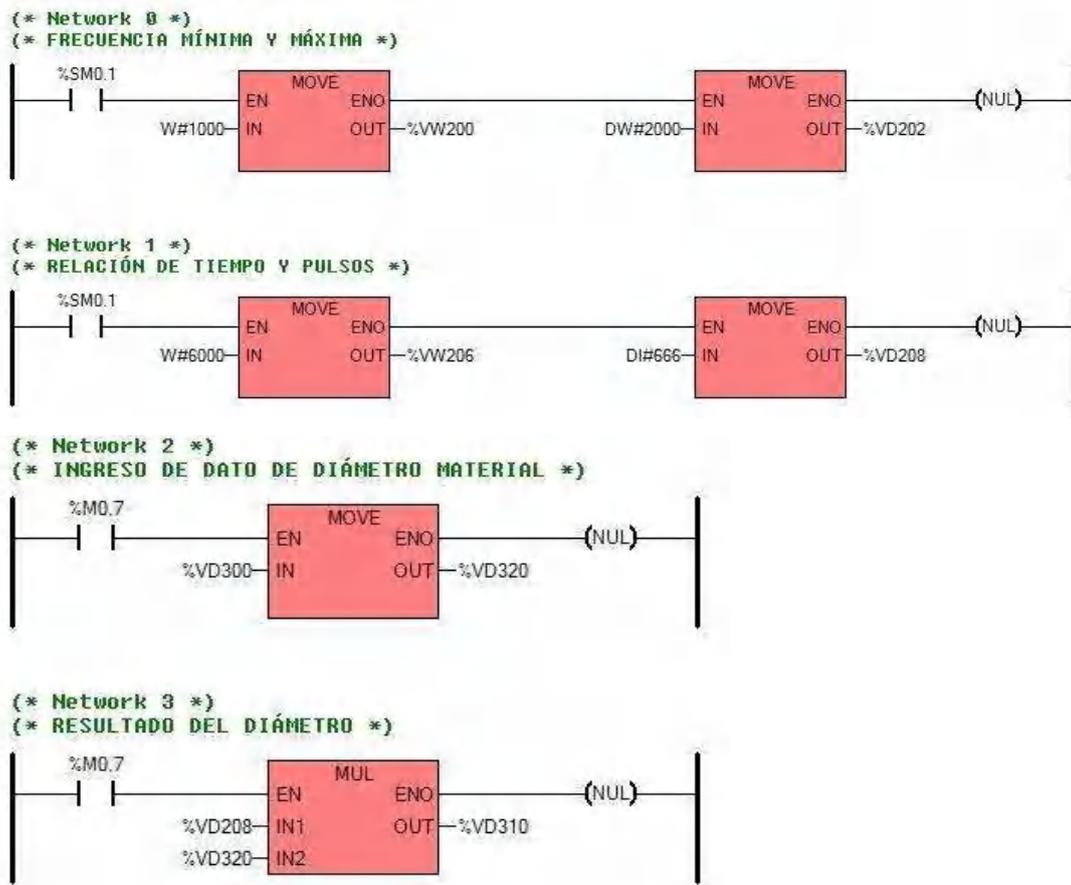
Para realizar la programación de dicho PLC, se hará uso del software Kinco Builder, siendo este el empleado para toda la gama de dicha marca existente en el campo industrial, como se observa en la figura 1-3.



Figura 10-3. Software KINCO.

Fuente: Kinco, 2021

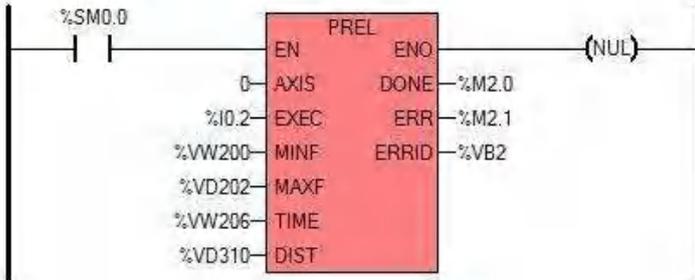
En la figura 11-3, se indica el programa para el control del servomotor, el cual se lo realizó en el software KINCO, haciendo uso del lenguaje ladder.



(* Network 4 *)
 (* INDICADOR *)



(* Network 5 *)



(* Network 6 *)
 (* SENTIDO HORARIO *)



(* Network 7 *)
 (* SENTIDO ANTIHORARIO *)



(* Network 8 *)
 (* BOMBA *)



(* Network 9 *)
 (* MOTOR CORTE *)



Figura 11-3. Programación para el control del servomotor

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

3.26. Comunicación del PLC y HMI

Para realizar la comunicación del PLC con el HMI, se hará uso del software Kinco HPBuilder, el cual nos permitirá ejecutar el entorno gráfico que poseerá nuestro programa.

Para lo cual se seguirán los siguientes pasos.

Instalación del puerto drive de comunicación

El HMI con el PLC proporcionan un puerto de comunicación USB, dicho puerto es compatible con las versiones 7, 8 y 10 de Windows ya que permiten tener una buena comunicación al momento de realizar la transferencia de datos.

Por lo tanto, para la instalación del drive USB se lo debe realizar siguiendo los siguientes pasos. Se desactivarán las firmas autorizadas del computador, con la finalidad acceder al sistema de manera correcta, como se observa en la figura 12-3.

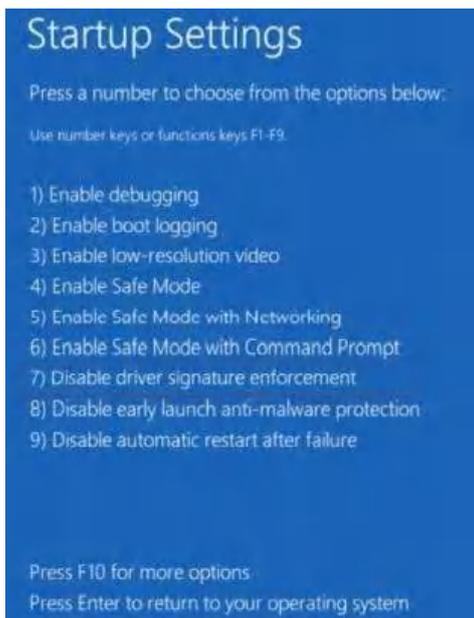


Figura 12-3. Desactivación de firmas autorizadas

Fuente: (KINCO, 2017)

Dirigirse administración de dispositivos y seleccionar otros dispositivos, para activar el drive USB para la comunicación, como se observa en la figura 13-3.

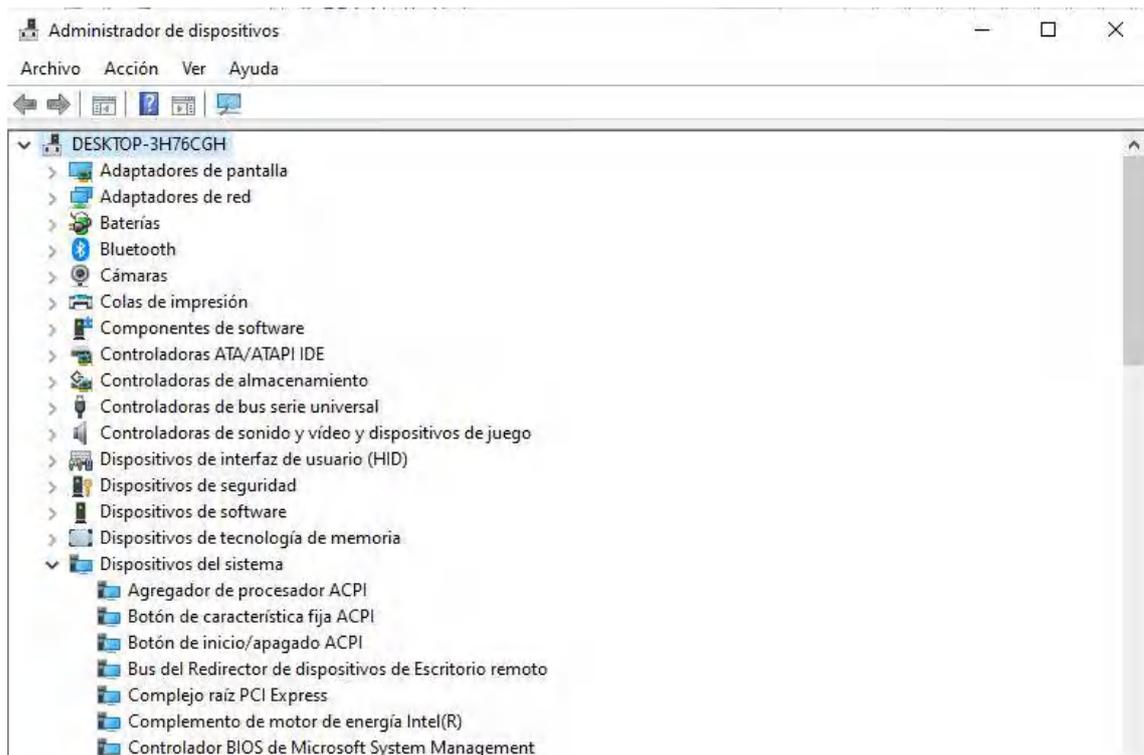


Figura 13-3. Administración de dispositivos

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la figura 14-3, se observa que se debe seleccionar STM32 y actualizar el software del drive, el cual lo hará de manera automática, teniendo en cuenta que el computador deberá estar conectado a la red.

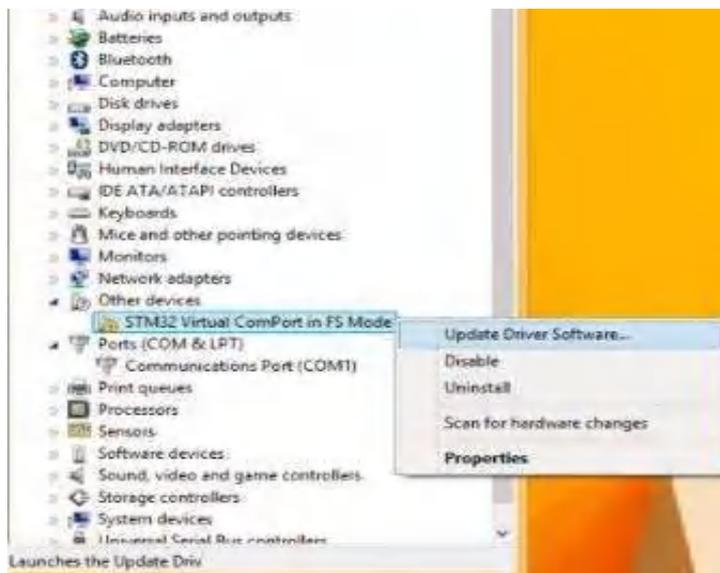


Figura 14-3. Actualización del software drive USB

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Sin embargo, en caso de que no se actualice por sí solo, se deberá buscar en que parte se encuentra ubicado el drive USB, como se observa en la figura 15-3.

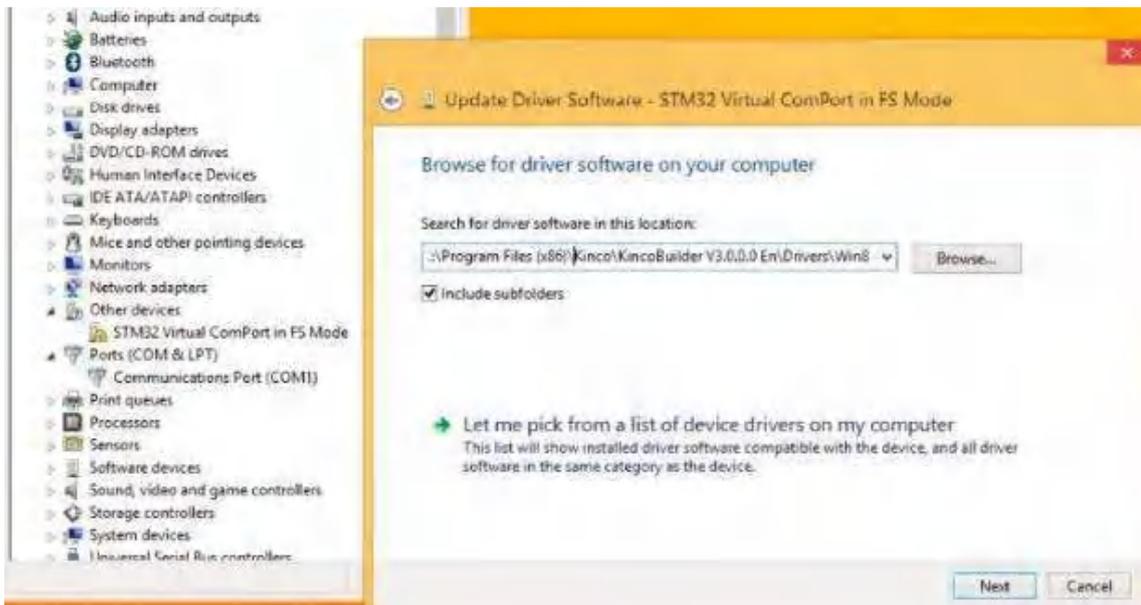


Figura 15-3. Dirección del drive USB

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Finalmente, en la figura 16-3 se observa que el drive se instaló de manera correcta y está listo para su funcionamiento.

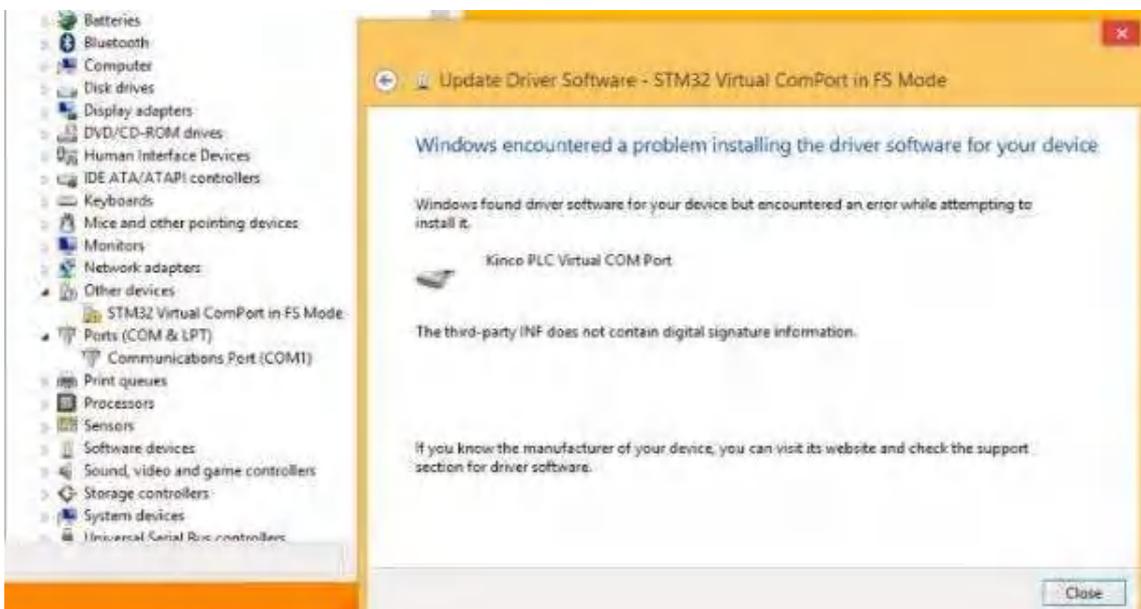


Figura 16-3. Drive instalado correctamente

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

3.27. Comunicación de hardware y software

En la figura 17-3, se indica la conexión virtual que se debe realizar para sincronizar el PLC con el HMI.

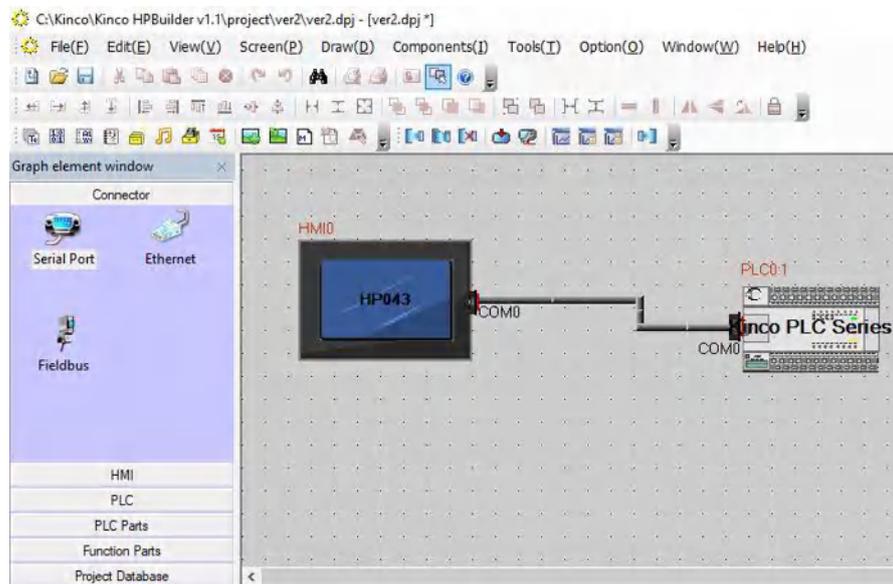


Figura 17-3. Conexión del PLC con el HMI

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

La figura 18-3, muestra la carátula respectiva que poseerá el HMI de la maquina cortadora de acero.



Figura 18-3. Carátula del HMI

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En la pantalla HMI de la figura 19-3, se observa que la interfaz gráfica para la máquina cortadora de aceros, esto va a depender del modelo seleccionado por el programador. Teniendo en cuenta que el entorno debe ser amigable para el operador.



Figura 19-3. Mando servomotor

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

3.28. Diagramas de conexión

A continuación, se analizará el cableado de conexión que poseerá dicha máquina tanto en la parte de control como en la de potencia.

Conexión en la parte de control

Se tiene en cuenta que el encargado de realizar el movimiento de la mesa será el servomotor de marca KINCO, para lo cual se deberá seguir el siguiente esquema de conexión.

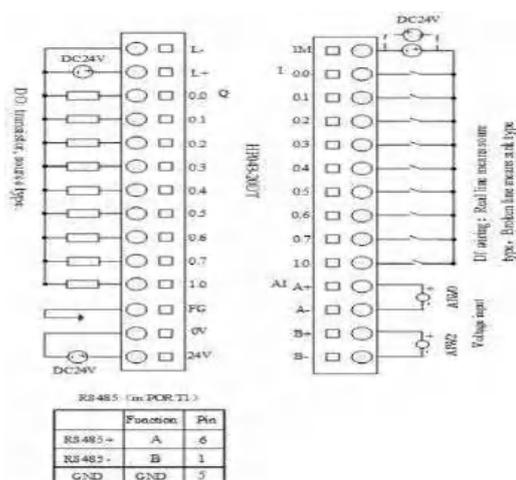


Figura 20-3. Esquema de conexión pantalla PLC KINCO

Fuente: (KINCO, 2017)

Sin embargo, se debe tener en cuenta que dicho PLC será comunicado con el servomotor por lo que se empleará el SERVODRIVE, este será conectado como se observa en la figura 21-3.

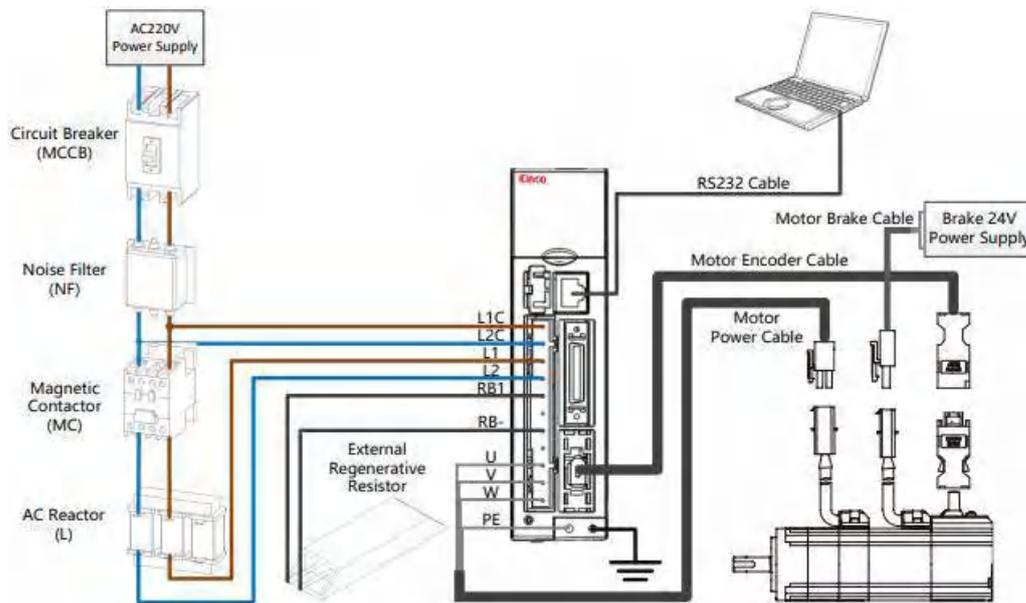


Figura 21-3. Conexión del SERVODRIVE con el Servomotor

Fuente: (KINCO, 2017)

La siguiente figura muestra el cableado de X4 con la función IO predeterminada, también la conexión PNP.

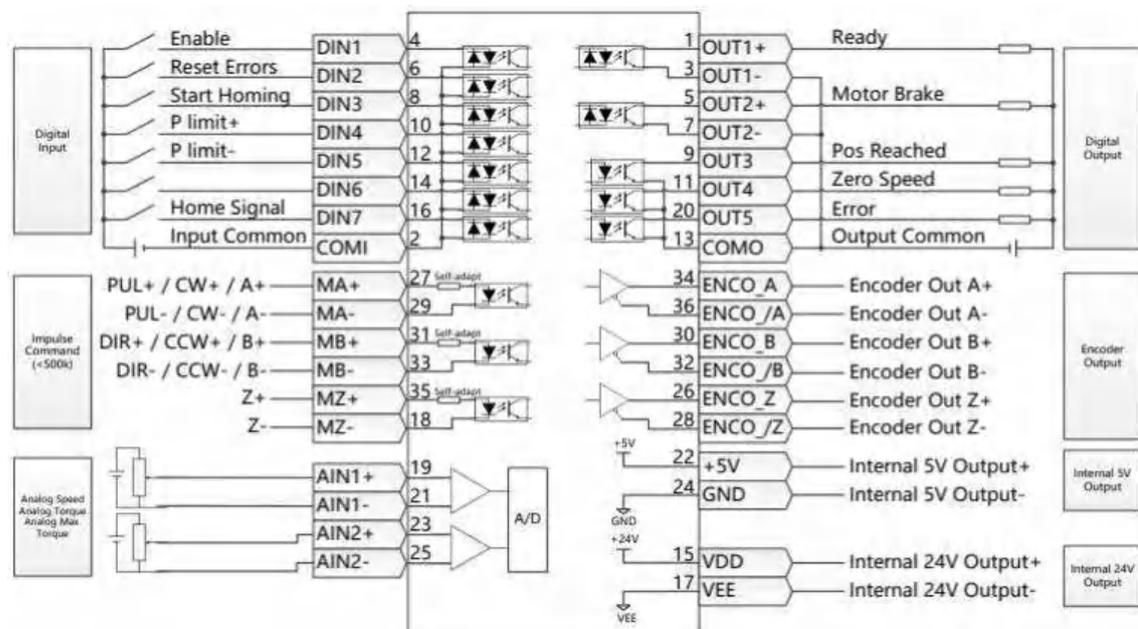


Figura 22-3. Cableado de funciones IO y PNP

Fuente: (KINCO, 2017)

A continuación, en la figura 23-3 se observa la configuración del conector X4 el cual permite entrelazar el SERVODRIVE con el Servomotor KINCO.

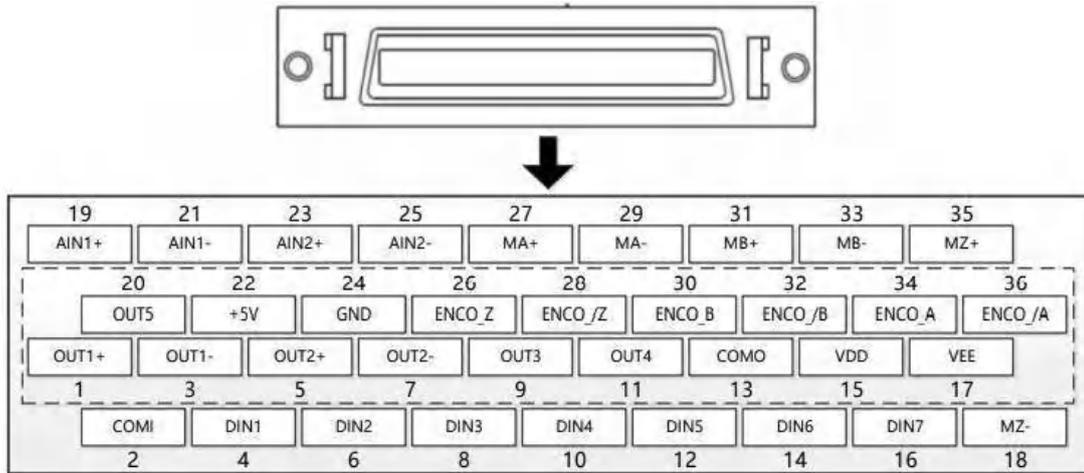
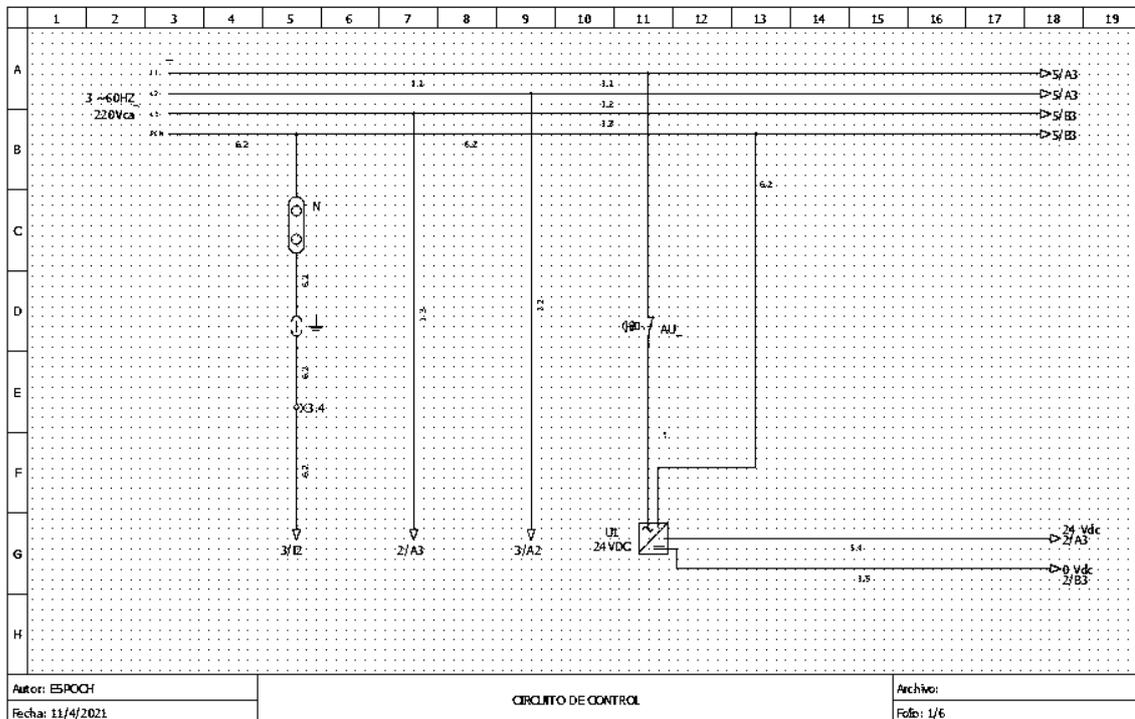


Figura 23-3. Configuración conectora X4

Fuente: (KINCO, 2017)

Mediante el software QElectroTech se realizó el diagrama de conexión de la parte de control y de fuerza el cual deberá seguirse al instante de la conexión física del tablero de control.

En la figura 24-3, se observa el diagrama de control de la máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos.



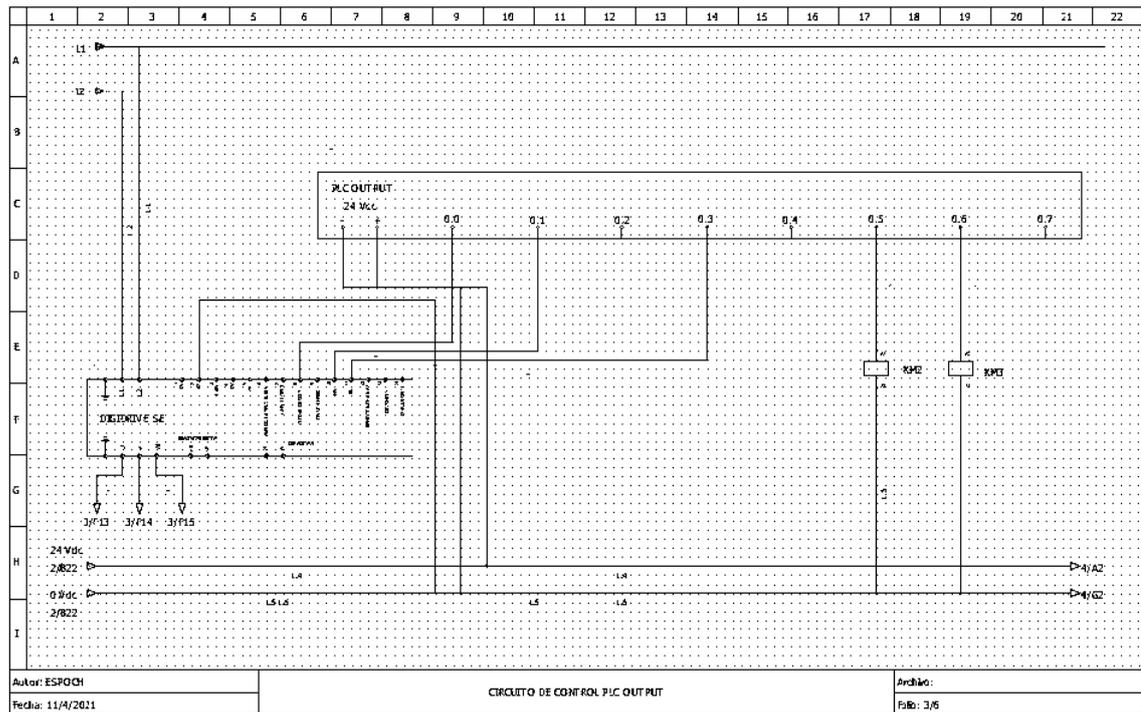
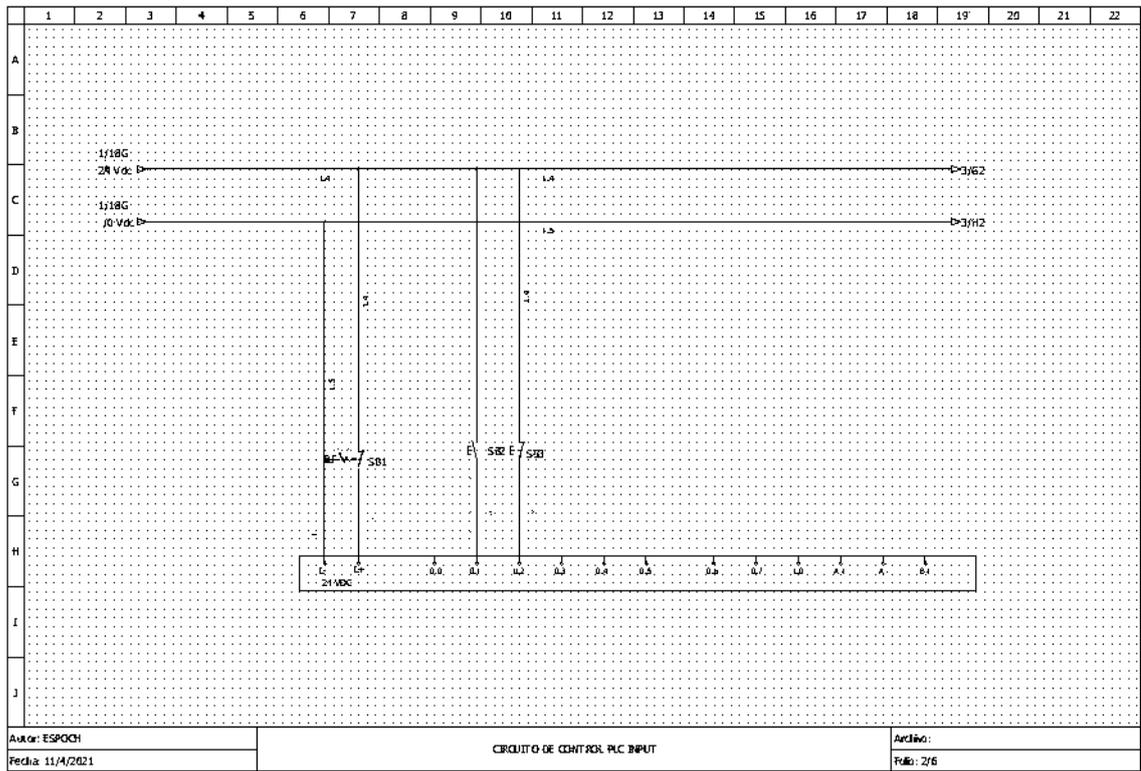


Figura 24-3. Diagrama de control

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

La figura 25-3, muestra el diagrama de potencia de la máquina cortadora de aceros ferrosos y no ferrosos.

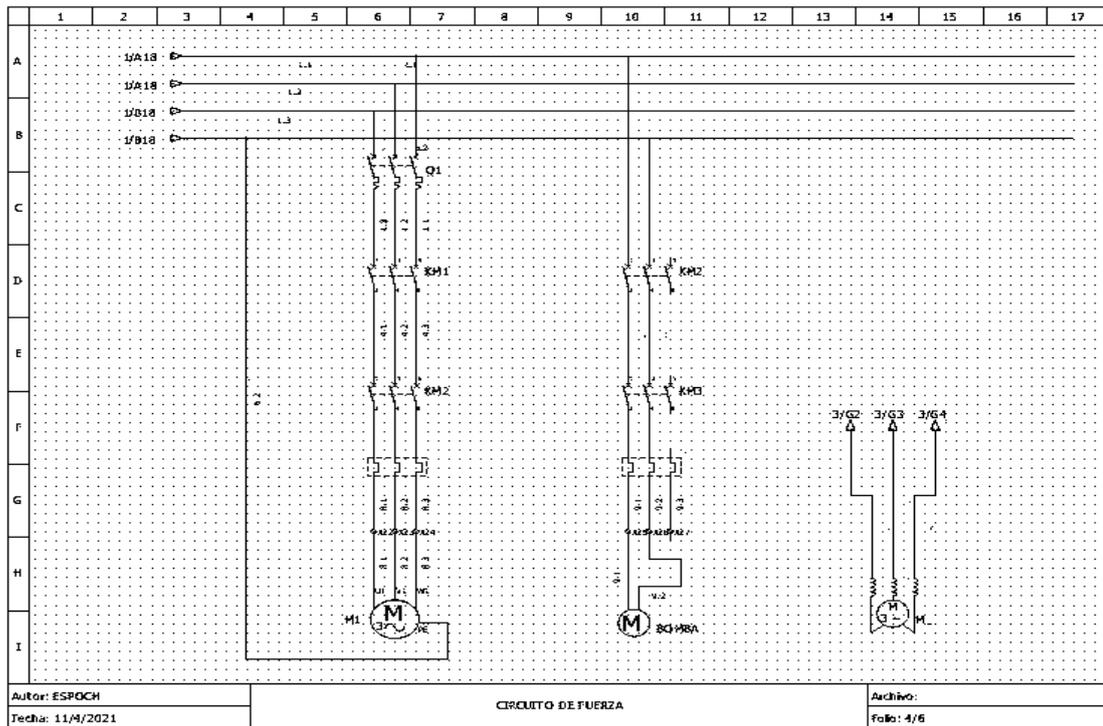


Figura 25-3. Diagrama de potencia

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diseño de la máquina

En el presente capítulo se evaluará la parte de diseño, construcción y económica de la máquina, con la finalidad de analizar la fiabilidad de la misma en el instante de colocarla en el laboratorio de metalografía de la universidad.

De acuerdo a los planos que se observan en el Anexo VII, se procedió a construir la cortadora para materiales ferrosos y no ferrosos para el laboratorio de metalografía de la ESPOCH, como se observa en la figura 1-4.



Figura 1-4. Cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Además, para la parte de control y potencia se realizó en base al diagrama de conexión de las figuras 24-3 y 25-3, dicho tablero fue ubicado en la parte inferior de la máquina, como se observa en la figura 2-4.



Figura 2-4. Diagrama de control y potencia

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

En el Anexo VIII, se observa el proceso de construcción de la máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos, teniendo en cuenta que para el mecanizado de sus piezas se las realizaron en máquinas herramientas convencionales.

4.2. Análisis de costos

Se detallarán todos los materiales eléctricos y mecánicos que se necesitó para realizar dicho proyecto. Además, de los costos de ingeniería y manufactura de la misma.

A continuación, en la tabla 4-1 se detallarán los costos de la parte de control empleados en el proyecto.

Tabla 1-4. Costos componentes eléctricos y de control

Costos componentes de control			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
PL-HMIHP04320DT	1	360	360
MOTOR 1HP3600RPM	1	116,55	116,55
CABLE DEPROGRAMACIÓN	1	18,27	18,27

SERVOPAC 0.75KW - 2.4NM	1	844	844
Contactores 220 V - 9 A	2	45,6	91,2
Fuente de alimentación de 24 Vcc -5A	1	29,46	29,46
Pulsado STOP	1	5,71	5,71
Pulsador marcha y paro	2	2,59	5,18
Drives			50
Caja de control	1	45,5	45,5
Fusible 20 A	1	0,5	0,5
Portafusibles	1	3,75	3,75
Cable de conexión	1	40	40
Terminales	0,15	100	15
Borneras	0,3	20	6
Mangeras	1	15	15
		TOTAL	1646,12
		iva	197,5344
		TOTAL IVA	1843,6544

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Como se observa en la tabla 1-4, el costo total que se emplearan en los elementos electros y de control es de 1843.65 \$ dólares americanos, teniendo en consideración que es una máquina cortadora de acero CNC.

En la tabla 2-4, se detallarán los materiales empleados en la parte mecánica de la misma.

Tabla 2-4. Costos materiales mecánico

Costos materiales mecánicos			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Total \$
Platina A36 (65x65x20)	8	1,25	10
Plancha duraluminio (65x65x20)	4	6,7	26,8
Barra de Grylon (dim 35 mm)	1	16,13	16,13

Plancha duraluminio (38x38x65)	4	7,58	30,32
Platina A36 (50x50x65)	2	2,32	4,64
Plancha duraluminio (45x65x20)	1	4,64	4,64
Platina A36 (360x80x20)	1	9,82	9,82
Platina A36 (305 * 255 * 15 mm)	1	13,33	13,33
Platina A36 (255 * 255 * 15 mm)	1	11,13	11,13
Platina A36 (285 * 255 * 15 mm)	1	12,4	12,4
Platina A36 (800 * 736 * 6 mm)	1	40,37	40,37
Acero para cementacion 7210 Eje 25mm	1,76	11,2	19,77
Acero para cementacion 7210 Eje 30mm	0,27	16,8	4,62
Acero para cementacion 7210 Eje 45mm	0,17	35,2	6,16
Acero para cementacion 7210 Eje 75mm	0,14	100	14
Acero para cementacion 7210 Eje 30mm	0,21	16,8	3,528
Bronce fosforico SAE 40/660 Eje 1 1/2	0,1	192,12	20,17
Barra de Grylon Diam.80mm	0,03	72,4	2,53
Pernos		45	45
Barra de Grylon Diam.80mm	0,05	72,4	3,98
Acero al carbono 760 eje 30mm	0,32	15	4,88
Acero para cementacio 7210 eje 60 mm	0,05	64	3,78
Barra de Grylon Diam.35mm	0,05	16,13	0,89

Planchas 1,25 negra	2	25	50
Tubos 1 1/2x3/4	2	12,5	25
LB 60-4 Soldex	2	1,5	3
Disco corte 7	1	2	2
Yunki de 3	1	26,79	26,79
Amortig/comp/post	1	13,39	13,39
Lh 2030 Roduta	4	13	52
Desoxidante	1	3,5	3,5
Fondo verde unip	1	8	8
Lijas 36	2	1,25	2,5
Lijas 220	2	1	2
thiner laca	1	3	3
Color azul	1	6	6
6004FBJ	7	1,78	12,5
Chumacera de pared	1	6	6
Broca de titanio hierro	1	0,89	0,89
Tornillo triplepato	1	2,68	2,68
Acople lovejoy	1	32,14	32,14
Bomba periferica	1	35,69	35,69
Poleas ranuras3	1	3,97	3,97
Poleas ranuras 4	1	5,67	5,67
Fuente 2v-5	1	29,46	29,46
Pulsador panico	1	5,71	5,71
Pulsador marcha	2	2,59	5,18
Acrilico	1	10,26	10,26
Discos pferd	2	26	52
		TOTAL	708,218
		IVA	84,98616
		TOTAL IVA	793,20416

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Como se observa en la tabla 2-4, los costos en la parte mecánica llegaron a un valor de 793,20 \$ dólares americanos.

En la tabla 3-4, se observan los detalles de costos en cuanto a mano de ingeniería, mecanizado, transporte y comida.

Tabla 3-4. Costo de ingeniería, mecanizado, transporte y comida

Costos de ingeniería, mecanizado, transporte y comida	
Detalle	Costos
Costos de ingeniería	1600
Costos de mecanizado	1500
Costos de transporte y comida	200
TOTAL	3300

Realizado por: Carrera S., Balladares C., 2021

Como se observa en la tabla 3-4, el costo total es de 3300 \$ dólares americanos.

Mediante al análisis económico para la cortadora de acero, se determina que tiene una inversión total de 5936.55 \$ dólares americanos.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó una cortadora de metales ferrosos y no ferrosos para el laboratorio de metalografía de la facultad de ingeniería mecánica de la ESPOCH, con la finalidad de obtener un corte más preciso y de mejor calidad en el instante del mecanizado, ya que este es el primer paso que se debe seguir para realizar el análisis metalográfico en los materiales.
- La máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos cuenta con una carcasa de protección misma que evitará que se produzcan accidentes a los diferentes operadores que en este caso serían los estudiantes y profesores de la facultad de ingeniería Mecánica, ya que su diseño fue realizado para salvaguardar la seguridad y vida de los usuarios.
- La máquina cortadora cuenta con dos diales uno que es el eje X y el otro el Y, teniendo en consideración que el X será manipulado de forma manual ya que es el que nos va a permitir aproximarnos a la medida de corte en cuanto a lo longitud, mientras que el Y será controlado por medio de un servomotor debido a que este se encargará de realizar el corte de manera automática, en este se ingresará el valor de diámetro del material a ser manufacturado con el disco PFERD.
- Se realizó un manual de uso y otro de operación con la finalidad de que los estudiantes y maestros de la ESPOCH de la facultad de ingeniería Mecánica, puedan acceder de la mejor manera a la misma, en caso de que no se encuentre la persona encargada de dicha máquina, además tomen las medidas de seguridad apropiadas en el instante de su operación.
- En el manual de uso y de operación de la máquina cortadora se detallaron las partes y componentes eléctricos y mecánicos, con el objetivo de que en caso de fallo los encargados de la misma puedan dar con la falla u erros y así logren habilitarla de la mejor manera sin complicaciones, también en dicho manual se encentran las características de elementos de control que podrían ser cambiados en caso de fallo.
- El laboratorio de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH, será actualizado en la parte de metalografía gracias a la máquina cortadora de materiales ferrosos y no ferrosos ya que

posee una gran utilidad para los estudiantes y profesores para obtener mejores resultados en las prácticas de laboratorio de manera más eficiente y segura.

RECOMENDACIONES

- Implementar servomotores para control el eje x y el brazo de regulación con la finalidad de llegar a automatizar de mejor manera toda la máquina de corte para materiales ferrosos y no ferrosos, ya que así sería una máquina completamente automatizada y salvaguardará la integridad de los operadores al instante de su uso.
- Colocar un sistema de sujeción más rígida para cortar materiales de mayores dimensiones, ya que de esta manera se llegaría a trabajar de manera más eficiente en la máquina y obtener mayor seguridad al instante de su operación. Además, se podrían colocar materiales más grandes para realizar el corte sin inconveniente alguno.
- En la parte de refrigeración se recomienda hacer uso de jabón vegetal, con la finalidad de que este no contamine el ambiente de trabajo ya que el aceite soluble o taladrina si tiene carácter contaminante. Además, se considera que el jabón vegetal tiene mejor lubricación en el instante de manufacturar cualquier pieza metálica.
- Hacer un análisis de corte para materiales polímeros, ya que dicha máquina también los puede manufacturar, pero con el uso de diferentes herramientas de corte, y así el operador no se exponga a algún peligro en su operación

GLOSARIO:

Acero A36 (Norma ASTM A36): El acero A36 (norma ASTM A36) es uno de los aceros estructurales de carbono más utilizados, aunque el contenido de carbono del acero estructural A36 es de un máximo de 0.29%, se considera acero suave (contenido de carbono $\leq 0.25\%$). Existen dos versiones que definen el acero con bajo contenido de carbono, una con un contenido de carbono entre 0.04% (0.05%) y 0.25% y la otra con entre 0.04% (0.05%) y 0.29%. (NORMA ASTM A36, 2018)

Microscopía Electrónica: El microscopio electrónico de transmisión – electrostático o magnético- es análogo, por su principio, al microscopio óptico. Proporciona, como se ha dicho, grandes aumentos y tiene un gran poder separador, pero no permite examinar más que láminas muy delgadas y las réplicas de la superficie, cuyo procedimiento indirecto presenta, con frecuencia, dificultades de interpretación, y el mayor inconveniente de no poder examinar más que cuerpos fríos. (Morral y Molera, 1985, p. 725)

Defectos: Producto o servicio que se desvía de las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente, incluyendo los aspectos relativos a seguridad. (Proaño Villavicencio et al., 2017, p.54)

Tiempo de respuesta: Es el tiempo total que un cliente tiene que esperar para recibir un producto desde el momento que cursó la orden de compra. (Castro, 2019, p.43)

Accidente de trabajo: Dentro de un concepto más amplio, que incluye el aspecto legal, el accidente de trabajo se podría definir así: es accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. (Mancera Mario et al., 2012, p. 374)

Riesgo laboral:

Es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. El riesgo laboral se denominará grave o inminente cuando la posibilidad de que se materialice en un accidente de trabajo es alta y las consecuencias presumiblemente severas o importantes. (Pantoja et al., 2017, p. 839)

Incapacidad laboral:

Se define como incapacidad laboral a la incapacidad que afronta un trabajador para laborar como consecuencia de una enfermedad o un accidente. La incapacidad laboral puede ser de origen común o de origen laboral, y temporal o permanente, por lo general el trabajador recibe un auxilio económico mientras esté incapacitado. (Hernández Zúñiga, 2005, p. 36)

Fisiología del trabajo: Es una parte de la fisiología, donde se estudian las propiedades y funciones del órgano humano observando sus condiciones y medio ambiente de trabajo. (Rivas Roque, 2007, p. 27)

BIBLIOGRAFÍA

ARELLANO J, E. Automatización de Máquina Cortadora de Latón para Forja Utilizando un PLC para la Fábrica ESACONTROL [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) EPN. Quito, Ecuador 2011. P.20. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2753/1/CD-3417.pdf>

BAVARESCO G, I. Obtenido de Procedimiento para el Diseño de Ejes: chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://gabpingeneria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/diseo_de_ejes.pdf. (2017). Recuperado el 17 de Marzo del 2021.

BIPRESS, M. h. Obtenido de Equipos de corte por chorros de Agua CNC: <https://bipress.com.ar/equipos-especiales/>(2016). Recuperador el 27 de Enero del 2021.

BRUNETE A. Obtenido de Diagrama de escalera: https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/diagrama-de-escalera.html. (18 de 04 de 2020). Recuperado el 05 de Marzo del 2021.

CARMAN HAAS, C. p. Obtenido de Ventajas y desventajas de la máquina de corte con láser de CO2 y orientación al mercado: <https://www.opticallensupplier.com/es/news/Advantages-and-Disadvantages-of-CO2-Laser-Cutting-Machine-and-Market-Orientation.html.html>. (19 de 12 de 2018). Recuperado el 01 de Febrero del 2021.

CARRIZO Luz. Obtenido de Equipos de Bombeo: <https://slideplayer.es/slide/12663374/>(30 de 06 de 2018). Recuperado el 18 de Marzo del 2021.

COROIMPORT.. Obtenido de Velocidad de corte en abrasivos: <https://www.coroimport.com/publicacion.php?id=31>. (15 de 10 de 2018). Recuperado el 15 de Marzo del 2021

DEREMATERIALIA. Obtenido de Prácticas Metalográficas: <http://www.derematerialia.com/practicas-metalograficas/desbaste/>(11 de 11 de 2019). Recuperado el 09 de Marzo del 2021.

ESUCOMEX, B. Obtenido de Metales no Ferrosos: chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<http://biblioteca.esucomex.cl/RCA/Metales%20no%20ferrosos.pdf>. (2017). Recuperado el 15 de Febrero del 2021.

FERIA VIRTUAL, M. Obtenido de Electroerosión de hilo CNC: con motores lineales en los ejes, X, Y, U, V: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Electroerosion-de-hilo-CNC-Sodick-AD325L-38182.html>. (05 de 07 de 2019). Recuperado el 03 de Febrero del 2021.

FERREPAT. Obtenido de Cortadora de Metales BOSCH GCO 14-24 Profesional: <https://www.ferrepat.com/sku/cortadora-de-metales-bosch-gco-1424-profesional/8649>. (15 de 06 de 2018). Recuperado 06 de Febrero del 2021.

FOUNDRY, R. Obtenido de Introducción a los Materiales: Metales Ferrosos y No Ferrosos: <https://www.reliance-foundry.com/blog/metales-ferrosos-no-ferrosos-es>. (26 de 01 de 2018). Recuperado el 10 de Febrero del 2021.

GARCÍA H. Obtenido de Metales Ferrosos y no Ferrosos: https://es.slideshare.net/ector_03/metales-ferrosos-y-no-ferrosos. (28 de 10 de 2014). Recuperado el 15 de Febrero del 2021.

GARCÍA J et al., Diseño de un Sistema Automático de Corte y Distribución de Perfiles Metálicos. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) IPN. , México 2013. P.30. [Consulta: 20 enero 2021]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12057/DISE%c3%91OSIST.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GRANADA, I. Obtenido de Relación de Velocidades Sistema de Poleas con Correa: <https://eudotec.wordpress.com/2013/03/06/relacion-de-velocidades/>(06 de 03 de 2013). Recuperado el 16 de Marzo del 2021.

GUAMÁN G et al., Diseño y construcción de una pulidora metalográfica de 4 servicios automatizados a implementar en el laboratorio de ingeniería de materiales de la facultad de mecánica. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) ESPOCH, Riobamba 2021. P.55. [Consulta: 22 enero 2021].

HUAFEI. Obtenido de Ventajas y desventajas del corte por plasma: <https://thebestcnc.com/es/ventajas-y-desventajas-del-corte-por-plasma/> (02 de 12 de 2020). Recuperado el 03 de Febrero del 2021.

IMPACTO TECNOLÓGICO. Obtenido de MATERIALES FERROSOS Y NO FERROSOS: <https://sites.google.com/site/imimpactotecnologico/home/materiales-ferrosos-y-no-ferrosos>. (29 de 08 de 2008). Recuperado el 10 de Febrero del 2021.

IMSERVO. Ingeniería Electromecánica. Quito, Pichincha, Sierra. (01 de 2021).

KINCO. Obtenido de Servo variador Kinco FD412S-LA-000: <https://okmarts.com/kinco-servo-drive-fd412s-la-000.html>. (2017). Recuperado el 27 de Febrero del 2021.

KYWI. Bomba centrífuga. Quito, Pichincha, Sierra. (01 de 2021).

LOMUSA, I. Obtenido de Máquina de Corte por Láser de Fibra DENER: <https://www.lomusa.com/productos/corte/corte-por-laser/>(27 de 12 de 2017). Recuperado el 01 de Febrero del 2021.

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. Obtenido de Introducción a las Máquinas de Corte con Agua: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-corte/corte-con-agua>. (2013). Recuperado el 28 de Enero del 2021.

MECAFENIX, I. Obtenido de El PLC: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/que-es-un-plc/>(16 de 01 de 2018). Recuperado el 03 de Marzo del 2021.

MENDOZA J. Obtenido de Informe Preparación de Probetas Metalográficas: <https://es.slideshare.net/MendozaVenturaJesus/informe-preparacin-de-probetas-metalograficas> (29 de 06 de 2017). Recuperado el 03 de Enero del 2021.

METALINSPEC. Obtenido de Análisis Metalográfico : <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/que-es-para-que-sirve-el-analisis-metalografico>. (29 de 06 de 2019). Recuperado el 08 de Marzo del 2021.

MICROSCOPIO. Obtenido de Mejore Microscópio Metalográfico: <https://www.top10microscopios.com/es/microscopio-metalografico>. (16 de 10 de 2020). Recuperado el 09 de Marzo del 2021.

NEURTEK. Obtenido de Pasos a tener en cuenta en una Preparación de Muestras: <https://www.neurtek.com/es/academia/metalografia-preparacion-de-muestras/cuales-son-los-pasos-a-tener-en-cuenta-en-una-preparacion-de-muestras>. (19 de 09 de 2018). Recuperado el 08 de Marzo del 2021.

OFTL. Obtenido de Máquina de corte plasma: <http://ftl-maquinas.es/index.php/84-jm-blog/124-maquina-de-corte-plasma>, (25 de 01 de 2017). Recuperado 03 de Febrero del 2021.

PÉREZ P, V. N. Automatización de Máquina Cortadora de Latón para Forja Utilizando un PLC para la Fábrica ESACONTROL. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) ITSNV. Quito, Ecuador 2019. P.15. [Consulta: 18 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/85/1/43.1405-PEREZ-CABRERA-PATRICIO-JAVIER.pdf>

PFERD. Obtenido de Discos de corte para uso estacionario: chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<https://www.pferd.com/media/PDF-es/manual-de-herramientas/discos-corte-estacionarios-PFERD-es.pdf>, (2021). Recuperado el 14 de Marzo del 2021.

RECAM LÁSER, I. Obtenido de El corte por agua: una técnica diferente al láser: <https://recamlaser.com/es/corte-por-agua-una-tecnica-diferente/>(2015). Recuperado el 27 de Enero del 2021.

RUIZ H Y YÁNEZ E, I. Obtenido de Cortadora de Alumino y Acero Dulce Automática : <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12436>, (11 de 2008). Recuperado el 20 de Enero del 2021.

SHENZHEN YIQE, A. C. Obtenido de Ventajas y desventajas para el mecanizado con electroerosión: <http://m.es.precision-machiningparts.com/info/advantages-and-disadvantages-for-edm-machining-25891657.html>, (31 de 03 de 2018). Recuperado el 03 de Febrero del 2021.

SIEMENS. Obtenido de El Portafolio de Motores: chromeextension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf>, (2019). Recuperado el 16 de Marzo del 2021.

SOME. Obtenido de Corte Láser, funcionamiento, ventajas y desventajas: <https://www.some.es/es/Corte-laser-como-funciona-ventajas-y-materiales>, (2019). Recuperado el 01 de Febrero del 2021.

STRUERS. Obtenido de Cortadora Discotom-100: <https://www.metalinspec.com.mx/equipos/discotom-100>, (25 de 08 de 2016). Recuperado el 25 de Enero del 2021.

TECHDESIGN. Obtenido de Servomotores Industriales: <https://www.automatizacion-en-quito.com/servomotores-industriales/>(23 de 02 de 2016). Recuperado el 20 de Febrero del 2021.

TORRE FABIANA.. Obtenido de Diagrama Hierro - Carbono: <https://sites.google.com/site/conocerlosmateriales/diagrama-hierro---carbono>, (13 de 03 de 2013). Recuperado el 11 de Febrero del 2021

ANEXOS

ANEXO I

Selección del motor trifásico

Potencia		Referencia del motor	Tamaño constructivo	Rated Speed	Eficiencia 100%	Factor de potencia	Corriente nominal			Torque nominal	Datos de arranque			Peso IM B3	
kW	HP						220V A	380V A	440V A		Nm	Corriente de arranque x I _n	Torque de arranque x T _n		Torque Máximo x T _n
Datos eléctricos motores Serie 1LE0141 IE2 2 Polos 3600 rpm															
0,75	1	1LE0141-ODA26-4AA4	80M	3450	75,5	0,81	3,2	1,85	1,6	2,1	6	2,2	3	14,0	
1,1	1,5	1LE0141-ODA36-4AA4	80M	3440	82,5	0,83	4,3	2,5	2,15	3,1	7	2,8	3	16,0	
1,5	2	1LE0141-ODA86-4AA4	80M	3450	84,0	0,83	5,6	3,25	2,8	4,2	7	2,8	3	18,0	
2,2	3	1LE0141-OEA46-4AA4	90L	3500	85,5	0,87	7,9	4,55	3,95	6,0	8	2,8	3	28	
3	4	1LE0141-OEA86-4AA4	90L	3505	87,5	0,87	10,3	6	5,1	8,2	8	2,8	3	28	
3,7	5	1LE0141-1AA86-4AA4	100L	3440	87,5	0,88	12,7	7,4	6,4	10,3	8	3	3,5	40	
5,5	7,5	1LE0141-1BA86-4AA4	112M	3510	88,5	0,88	18,8	10,9	9,4	15,0	8	3	3,5	45	
7,5	10	1LE0141-1CA16-4AA4	132S	3525	89,5	0,88	25	14,4	12,4	20,3	8,5	2,3	3,5	70	
11	15	1LE0141-1CA86-4AA4	132S	3535	90,2	0,88	37	21,5	18,5	29,8	8,5	2,3	3,5	75	
15	20	1LE0141-1DA36-4AA4	160M	3535	90,2	0,84	52	30	26	40,5	7,5	2,3	3,5	95	
18,5	25	1LE0141-1DA46-4AA4	160L	3530	91,0	0,86	63	36	31,5	50	7,5	2,3	3,5	115	
22	30	1LE0141-1DA86-4AA4	160L	3530	91,0	0,88	73	42,5	36,5	59,5	7,5	2,3	3,5	125	
30	40	1LE0141-2AA46-4AA4	200L	3558	91,7	0,89	96	56	48	80,5	8,5	3	3,5	260	
37	50	1LE0141-2AA56-4AA4	200L	3556	92,4	0,89	119	69	60	99,4	8,5	3	3,5	275	
45	60	1LE0141-2BA26-4AA4	225M	3570	93,0	0,88	143	83	72	120	8,5	2,6	3	325	
55	75	1LE0141-2BA86-4AA4	225M	3560	93,0	0,88	179	104	90	148	8,8	2,6	3	340	
75	100	1LE0141-2CA86-4AA4	250M	3570	93,6	0,89	235	136	117	201	7,5	2,2	3	430	
90	125	1LE0141-2DA23-3AA4	280M	3578	94,5	0,89				145	240	8	2,5	3	610
110	150	1LE0141-2DA83-3AA4	280M	3578	94,5	0,88				177	294	8	2,5	2	600
150	200	1LE0141-3AA23-3AA4	315M	3578	95,0	0,91				225	400	8	2,1	2,7	985
185	250	1LE0141-3AA63-3AA4	315L	3582	95,4	0,92				280	493	8	2,1	2,7	1140

Fuente: (SIEMENS, 2019)

ANEXO III

Selección del servomotor



PIN	Function
DIN1-DIN7	Digital signal input VinH (active): 12.5VDC-30VDC, VinL (inactive): 0VDC-5VDC, input freq.: <1KHz
COMI	Common pin of digital input
OUT1+ / OUT1- OUT2+ / OUT2-	Digital signal output Maximum output current: 100mA
OUT3 / OUT4 / OUT5	Digital signal output Maximum output current: 20mA
COMO	Common pin of digital output OUT3, 4, 5
MA+ / MA- MB+ / MB- MZ+ / MZ-	Pulse input Input voltage: 3.3V-24V Maximum frequency: 500KHz
ENCO_A+ / ENCO_A- ENCO_B+ / ENCO_B- ENCO_Z+ / ENCO_Z-	Encoder output Voltage: Voh=3.4V, Vol=0.2V Maximum current: ±20mA, maximum frequency: 10MHz
AIN1+ / AIN1-AIN2+ / AIN2-	Analog input Resolution: 12 bit, input resistance: 350 KΩ Analog bandwidth: 1KHz, input voltage range: -10V +10V
+5V / GND	5VDC power supply output Maximum current: 100mA
VDD/VEE	24VDC power supply output Voltage range: 24VDC ± 20%, maximum current: 300 mA

Fuente: (IMSERVO, 2021)

ANEXO IV

Bomba centrífuga



Fuente: (KYWI, 2021)

ANEXO V

Pantalla PLC KINCO

2.4 Technical Specification

> DI Specifications

Input type	Source/Sink
Rated input voltage	DC 24V (Max. 30V)
Rated input current	3.5mA@24VDC
Max input voltage of logic 0	5V@0.7mA
Minimum input voltage of logic 1	Common channel: 11V@2.0mA
Input filter time delay · off-to-on · on-to-off	Common channel: 15 μ s; HSC channel: 10 μ s(50k) Common channel: 60 μ s; HSC channel: 6 μ s (50k)
Isolation between input and internal circuit · Mode · Voltage	Opt-electrical isolation 500VAC/1 min

> DO Specifications(Transistor type)

Output type	Source
Rated power supply voltage	DC24V, allowance range: DC20.4V—DC28.8V.(Same as power supply)
Output current per channel	Rated current;200mA @24VDC
Instant impulse current per channel	1A, less than 1s
Output leakage current	Max.0.5 μ A
Output impedance	Max. 0.2 Ω
Output delay · off-to-on · on-to-off	Common channel: 15 μ s; HSC channel: 10 μ s(50k) Common channel: 35 μ s; HSC channel: 6 μ s(50k)

Fuente: (KINCO, 2017)

ANEXO VI

Evidencia de construcción de la máquina

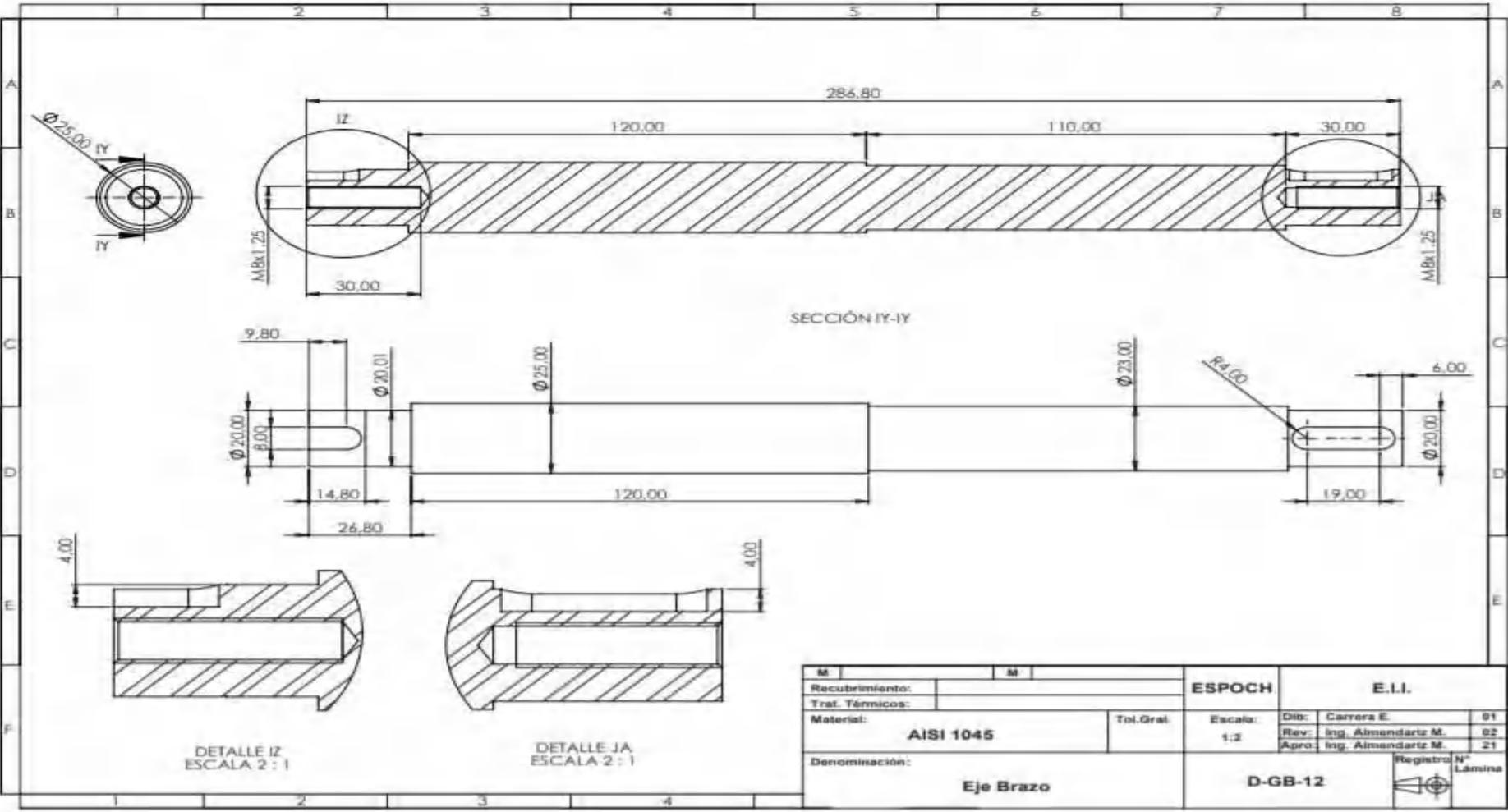




ANEXO VII

Planos de construcción de la máquina

M	M	ESPOCH		E.I.I.	
Recubrimiento:					
Trat. Térmicos:					
Material:		Tol. Gral.	Escala:	Dib: Carrera E.	01
			1:2	Rev: Ing. Almendariz M.	02
				Apro: Ing. Almendariz M./S.	21
Denominación:				Registro N°	
Cortadora de Acero				Lámina	
					



M		M		ESPOCH		E.I.I.	
Recubrimiento:				Escala:		Dib: Carrera E. 01	
Trat. Térmicos:				1:2		Rev: Ing. Almendarez M. 02	
Material:		Tol. Gral.		Apro: Ing. Almendarez M. 21			
AISI 1045							
Denominación:				D-GB-12		Registro N° Lámina	
Eje Brazo							

ANEXO VIII

Máquina ensamblada



Anexo IX:

**Manual de usuario y mantenimiento para la
máquina cortadora automatizada de materiales
ferrosos y no ferrosos**



Versión: 01

Fecha: 12/04/2021

HOJA DE CONTROL

	de la Máquina Cortadora Automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos	ESPOCH_EII
---	---	------------

Organismo	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Proyecto	Máquina Cortadora Automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos		
Entregable	Manual de Usuario y mantenimiento		
Autor	Carrera S,		
Versión	01	Fecha Versión	
Aprobado por		Fecha Aprobación	
		N° Páginas	

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
01	Versión inicial	Carrera, Balladares	15/04/2021

CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos
Santiago Carrera Mayorga

	de la Máquina Cortadora Automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos	ESPOCH_EII
---	---	------------

CONTENIDO

MANUAL DE USUARIO	4
1. Objetivo	4
2. Alcance	4
3. Instrucciones de seguridad	4
4. Riesgos asociados	4
5. Equipos de protección personal	4
6. Características técnicas de la máquina.	4
7. Componentes de la máquina cortadora automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos	5
8. Proceso de corte de la máquina	6
MANUAL DE MANTENIMIENTO	6
1. Objetivo	6
2. Alcance	6
3. Plan de mantenimiento	7
4. Lubricación	7
5. Sustitución de elementos en mal estado	7

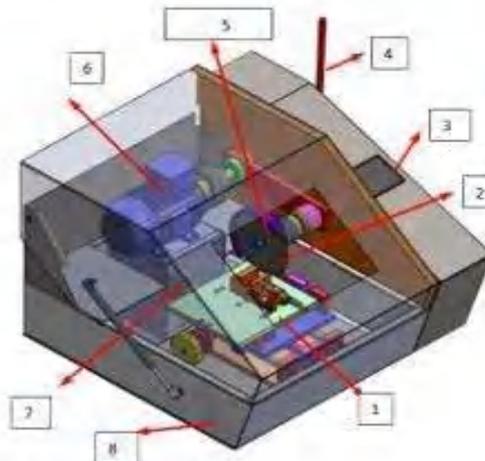
	de la Máquina Cortadora Automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos	ESPOCH_EII
---	---	------------

MANUAL DE USUARIO	
1. Objetivo	
Este manual tiene como objetivo dar a conocer las diferentes partes que conforma la maquina tanto la parte mecánica como parte la de control, de la misma manera instruir al usuario para el correcto uso de la maquina cortadora automatizada con la seguridad necesaria	
2. Alcance	
El presente manual está enfocado a todos los usuarios que utilizan el laboratorio de materiales de la facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Es decir a los estudiantes de las diferentes Carreras existentes de la facultad de Mecánica y docentes de la misma.	
3. Instrucciones de seguridad	
<ol style="list-style-type: none"> 1.Manipular la maquina con los respectivos EPP's 2.Leer bien las instrucciones antes de la manipulación de la máquina. 3.Cuando la máquina esté conectada prestar mucha atención. 4.Desenchufar siempre a la maquina cortadora después de su utilización. 5.Previo a una limpieza verificar que la maquina cortadora se encuentre desenchufada del tomacorriente. 6.Para realizar el mantenimiento desconectar de la toma corriente. 7.Si se observa daños no arranque la máquina. 8.Reportar sobre alguna irregularidad al docente encargado del Laboratorio. 9.Sujetar de forma correcta las probetas a cortar. 10.Utilizar la maquina únicamente para lo que fue diseñada. 	
4. Riesgos asociados	
La máquina utiliza una fuente de alta tensión. Ruido generado por el motor. Posibles cortes al momento de montar la probeta.	
5. Equipos de protección personal	
Guantes.....(x)	Orejas.....(x)
6. Características técnicas de la máquina.	
Dimensiones: 895x835x554 Peso de la máquina: 159.08 Kg Voltaje nominal motor jaula de ardilla: 220 Vca Voltaje nominal servomotor: 220 Vca Bomba: 110 Vca Frecuencia: 60 Hz Materiales de corte: Ferros y no ferrosos Corte máximo: Diámetro de 30 mm Desplazamiento dial X: 190 mm Desplazamiento dial Y: 168 mm Refrigeración: Aceite soluble para maquinado	



7. Componentes de la máquina cortadora automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos

7.1. Sistema mecánico



1. Diales X y Y
2. Disco de corte refrigerado
3. Sistema de control
4. Accionamiento de corte
5. Sistema de corte
6. Motor eléctrico jaula de ardilla
7. Servomotor
8. Carcaza

7.2. Sistema de control



1. Fuente de 24 Vcc
2. Relés 24 Vcc
3. Breaker 32A
4. Servo drive
5. Contactores 12A – 220 Vca



7.3. Tablero externo



1. Botón paro de emergencia.
2. Selector de encendido.
3. Botón inicio.
4. Botón paro.
5. Pantalla PLC.

8. Proceso de corte de la máquina

1. Verificar la fuente de alimentación que posea un voltaje de 220 Vca y 110 Vca con un multímetro.
2. Quitar el paro de emergencia y encender el controlador con el selector.
3. Levantar la tapa de la máquina.
4. Montar una herramienta de sujeción en la mesa de trabajo.
5. Colocar y sujetar el material a ser cortado.
6. Ingresar los parámetros de velocidad de avance y diámetro en el controlador.
7. Cerrar la tapa de la máquina.
8. Encender el motor trifásico para el corte.
9. Activar la refrigeración.
10. Presionar inicio para realizar el corte.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

1. Objetivo

El presente manual tiene como finalidad dar a conocer el procedimiento de mantenimiento de la máquina cortadora automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos.

2. Alcance

El presente manual está enfocado a todos los usuarios que utilizan el laboratorio de materiales de la facultad de Mecánica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Es decir a los estudiantes de las diferentes Carreras existentes de la facultad de Mecánica y docentes de la misma.



de la Máquina Cortadora Automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos

ESPOCH_EII

3. Plan de mantenimiento

Para un buen funcionamiento se debe realizar un mantenimiento preventivo periódico de la máquina cortadora automatizada de materiales ferrosos y no ferrosos.

DESCRIPCIÓN	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
Diales X y Y	X				
Cableado eléctrico			X		
Servomotor			X		
Rodamientos lineales		X			
Rodamientos radiales		X			
Bomba				X	
Motor jaula de ardilla				X	
Protección del disco					X

4. Lubricación

Es importante para el correcto funcionamiento de la máquina cortadora en el instante de trabajo, debido a que no debe existir ningún tipo de atrancamiento.

DESCRIPCIÓN	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	LUBRICANTE
Diales X y Y	X			Grasa de litio
Guías		X		Grasa de litio
Rodamientos lineales		X		Grasa de litio
Rodamientos radiales			X	Grasa de litio

5. Sustitución de elementos en mal estado

Para la sustitución de los elementos en mal estado, se debe proceder a retirarlos de la máquina, para buscar en almacenes que provean estos productos si se tratan de aparatos eléctricos, electrónicos y rodamientos, ya que si son piezas mecánicas se tendrán que copiarlas o diseñarlas para su respectiva construcción.

5.1. Elementos eléctricos y electrónicos

En caso de falla de algún elemento de deberá retirarlo para cambiarlo, es recomendable que sea una persona capacitada en el área o en caso de tener conocimiento proceder a realizar el respectivo cambio del componente afectado.

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
Contactador 12A - 220 Vca	LS
Breaker 32 A	Schneider

Servomotor 1 HP	Kinco
Servo Drive 750 W	Kinco
Relé 24 Vcc	Schneider
Relé térmico 12 A	Schneider
PLC pantalla	Kinco
Fuente 24Vcc	Siemens

Los elementos a reemplazar deben tener las mismas características y dimensiones presentadas por parte del elemento dañado, ya que caso contrario afectará el funcionamiento de la máquina y en algunos casos, no funcionará y este a su vez puede afectar otro elemento que este en buen estado. Si no se encuentra el personal adecuada para realizar este trabajo, se debe contactar al proveedor o distribuidor de estas máquinas.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 19 / 07 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Erick Santiago Carrera Mayorga Christian Mauricio Balladares Pillajo</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Mecánica</i>
Carrera: <i>Ingeniería Industrial</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Industrial</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>



1345-DBRA-UTP-2021