



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno de Puebla



## INGENIERÍA MECATRÓNICA

Trabajo Práctico como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Mecatrónica

PROCESO DE IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD DE PIEZAS O PRODUCTOS  
MEDIANTE GRABADO LÁSER, ESCANEADO DE CÓDIGOS 2D A BASE DE IMAGEN  
Y ETIQUETADO MEDIANTE RFID

Presenta:  
Cecilio Cruz Durán

Asesor en la universidad:  
Dr. José Pedro Sánchez Santana

Asesor en la empresa:  
Ing. Jesús Alejandro Reséndiz García

Juan C. Bonilla, Puebla a 28 de Noviembre de 2018.

**DIRECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
 MECATRÓNICA**

**ACTA DE EXAMEN**

En el Municipio Juan C. Bonilla, Puebla a 14 de diciembre del año 2018 siendo las 10:30 horas, se reunieron en el aula D3-206 de esta Universidad, los integrantes del jurado:

Presidente: Dra. Rita Marina Aceves Pérez  
 Secretario: M.I. José Francisco Diego Chavez  
 Vocal: M. Grisél Torqui Heitzl

Y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias en vigor se procedió a efectuar el examen que para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) presenta el/la C. Cecilio Cruz Durán con matrícula número 141403076

Tomando en cuenta el contenido del trabajo cuyo título es: Diseño y construcción de prototipo de máquina apiladora de sierra circular que fue dirigido por Dr. José Pedro Sanchez S. y codirigido por \_\_\_\_\_, una vez concluida la presentación oral se decidió que fuera: Aprobado.

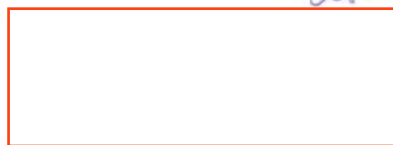
El/La presidente del jurado hizo saber al sustentante el resultado obtenido, el código de ética y le tomó la protesta de ley, dándose por terminado el acto a las 11:43 horas y una vez leída y aprobada la presente fue firmada por las personas que en el acto intervinieron.



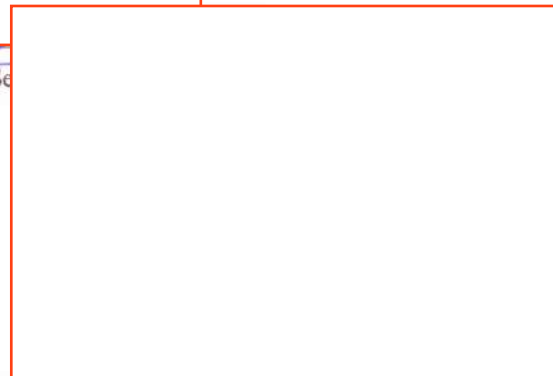
Presidente



Se



Vocal





SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO DE PUEBLA



### Carta de Presentación/Aceptación para Realizar Estancia/Estadía

Juan C. Bonilla, Puebla a 18 de Septiembre de 2018

**Lic. Luis Lozada Morales**  
**Gerente de Recursos Humanos**  
**Seamless Global Solutions**  
**Presente:**

Los estudiantes de la Universidad Politécnica de Puebla, como parte de su formación académica y profesional, deben realizar de manera obligatoria su Estadía dentro de una empresa o institución relacionada con algún área de especialización de sus estudios respectivos, con la intención de adquirir pertinencia y experiencia laboral en cada ciclo formativo.

Estas actividades se desarrollarán durante un cuatrimestre, que comprende **600 horas** de trabajo, distribuidas de acuerdo al convenio al que se llegue con la empresa.

Es importante destacar que los estudiantes tienen la obligación de mantener la confidencialidad de la información derivada de la Estadía, y además, durante el desarrollo de ésta, no generarán relación laboral alguna con la Unidad Productiva o Social, ya que ellos cuentan con seguro social facultativo que les cubre la atención médica.

Agradecemos las facilidades brindadas al estudiante:

Nombre: **Cecilio Cruz Durán**  
Número de matrícula: **141403076**  
Programa académico: **Ingeniería en Mecatrónica**  
Actividades a desarrollar: **Estadía en Mecatrónica**  
Duración: **600 Hrs.**  
Fecha de inicio: 11 de Septiembre de 2018 Fecha de término: 30 de Noviembre de 2018  
Asesor por parte de la Unidad Productiva o Social: Ing. Jesús Alejandro Reséndiz García  
Asesor por parte de la Universidad: José Pedro Sánchez Santana

De conformidad, las partes se comprometen a cumplir con lo mencionado anteriormente.

Por la Universidad      Por la Unidad Productiva o Social      Estudiante

[Redacted signature area]

[Redacted signature area]

es **Cecilio Cruz Durán**

ACAD-RG-05 Ver. 01 Pág. 1 de 1



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46



Certificada en ISO 9001:2015 Evaluada en el Nivel 1 por CIEES Certificada en NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y no Discriminación

4



Huejotzingo, Puebla a 24 de Septiembre de 2018

Dra. Rita Marina Aceves Perez  
Directora del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica  
Presente

Por medio de la presente me permito notificarle la aceptación para la realización de Prácticas Profesionales del Sr. **Cecilio Cruz Duran** con **No. de Matricula 141403076** de la carrera de: **Ingeniería en Mecatrónica**, la cual se encontrara realizando sus residencias profesionales del **11 de Septiembre de 2018 al 30 de Noviembre de 2018**, cubriendo un total de **600 horas**.

Durante este periodo se desarrollara un proyecto en el cual, el alumno pondrá en práctica los conocimientos y habilidades adquiridas en su formación.

Dichas prácticas las realizara en el área de Tejido bajo la supervisión del **Ing. Jesús Alejandro Reséndiz Garcia**.

Sin otro particular de momento, me es grato quedar de usted.



G





# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

Organismo Público Descentralizado del Estado de Puebla

## ENCUESTA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DEL EMPLEADOR Y LIBERACIÓN DE ESTANCIA/ESTADIA.

Nombre de la Empresa:	SEAMLESS GLOBAL SOLUTIONS			Fecha:	22-10-18	
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)			
	Mediana (51-250)	X	Grande (Más de 251)			
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X		
Nombre del Evaluador:	ALEJANDRO RESENDIZ GARCIA					
Teléfono del Evaluador:	55-23-95-52-31		E-mail:			
Nombre del Estudiante:	CECILIO CRUZ DURÁN					
Programa Académico:	ING. MECATRÓNICA		Área asignada:	TEJIDO		
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía	X
	Seguimiento	X	Evaluación			

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	4
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	¿Domina alguna lengua extranjera?	5
5	¿Es hábil para relacionarse?	4
6	¿Su presentación personal es adecuada?	5
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	5
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	4
	<b>Total</b>	

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Algun aspecto sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

**Evaluador**

Firma del asesor de empresa

**Realizó la Estancia/Estadía:**

Firma del estudiante

Nombre de la Empresa:	SEAMLESS GLOBAL SOLUTIONS			Fecha:	28-11-18	
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)			
	Mediana (51-250)	X	Grande (Más de 251)			
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X		
Nombre del Evaluador:	ING. ALEJANDRO RESENDIE GARCIA.					
Teléfono del Evaluador:	55-23-95-52-31		E-mail:	alejandrosesendieg@yahoo.com.mx.		
Nombre del Estudiante:	CECILIO CRUZ DURÁN					
Programa Académico:				Área asignada:	TEJIDO	
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía	X
	Seguimiento		Evaluación			

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

**1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%**

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	4
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	Domina alguna lengua extranjera?	4
5	¿Es hábil para relacionarse?	5
6	¿Su presentación personal es adecuada?	5
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	4
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	4
<b>Total</b>		<b>51</b>

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

**Evaluador:**

Firma del asesor de empresa

**Realizó la Estancia/Estadía:**

Firma del estudiante



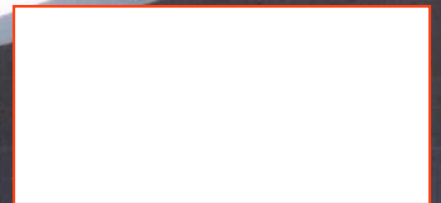
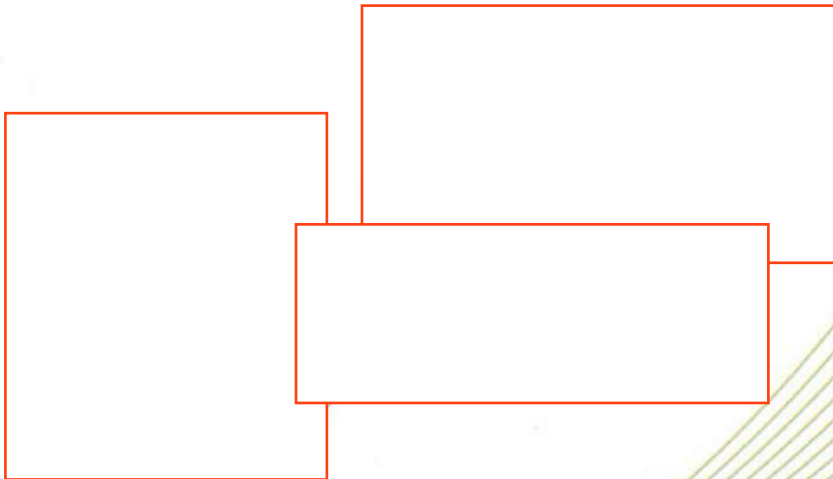
Huejotzingo, Puebla a 30 de noviembre de 2018

**Dra. Rita Marina Aceves Pérez**  
**Directora del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica**  
**Universidad Politécnica de Puebla**  
**Presente**

Por medio de la presente me permito notificarle la liberación de las Prácticas Profesionales del **C. Cecilio Cruz Durán** con **No. de Matricula 141403076** de la carrera de **Ing. Mecatrónica**, quien realizó sus residencias profesionales del **11 de septiembre de 2018 al 30 de noviembre de 2018**.

Dichas prácticas las realizó en el área de **Tejido** bajo la supervisión del **Ing. Jesús Alejandro Reséndiz Garcia**.

Sin otro particular de momento, me es grato quedar de usted.





SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO DE PUEBLA



### ACTA DE REVISIÓN DE DOCUMENTO DE ESTADÍA

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, a 29 de noviembre de 2018, se designó a los miembros de la Comisión Revisora de la Estadía por parte de la Academia de Profesores de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla para examinar el documento del proyecto de Estadía intitulado:

*Diseño y construcción de prototipo de máquina afiladora de sierra circular*

Presentado por el alumno:

**Cecilio Cruz Durán**

con número de matrícula 141403076, aspirante al grado de

**Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica**

Después de satisfacer los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** el documento del proyecto de Estadía.

LA COMISIÓN REVISORA

Dr. José Pedro Sánchez Santana  
Asesor de Estadía

Dra. Rita Marina Aceves Rérez

MGIT. Grisel Tóxqui Huitzil  
Secretario

M.I. José Francisco Diego Chávez  
Vocal

Directora de Ingeniería Mecatrónica

Certificada en ISO 9001:2015 Evaluada en el Nivel 1 por CIEES  
Certificada en NMX-R-026-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y no Discriminación

**UPPue**  
Universidad Politécnica de Puebla

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México ·  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**  
COORDINACIÓN GENERAL DE UNIVERSIDADES  
TECNOLÓGICAS Y POLITÉCNICAS





SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO EN PROGRESO



## CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, el día 4 de diciembre del 2018, el que suscribe Cecilio Cruz Durán alumno del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica con número de matrícula 141403076, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo documental de Estadía bajo la dirección del Dr. José Pedro Sánchez Santana y cede los derechos del trabajo intitulado "Diseño y construcción de prototipo de máquina afiladora de sierra circular", a la Universidad Politécnica de Puebla para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [jose.sanchez@uppuebla.edu.mx](mailto:jose.sanchez@uppuebla.edu.mx) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

[Redacted signature area]

Cecilio Cruz Durán

Certificada en ISO 9001:2015 Evaluada en el Nivel 1 por CIEES Certificada en NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y no Discriminación



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México.  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46



# Índice General

Índice de figuras .....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Capítulo 1 .....	6
<b>1.1 Descripción de la empresa</b> .....	6
1.1.1 Descripción general .....	6
1.1.2 Dirección .....	6
1.1.3 Mercado .....	7
<b>1.2 Antecedentes e introducción</b> .....	8
1.2.1 Trazo en corte y confección .....	8
1.2.2 Corte .....	8
1.2.3 Introducción .....	9
<b>1.3 Definición de la problemática</b> .....	12
<b>1.4 Justificación</b> .....	12
<b>1.5 Objetivo general</b> .....	13
<b>1.6 Objetivos específicos</b> .....	13
<b>1.7 Cronograma de actividades</b> .....	14
Capítulo 2 .....	15
<b>2.1 Desarrollo del proyecto</b> .....	15
<b>2.2 Análisis y simulación</b> .....	22
2.2.1 Análisis Sistema eléctrico .....	22
2.2.2 Análisis y simulación en sistema mecánico .....	36
<b>2.3 Selección de insumos</b> .....	39
Capítulo 3 .....	40
<b>3.1 Evidencia de implementación</b> .....	40
<b>3.2 Conclusiones</b> .....	42
ANEXO .....	44

# Índice de figuras

Figura 1.1 Afiladora de sierra circular (orientación horizontal).....	10
Figura 1.2 Afiladora de sierra circular (orientación vertical).....	11
Figura 2.1 Afiladora de sierra circular marca Santoni.....	16
Figura 2.2 Afiladora de sierra circular en posición vertical .....	17
Figura 2.3 Discos de 21" y 23" dibujados en SolidWorks .....	18
Figura 2.4 Discos de 13" y 15" con sierra .....	18
Figura 2.5 Mesa de trabajo previa a rehabilitación.....	19
Figura 2.6 Mesa rehabilitada.....	20
Figura 2.7 Diagrama de arranque-paro de motor con sistema de jogeo.....	21
Figura 2.8 Accionamiento de sistema paro-arranque.....	22
Figura 2.9 Activación del contactor .....	23
Figura 2.10 Cambio de posición de contactor .....	23
Figura 2.11 Estado original .....	24
Figura 2.12 Arranque por pulsador .....	24
Figura 2.13 Enclavamiento del motor.....	25
Figura 2.14 Enclavamiento del motor.....	25
Figura 2.15 Condición de botón de paro .....	26
Figura 2.16 Estado original .....	26
Figura 2.17 Selección de posición .....	27
Figura 2.18 Cambio de posición del selector .....	27
Figura 2.19 Desactivación del motor.....	28
Figura 2.20 Estado original .....	28
Figura 2.21 Trabajo continuo .....	29
Figura 2.22 Contactor energizado.....	29
Figura 2.23 Platino de control enclavado .....	30
Figura 2.24 Permanencia de activación de contactor.....	30
Figura 2.25 Botón de paro de emergencia.....	31
Figura 2.26 Accionamiento de botón de paro.....	31
Figura 2.27 Circuito eléctrico real.....	32
Figura 2.28 Interruptores de encendido y control por jogeo y paro-arranque .....	33
Figura 2.29 Conexión de los motores (Fuerza) .....	34
Figura 2.30 Control de bomba y lámpara.....	35
Figura 2.31 Análisis de tensiones en mesa base .....	36
Figura 2.32 Análisis de tensiones con tabla de von Mises 1 .....	37
Figura 2.33 Análisis de tensiones con tabla de von Mises 2 .....	37
Figura 2.34 Análisis de deformaciones unitarias 1 .....	38
Figura 2.35 Análisis de deformaciones unitarias 2 .....	38
Figura 3.1 Máquina afiladora (vista frontal) .....	40
Figura 3.2 Máquina afiladora (vista trasera).....	40
Figura 3.3 Máquina afiladora (vista lateral) .....	41
Figura 3.4 Propuesta del tablero de control .....	41
Figura 3.5 Tablero de control real .....	41
Figura 3.6 Vista interior del tablero de control.....	42
Figura 3.7 Botonera del tablero de control .....	42

# Resumen

La presente tesina expone la problemática identificada dentro de la empresa textil Seamless Global Solutions, así como la propuesta de solución desde el punto de vista de ingeniería, que mediante herramientas tales como SolidWorks y Fluidsim permitirá garantizar la emulación del proyecto.

En el capítulo 1 se realiza una introducción del proyecto que parte de la presentación de la empresa y avanza del objetivo general y su alcance en los objetivos específicos.

En el capítulo 2 se describe de forma detallada el proceso de la ejecución del proyecto desde la evacuación de las propuestas de solución hasta la identificación de los sistemas involucrados y sus análisis asistidos por software especializado.

Por último, el capítulo 3 se establece culminación y la presentación de los resultados obtenidos en el proyecto, así como conclusiones a las que se llegaron con el proyecto expuesto.

# Abstract

This thesis exposes the problematic identified within the textile company Seamless Global Solutions, as well as the proposed solution from the point of view of engineering, using tools such as SolidWorks and Fluidsim to ensure the emulation of the project.

Chapter 1 introduces the project, starting with the presentation of the company and the advances of the general objective and its scope in the specific objectives.

On chapter 2, the process describes the execution, from the evaluation of the solution proposals to the identification of the systems involved and their analysis assisted by specialized software.

Finally, Chapter 3 establishes culmination and the presentation of the results obtained in the project, as well as the conclusions reached with the exposed project.

# Capítulo 1

## 1.1 Descripción de la empresa

### 1.1.1 Descripción general

La empresa poblana Seamless Global Solutions (SGS) comenzó actividades el día 23 de octubre de 2013, con un costo de 193 millones de pesos y la generación de empleo a 418 personas. Ofrecen tecnología sin costuras en cada una de las prendas además de diversos beneficios tecnológicos, y diseños para cada integrante de la familia, siendo así una marca en tendencia que se renueva al paso de las necesidades de sus clientes. Encargada desde la recepción de hilos hasta la entrega de prendas terminadas y empacadas.

### 1.1.2 Dirección

Prolongación Esteban de Antuñano n° 3.

Parque Industrial Ciudad Textil de Puebla.

CP 74160.

Huejotzingo, Puebla, México

### 1.1.3 Mercado

Seamless tiene un amplio rango de prendas sin costuras: ropa deportiva, ropa interior, ropa de control y ropa casual para todos los géneros (damas, caballeros, niños, juvenil), además cuentan con marcas con su autoría como son: Motion Pro, Overskin, Understyle, Vanwear.

Además de contar con clientes a los que les elabora las prendas según sus especificaciones, tales como: Chedraui, Wal-Mart, Costco, Liverpool, Soriana y Promoda.

## 1.2 Antecedentes e introducción

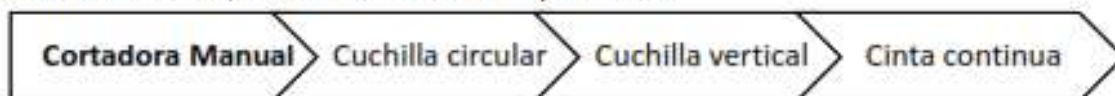
### 1.2.1 Trazo en corte y confección

En el trazo es fundamental manejar determinados conocimientos tanto en fibras y tipos de tejidos, como en colocación de los patrones, optimización de la tela y tipo de extendidos. Se debe trazar según indicaciones específicas de la demanda de la empresa y de las características de la tela:

- Tipo de prenda.
- Tallas a manejar.
- Largo de la tela.
- Ancho total de la tela.
- Ancho útil de la tela.
- Cantidad para cada talla.
- Incluye además si el pedido es a última hora y con urgencia.
- Tipo de tejido.
- Si la tela presenta un tipo de estampación (rayas o cuadros).

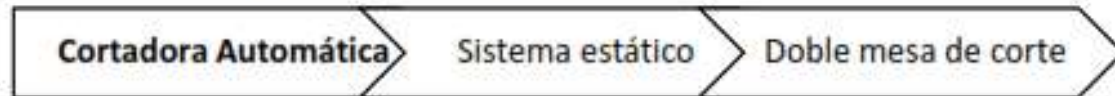
### 1.2.2 Corte

Cortadora manual: Se corta el tejido en capas una encima de la otra, mediante cuchilla o sierra, con la forma de unos patrones.

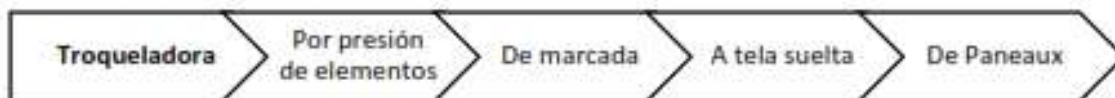




Cortadora automática: Corta el tejido con la forma de los patrones depositando varias capas una encima de la otra. La guía del cabezal de corte es realizada automáticamente y el corte puede realizarse por rayo láser, agua o plasma.



Cortadora por presión: El corte se realiza por presión de los diferentes elementos (troqueles o prensas) contra las fibras de tejido.



### 1.2.3 Introducción

En el presente trabajo se expondrá la realización de una máquina afiladora de sierra circulares capaz de realizar el trabajo de manera varía entre los tamaños de sierras de 13 in ,14 in ,15 in ,17 in ,19 in y 21 in.

En el mercado existen dos tipos de afiladora capaces de realizar el trabajo, el primero de orientación vertical y el segundo de orientación horizontal.

La realización, de cualquiera de las dos propuestas vienen ligadas de características adversas que hicieron que se decantara por una de estas opciones.

En primer lugar, tenemos la orientación horizontal (Figura 1.1) la cual permite realizar una verificación de filo de manera más directa gracias a una rápida inspección visual además de proveer al motor de base de una sustentabilidad extra gracias la sujeción del eje coordinado a la mesa y la sujeción del motor principal.



*Figura 1.1 Afiladora de sierra circular (orientación horizontal)*

Sin embargo, cabe aclarar que esta posición del disco requiere una mayor sujeción en el disco principal y de una estabilidad total en la flecha del motor, esto último debido a que con una leve perturbación se tendría un desbaste no uniforme en la sierra y esto podría acortar el tiempo de vida de la misma además de no obtener el afilado correcto (lo cual no permitiría realizar su trabajo en óptimas condiciones).

Por otro lado, tenemos la orientación vertical (Figura 1.2) la cual nos provee de una mayor estabilidad en disco principal gracias a su soporte en mesa y una estabilidad en la flecha del motor.

No obstante, el factor importante en esta orientación es el eje coordinado con el esmeril, ya que, se requiere un ajuste adicional en la placa base y que el ajuste del plano coordinado pueda sostener la masa del esmeril.



*Figura 1.2 Afiladora de sierra circular (orientación vertical)*

### **1.3 Definición de la problemática**

Las sierras circulares de las máquinas de tejido necesitan de un afilado constante debido a que el material abrasivo del hilo desgasta dichas sierras en un periodo de tiempo relativamente corto.

Debido a que la empresa cuenta con sierras que van de las 13 in hasta 21 in, es necesario que la máquina se pueda ajustar a estos tamaños de un forma práctica y rápida, esto último sin perjudicar la estabilidad ni comprometer el resultado final.

Adicional a lo anterior cabe aclarar que se requiere tener una velocidad estándar para realizar el trabajo de afilado de no menor a 3600 RPM y hasta 100 RPM en el disco principal para garantizar un desbaste uniforme.

### **1.4 Justificación**

Debido a la condición actual de las máquinas de tejido circulares se requiere afilar las sierras circulares cada 5 días, adicional a esto el traslado hacia el actual afilador es de 2 días, esto significa que la máquina permanece sin actividad lo cual perjudica de manera directa a la producción y retrasa los pedidos. Lo anterior sin mencionar que el coste por afilada de sierra es de \$500MXN y semanalmente se realizan 5 afilados. Esto último representa un gasto mensual de \$10,000MXN.

Por lo anteriormente mencionado es necesario realizar el proceso de afilado dentro de la empresa para poder tanto economizar los costos por afilado como limitar el tiempo en que la máquina esta fuera de operación.

## 1.5 Objetivo general

Realizar el diseño e implementación de una máquina afiladora de sierra circular que permita realizar el afilado a sierras de 13 in - 21 in ajustable de forma precisa y segura.

## 1.6 Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento fundamental de una máquina afiladora de sierra circular.
- Realizar el diseño de la máquina afiladora para sierra circular.
- Diseñar las condiciones óptimas de operación de forma que sean seguras para el usuario.
- Establecer las mejores condiciones para la ubicación de la máquina en cuanto a iluminación y espacio de operación se refieren.
- Hacer los ajustes óptimos para que la máquina no se vea afectada por condiciones ambientales de humedad y temperatura.
- Llevar a cabo análisis de las formas más viables para el afilado de una sierra circular, de acuerdo a la orientación, ya sea horizontal o vertical.
- Analizar el movimiento y perturbación del motor para garantizar el óptimo funcionamiento.
- Implementar los ajustes pertinentes obtener un movimiento preciso de la piedra tipo campana.



## Capítulo 2

### 2.1 Desarrollo del proyecto

En la empresa textil Seamless Global Solutions se realiza el afilado de al menos 5 sierras circulares por semana. Lo cual representa un gasto constante y significativo que afecta no solo de manera económica, sino que además afecta de la imagen de la empresa debido a que se tienen retrasos de pedidos.

Una vez identificada la problemática se dispuso a encontrarle solución, una de las propuestas fue la adquisición de un equipo profesional de afilado, pero, dado los altos costes de la maquinaria en cuestión se decidió que no sería una idea factible y por lo cual se optó por adquirir los materiales y construir la máquina de afilado en la empresa.

Para la construcción de la máquina se tomó como primera referencia una imagen de una afiladora de la marca Santoni (Figura 2.1), la cual también es la marca de las máquinas circulares de tejido, en la cual se puede observar que la cuchilla está siendo sujeta por un disco, por medio de la cuña de la sierra, pero presenta una desventaja, la sierra se encuentra orientada horizontalmente; lo cual hace incómodo o incluso difícil realizar correcciones en cuanto al ajuste del contacto que debe haber entre la campana de desbaste con la sierra a afilar, debido a que, de esta forma, no es posible observar todo el plano con facilidad. Máquina

Por otro lado, la orientación vertical provee de un ajuste más firme en cuanto al eje coordinado y el motor principal se refiere, sin embargo, toda la carga del motor

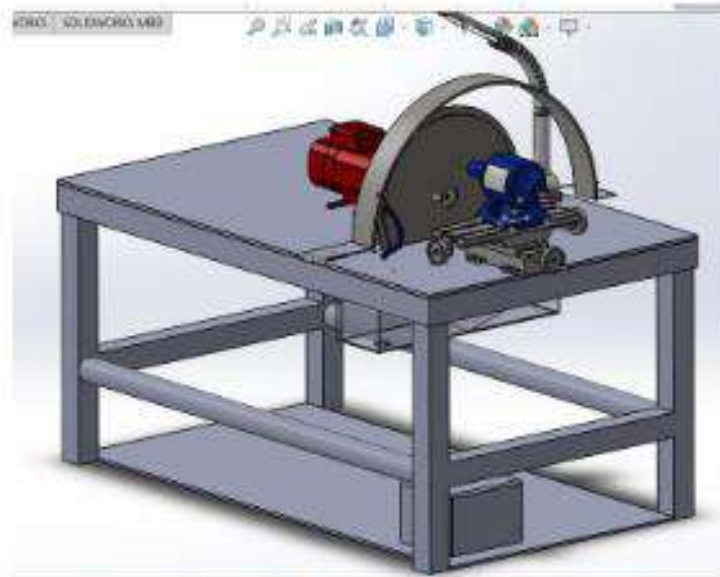
recae en la flecha del motor, esto último podría afectar a la estabilidad del disco principal.

Una vez comparadas ambas orientaciones se decidió cambiar la orientación del disco para que éste quedara en posición vertical.



*Figura 2.1 Afiladora de sierra circular marca Santoni*





*Figura 2.2 Afiladora de sierra circular en posición vertical*

Una vez planteadas las posibles orientaciones del disco se procedió a realizar el sistema eléctrico de arranque-paro, el cual se realizó en el software Fluidsim para que, de esta forma fuese una representación similar al sistema a implementar.

Como puede observarse la Figura 2.2 se contempló tanto una protección de tipo guarda para la sierra la cual de manera servirá por sí misma como protección eléctrica, esto último a razón de que tendrá un circuito de protección que solo encenderá cuando se encuentre cerrada.

Para realizar la función de ajuste de sierras se diseñaron discos de aluminio a la medida el diámetro interno de la sierra (que permitiera prensar de manera óptima la cuña) de todos los tamaños requeridos. A manera de prueba se realizaron dos prototipos de discos 15 in y 14 in respectivamente como se muestra en la Figura 2.3 los cuales nos representa los discos de 21 in y 23 in. En la Figura 6 se pueden notar los discos de pruebas que se utilizaron para hacer las pruebas tanto de giro como de desbaste ligero.

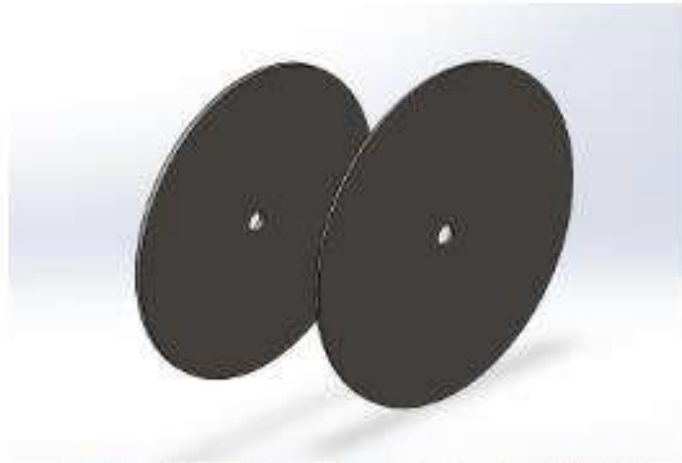


Figura 2.3 Discos de 21" y 23" dibujados en SolidWorks



Figura 2.4 Discos de 13" y 15" con sierra

Una vez realizadas las pruebas se procedió a rehabilitar una mesa de trabajo (Figura 2.5) para poder emplearla como mesa base, esta mesa contaba con características semejantes a las del primer diseño por lo que se nos hizo conveniente ocuparla, se requerían hacer ajustes menores en esta como lo eran, realizar una pulida leve y realizar una corrección en el tamaño ya que resultaba un ser más grande de lo que se necesitaba (Figura 2.6).



*Figura 2.5 Mesa de trabajo previa a rehabilitación*



*Figura 2.6 Mesa rehabilitada*

Posterior a esto se realizó el diagrama eléctrico alfa el cual consta de un circuito paro arranque, aunado a una función de jogeo para el motor, esto permitiría al operador realizar una calibración previa el afilado.

Como puede notarse en la Figura 2.7, el sistema de paro arranque de manera adicional, incluye un sistema de jogeo que permite al operario realizar una calibración del disco previo al afilado.

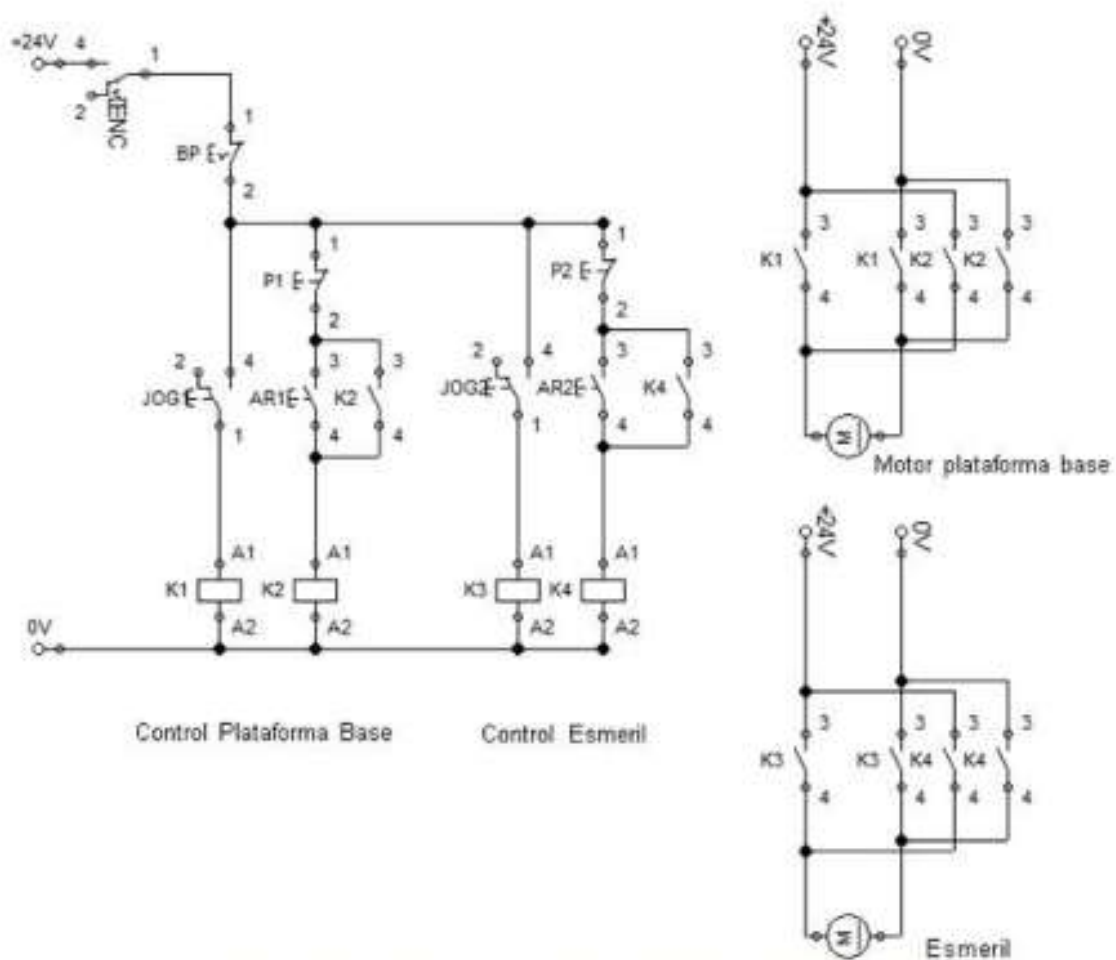


Figura 2.7 Diagrama de arranque-paro de motor con sistema de jogeo

## 2.2 Análisis y simulación

### 2.2.1 Análisis Sistema eléctrico

A continuación, se presenta el funcionamiento del sistema a implementar. En la Figura 2.8, se comienza con la simulación. Se activa primero el interruptor de encendido <1> para energizar la máquina; y se procede a activar el selector de posición <2> del control de la plataforma base; para realizar los ajustes previos al afilado por medio de jogeo.

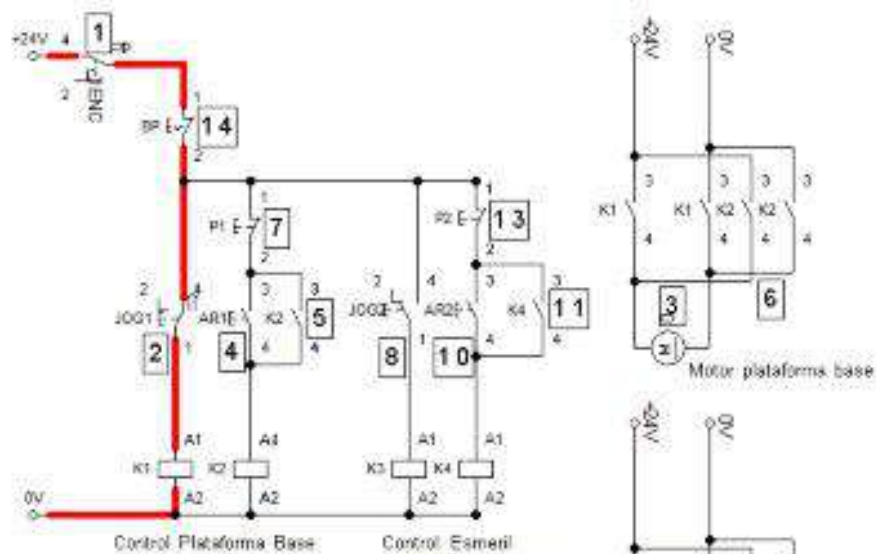


Figura 2.8 Accionamiento de sistema para arranque

El contactor del motor <3> se activa de forma momentánea, como se aprecia en la Figura 2.9.

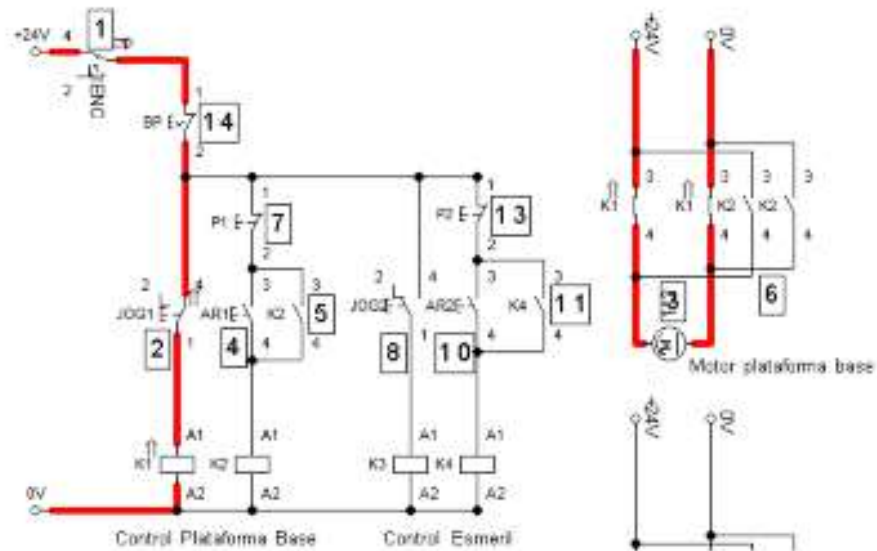


Figura 2.9 Activación del contactor

Cuando el selector <2> vuelve a su posición, el contactor <3> se desactiva (Figura 2.10), y el motor deja de trabajar (Figura 2.11).

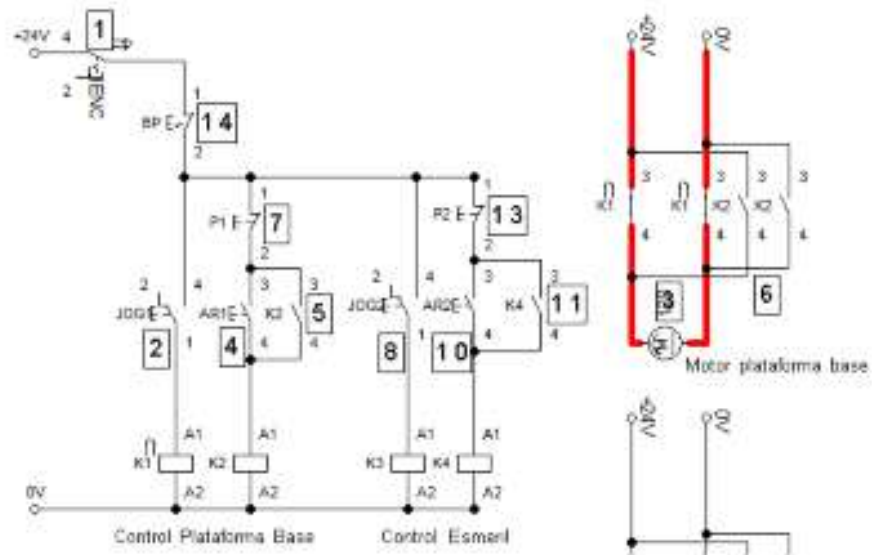


Figura 2.10 Cambio de posición de contactor

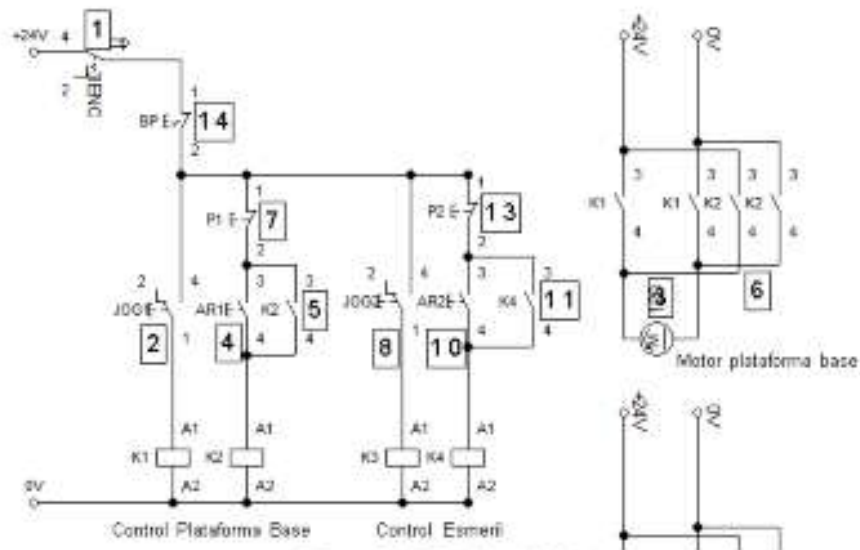


Figura 2.11 Estado original

Una vez que se ha realizado el ajuste de la sierra, se procede a hacer trabajar el motor de forma periódica, utilizando control de paro arranque. Primero, se acciona el pulsador <4> (Figura 2.12).

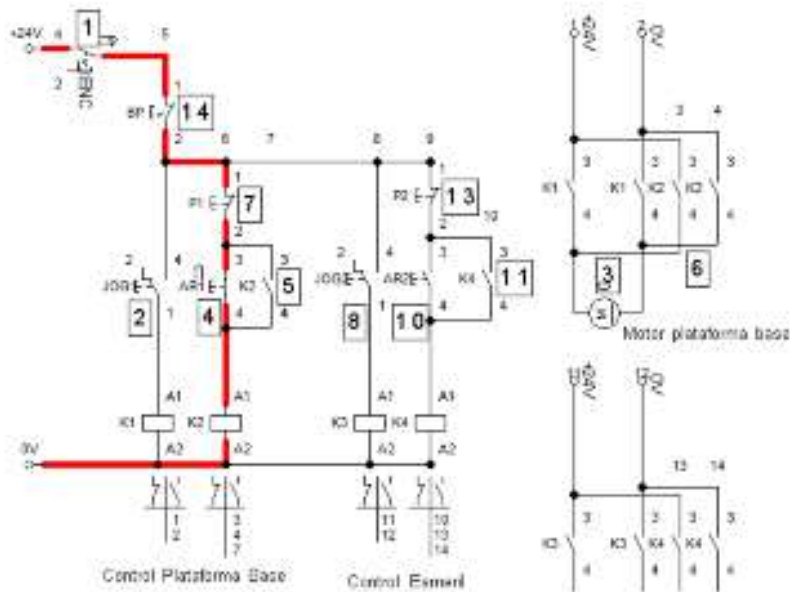


Figura 2.12 Arranque por pulsador





El motor de la plataforma trabajará hasta que se oprima el botón de paro <7> (Figura 2.15).

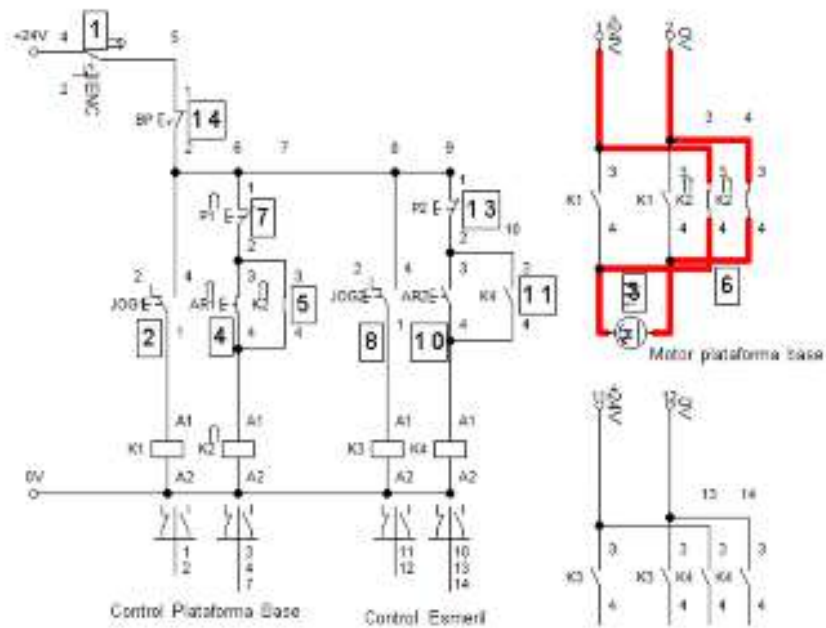


Figura 2.15 Condición de botón de paro

Haciendo que el motor vuelva a su estado inicial (Figura 2.16).

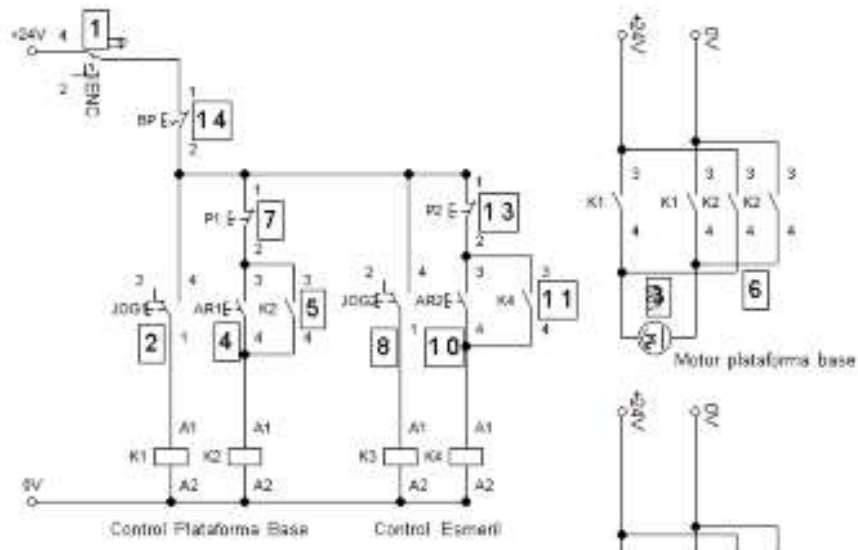


Figura 2.16 Estado original

Lo mismo sucede para el control del esmeril. Se realiza un ajuste previo al afilado, implementando un sistema de jogeo. Se acciona el selector de posición <8> (Figura 2.17).

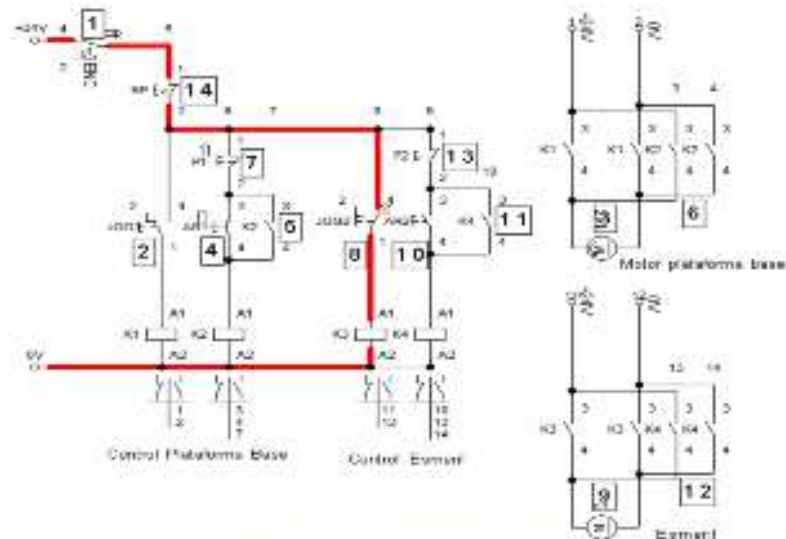


Figura 2.17 Selección de posición

Lo cual activa el contactor <9> de forma momentánea, hasta que el selector vuelve a su posición original (Figura 2.18).

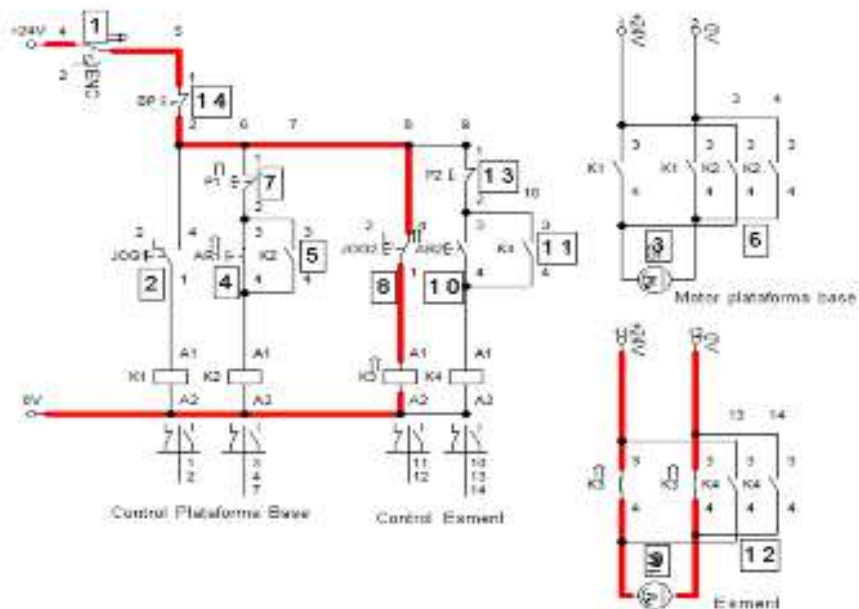


Figura 2.18 Cambio de posición del selector

De esta forma el contactor <9> se desactiva, y el motor se detiene (Figuras 2.19 y 2.20).

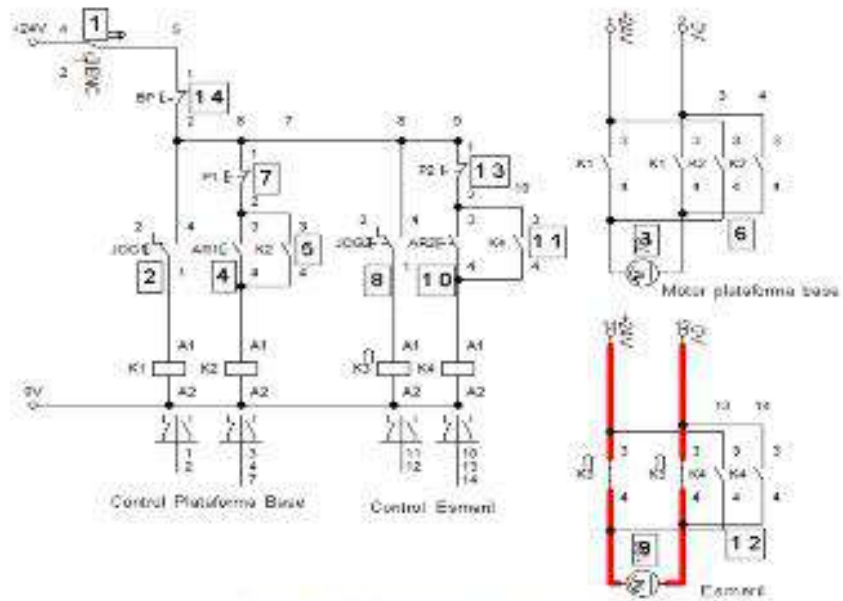


Figura 2.19 Desactivación del motor

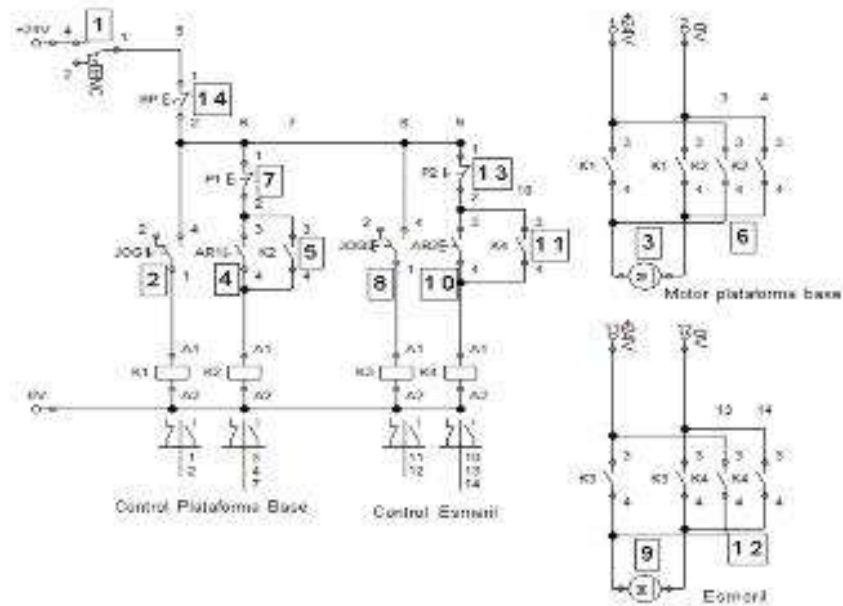


Figura 2.20 Estado original

Ahora bien, para que el esmeril trabaje de forma continua. Se procede a realizar lo mismo que se realizó para la plataforma base. Se acciona el pulsador <10> (Figura 2.21).

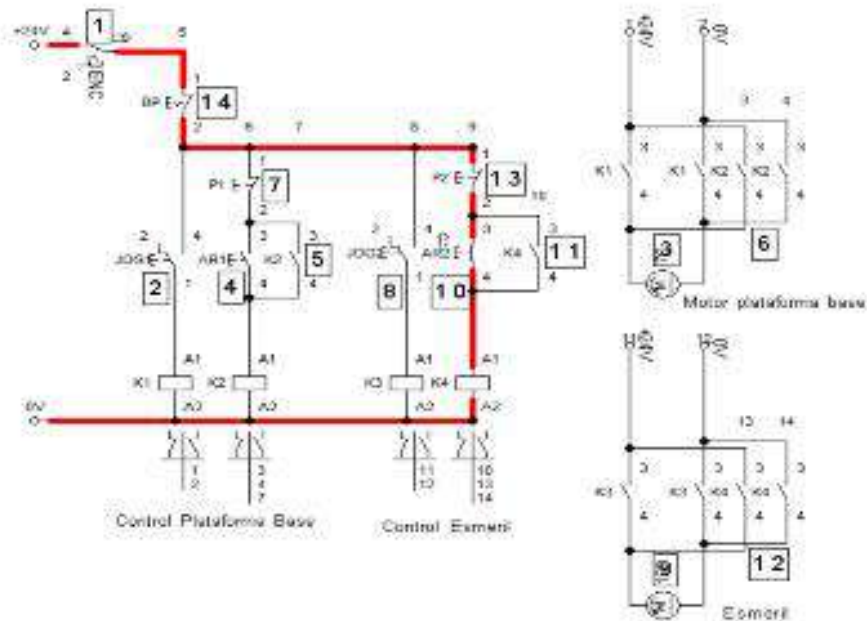


Figura 2.21 Trabajo continuo

La bobina del contactor se energiza y el platino de control <11> se enclava, activando el motor (Figuras 2.22 y 2.23).

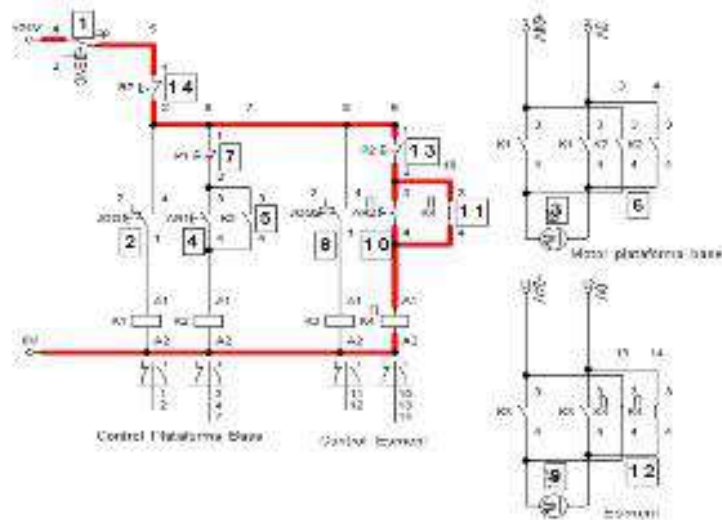


Figura 2.22 Contactor energizado

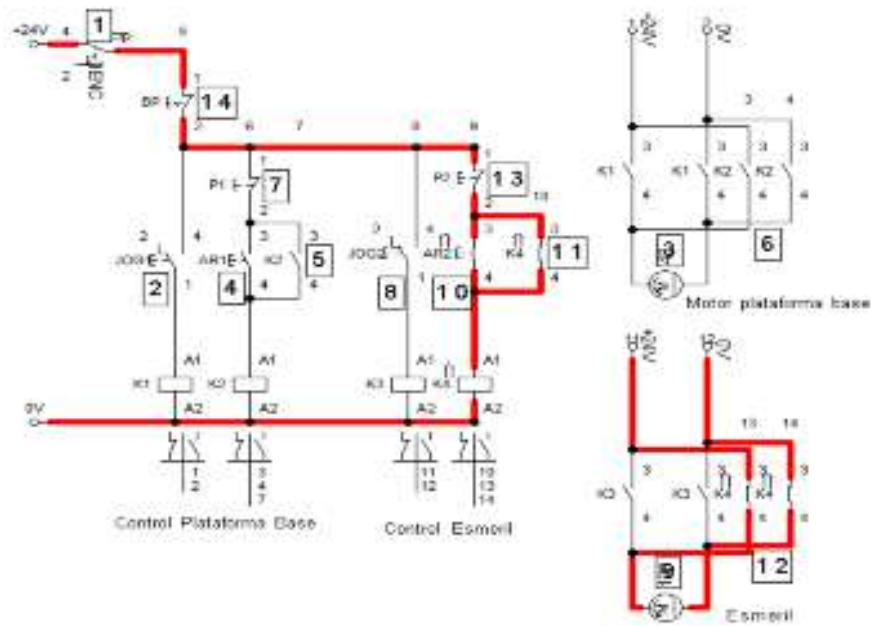


Figura 2.23 Platino de control enclavado

El contactor <12> permanecerá activo hasta que se oprima el botón de paro <13> (Figura 2.24).

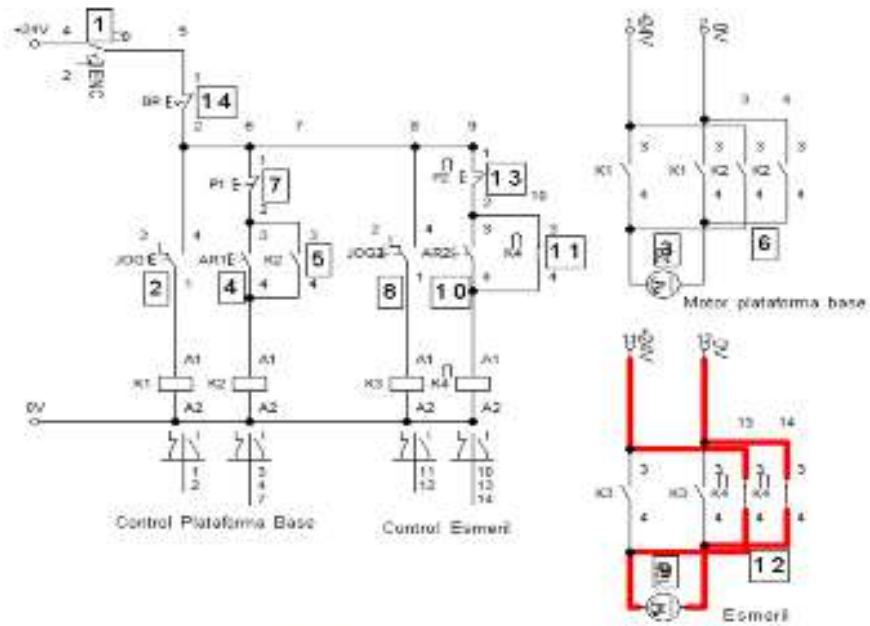


Figura 2.24 Permanencia de activación de contactor

Cuando esto ocurra, el contactor se desactivará y el motor dejará de trabajar (Figura 2.10). En caso de alguna emergencia, se implementó un botón de paro de emergencia <14> (Figura 2.25).

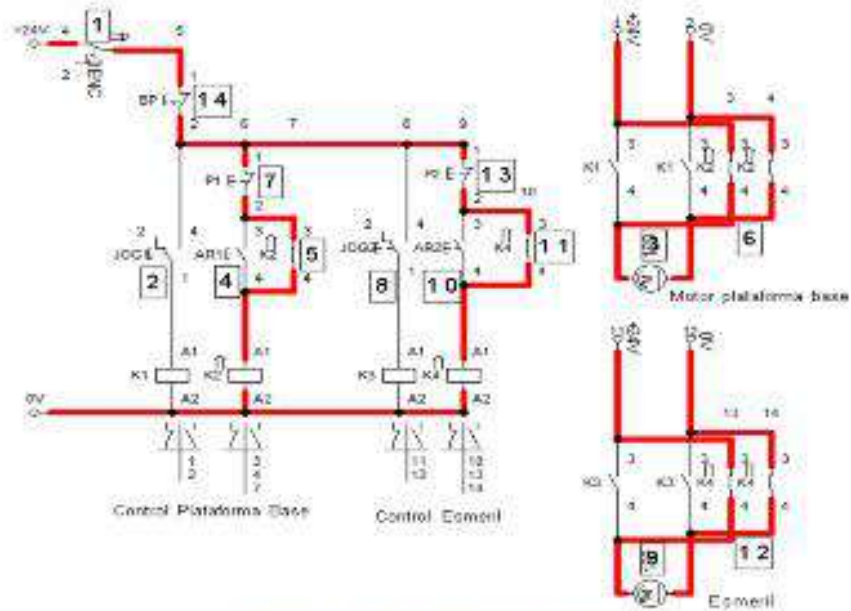


Figura 2.25 Botón de paro de emergencia

Una vez éste sea accionado, se detendrá el funcionamiento de los motores (Figuras 2.26).

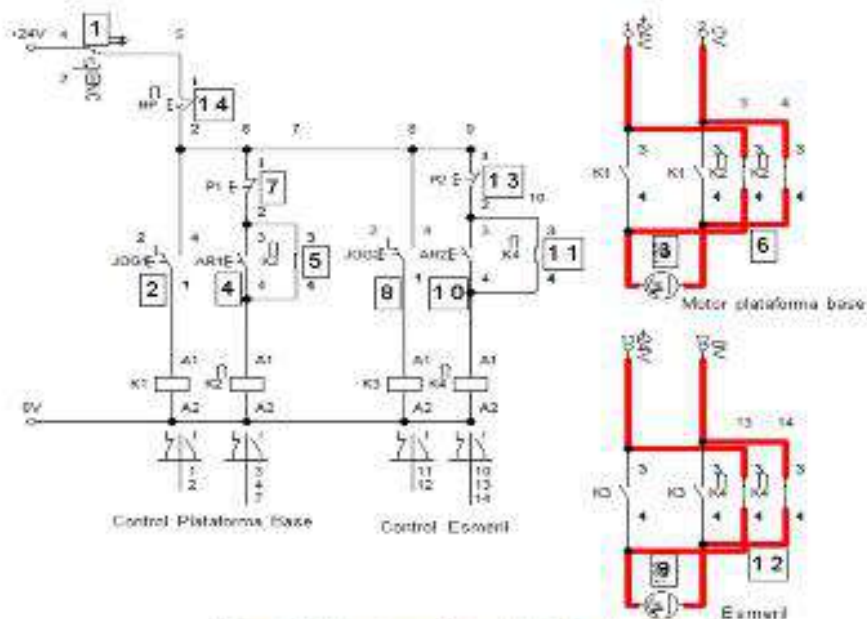


Figura 2.26 Accionamiento de botón de paro

Lo anterior al ser un diseño alfa, se utiliza como una preconcepción del circuito eléctrico ya modificado, dicho circuito se muestra en la Figura 2.27; se ocupó el software CADe\_SIMU, con el cual se puede hacer una aproximación más real a lo que se va a construir.

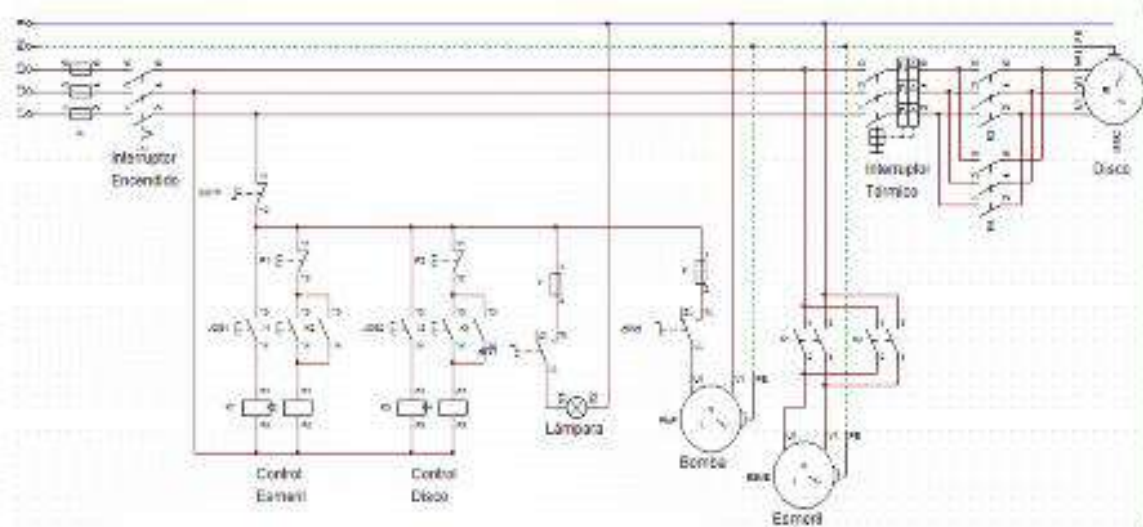


Figura 2.27 Circuito eléctrico real

El funcionamiento ya se ha explicado, sólo que ahora, en este diagrama se ha podido simular el comportamiento del circuito conectado a línea trifásica. Se ha anexado un sistema de iluminación y lubricación, además de protecciones (fusibles e interruptores térmicos) éstos últimos, en caso de cortocircuito o mal funcionamiento de los motores.



Entre las modificaciones se encuentra un interruptor de protección y un interruptor de encendido que activan las tres líneas y encienden la máquina; la parte de control se queda igual; teniendo control por jogeo y paro arranque como se puede apreciar en la Figura 2.28, para el esmeril y el motor del disco base.

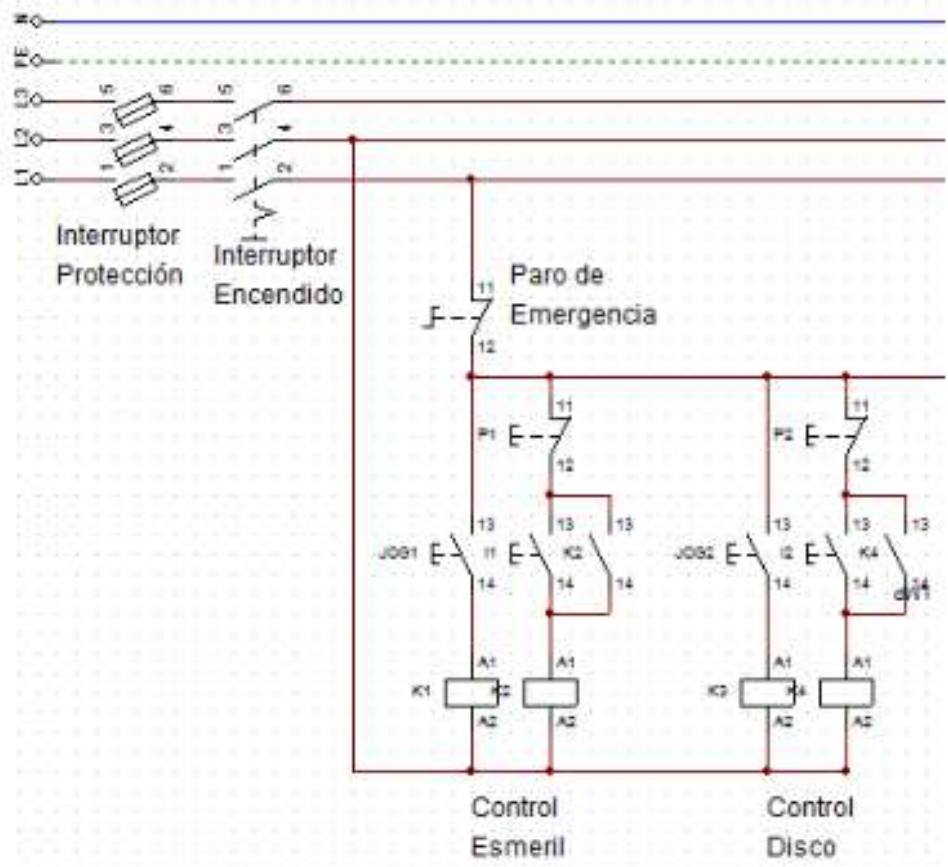


Figura 2.28 Interruptores de encendido y control por jogeo y paro-arranque

En lo que a fuerza se refiere, se implementó un interruptor térmico de protección para el motor trifásico (Figura 2.29). Los contactores quedarán de la misma forma, como ya se ha explicado anteriormente.

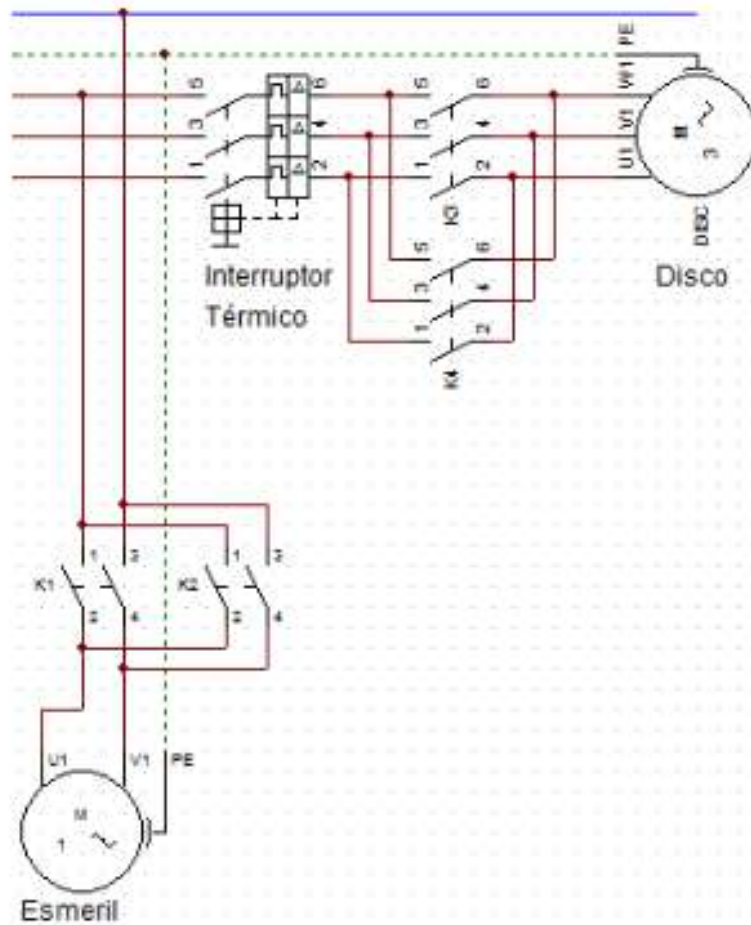


Figura 2.29 Conexión de los motores (Fuerza)

En cuanto al sistema de iluminación y lubricación, la lámpara y la bomba, como se aprecia en la Figura 2.30, ya cuentan con su propio interruptor y su fusible de protección.

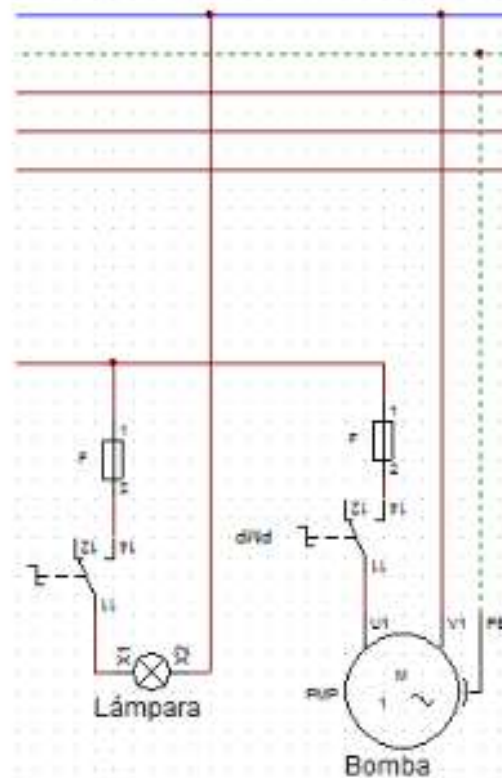


Figura 2.30 Control de bomba y lámpara

Los sistemas anteriores, serán interrumpidos una vez que el botón de paro de emergencia (que se aprecia en la Figura 2.28) sea accionado.

## 2.2.2 Análisis y simulación en sistema mecánico

Considerando el material de la mesa (hierro dúctil), la placa de 3/8 in con un corte rectangular en el centro del mismo material, se realizó el análisis de tensiones en SolidWorks, para la estructura de la mesa considerando un peso 60kg como se muestra en la Figura 2.31. Al cual se aplicó cuatro sujeciones fijas a los soportes de la mesa para definir que permanezca estático, una fuerza de 150N, que es el peso a soportar de todo el material necesario para la máquina.

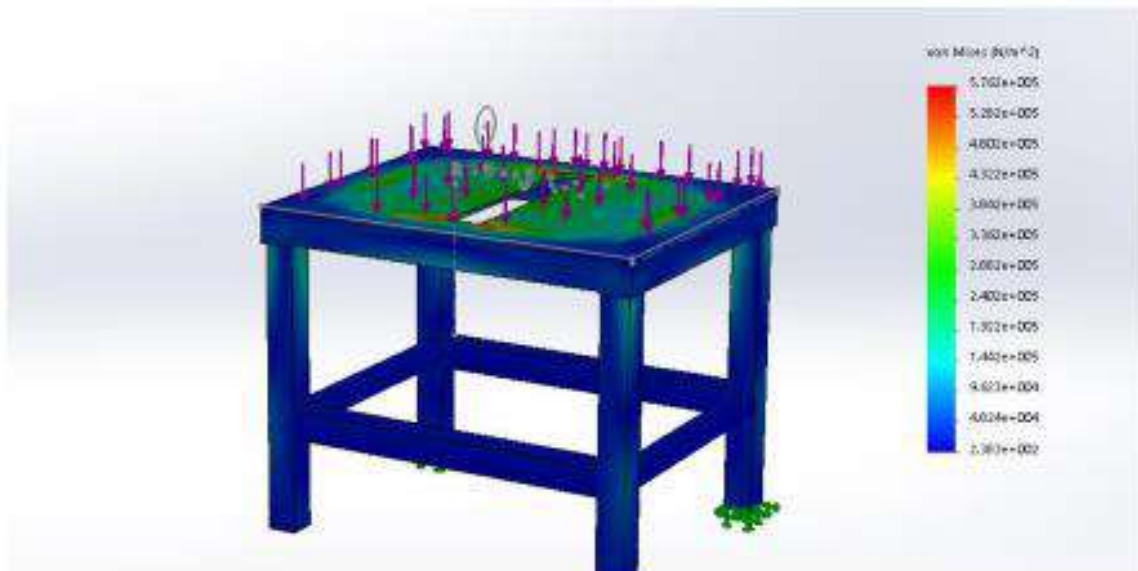


Figura 2.31 Análisis de tensiones en mesa base

En la parte derecha de la Figura 2.32 se aprecia una tabla de Von Mises que, en una escala de colores, donde el rojo representa una escala mayor de deformación y el azul no hay deformación, y se muestra que la mesa y la placa es viable. La aleación de aluminio 6061 tiene la característica de ser más resistente y ligero que el aluminio común, por esa razón se decidió utilizar la aleación para los discos. La flecha del motor de material es de aleación de acero al carbón con una copa de aleación de aluminio 6061. Se realizó el análisis de tensiones de la flecha del motor, la copa y los discos como se representa en la Figura 2.33.

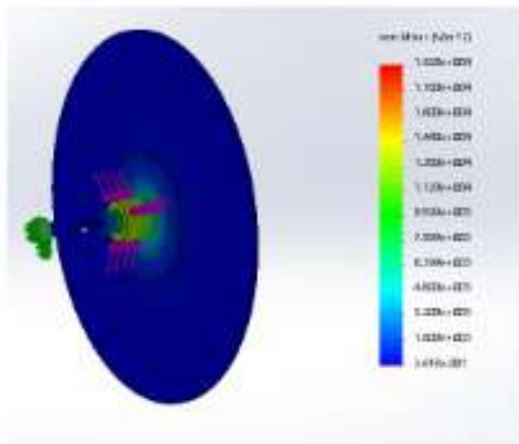


Figura 2.32 Análisis de tensiones con tabla de von Mises 1

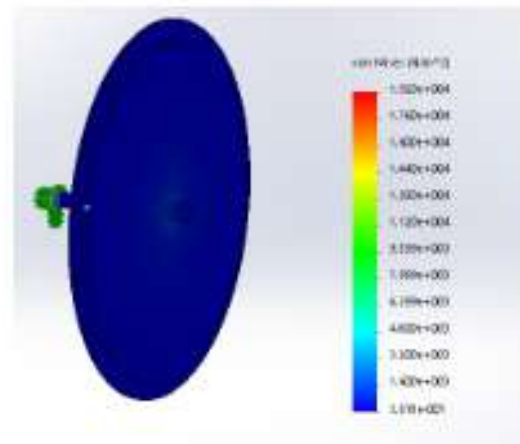


Figura 2.33 Análisis de tensiones con tabla de von Mises 2

En la Figura 2.34 se muestra el análisis de tensiones de la flecha, copa y discos, la carga del peso de los discos de 23 in y 21 in es en la copa debido a que establece la sujeción de la flecha del motor y los dos discos para el afiliado, en la parte izquierda de las figuras 2.32, 2.33, 2.34 y 2.35, se observa en la tabla de Von Mises que es viable el diseño de la copa tomando en consideración que son los dos discos de mayor diámetro.

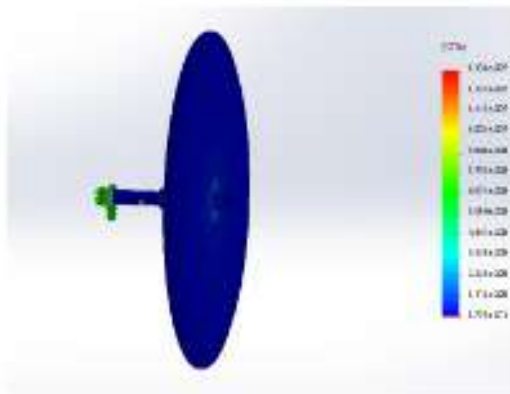


Figura 2.34 Análisis de deformaciones unitarias 1

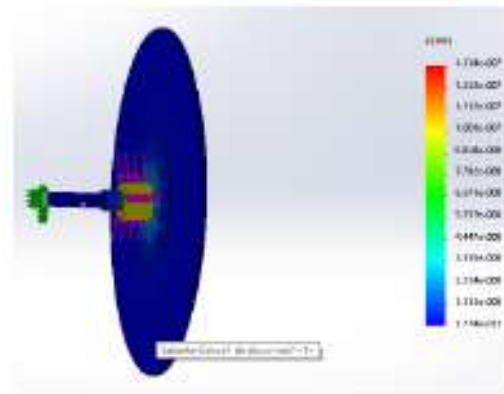


Figura 2.35 Análisis de deformaciones unitarias 2

El análisis de deformaciones unitarias para la copa, discos y flecha como se muestra en las figuras 2.35 y 2.36 se observa en la tabla de colores ESTRN (La deformación unitaria equivalente) en color rojo es la mayor deformación que puede tener un material sin regresar a su estado original y el color azul define que no se tendrá deformación en el material, como se observa la copa no sufrirá de una deformación unitaria sin retroceso.

## 2.3 Selección de insumos

Elemento	Cantidad
Disco Abrasivo Tipo Campana	1
Disco súper abrasivo de tipo campana	1
Placa de fierro 4x10' de 3/8"	1
Placa de Aluminio 6061 4x10' 3/8"	1
Mesa de coordenadas de alta precisión	2
Esmeril de 5"	1
Variador de velocidad motor	1
1 botón Pulsador Rojo NC SIEMENS (paro)	1
1 botón Pulsador Verde NA SIEMENS (arranque)	1
1 selector de 2 posiciones negro SIEMENS (joggeo)	1
1 botón pulsador de emergencia tipo hongo rojo (paro de emergencia)	1
2 contactores SIEMENS	1
Discos de corte	5
Discos para pulir	5
Discos de desbaste	2
Seguetas para arco bimetálico	3
Disco de campana de diamante	1

## Capítulo 3

### 3.1 Evidencia de implementación

Desafortunadamente debido a un problema de logística interna no ha sido posible concluir con el proyecto en cuestión, no obstante, ya se ha realizado la requisición pertinente del material faltante el cual se estima que sea entregado en breve.

No obstante, se presentará a continuación el diseño definitivo que se aproxima lo más posible al proyecto terminado en cuanto a la base. Tal y como se puede apreciar en las figuras 3.1, ya se tiene el concepto de la mesa de trabajo y de la ubicación de los componentes (esmeril, motor de discos, mesa de trabajo). Y en las figuras 3.2 y 3.3 se aprecia la inclusión de la protección de los discos.

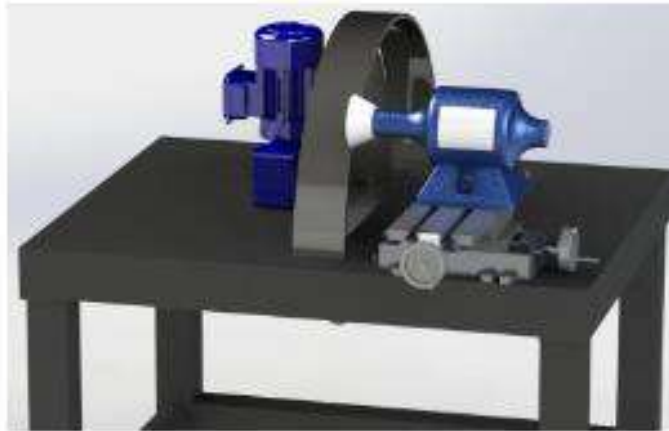


*Figura 3.1 Máquina afiladora (vista frontal)*



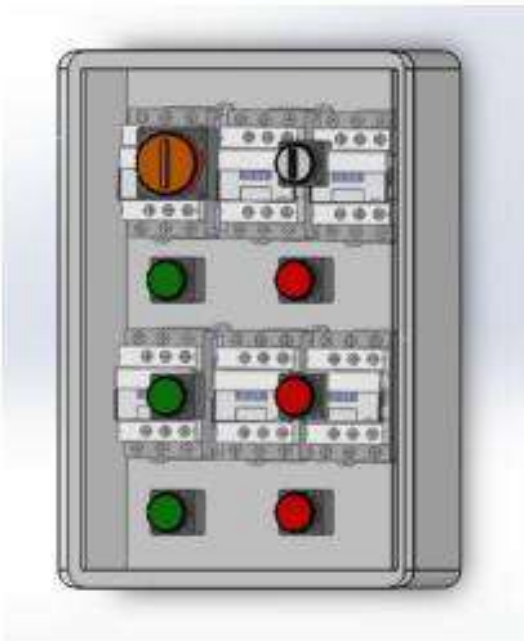
*Figura 3.2 Máquina afiladora (vista trasera)*





*Figura 3.3 Máquina afiladora (vista lateral)*

Así mismo, se puede observar en la figura 3.4 que se realizó una propuesta inicial del tablero de control. Dicho tablero sirvió como base para posteriormente llevar a cabo algo real en cuanto al material que se fuese a utilizar y a la distribución interna de los componentes; como se puede ver en las figuras 3.5, 3.6 y 3.7.



*Figura 3.4 Propuesta del tablero de control*



*Figura 3.5 Tablero de control real*



Figura 3.6 Vista interior del tablero de control



Figura 3.7 Botonera del tablero de control

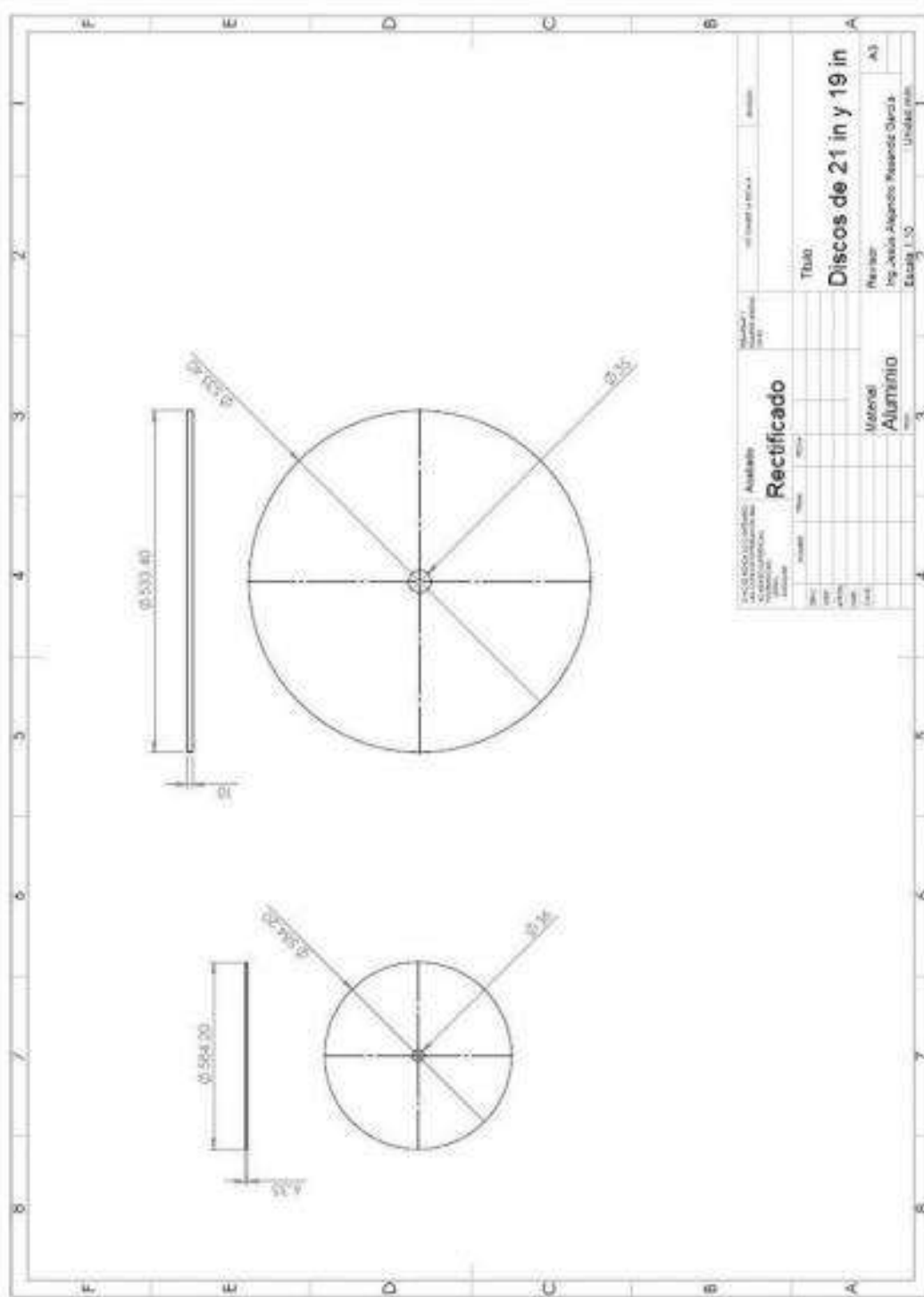
Por lo antes expuesto se puede garantizar el correcto funcionamiento del proyecto una vez se cuente con los elementos necesarios para su armado final y pruebas posteriores. Por lo cual llegamos a un acuerdo con la empresa para terminar la implementación del proyecto incluso después del periodo planteado.

## 3.2 Conclusiones

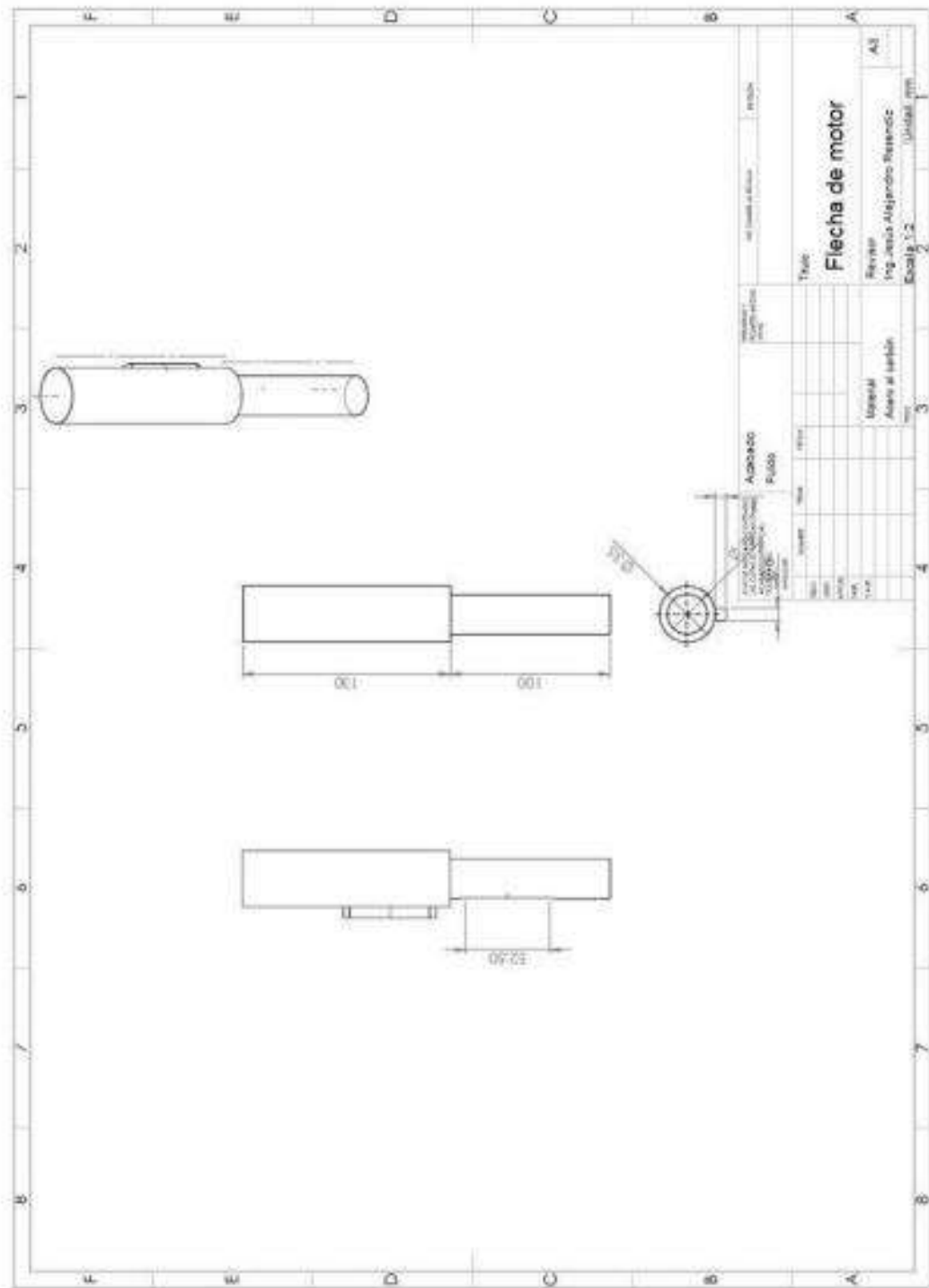
Se cumplió el objetivo de diseñar e implementar una máquina afiladora de sierra circular, partiendo de las propuestas que se tuvieron al principio, así como las modificaciones hechas durante el proceso. Se planteó un control de velocidad para el motor por medio de un variador, de esta forma solucionando el problema del ajuste de la sierra antes del afilado. Asimismo, debido a la falta de adquisición de insumos, se cumplió con el objetivo de realizar la máquina en 3D (componentes de control incluidos) mediante el uso del software SolidWorks, para que de esta forma se tenga una aproximación real para su posterior construcción. Por último, se dejó

planteada una ubicación óptima, así como ajustes de seguridad para que el operador trabaje de forma más eficiente y sin riesgos.

**ANEXO**

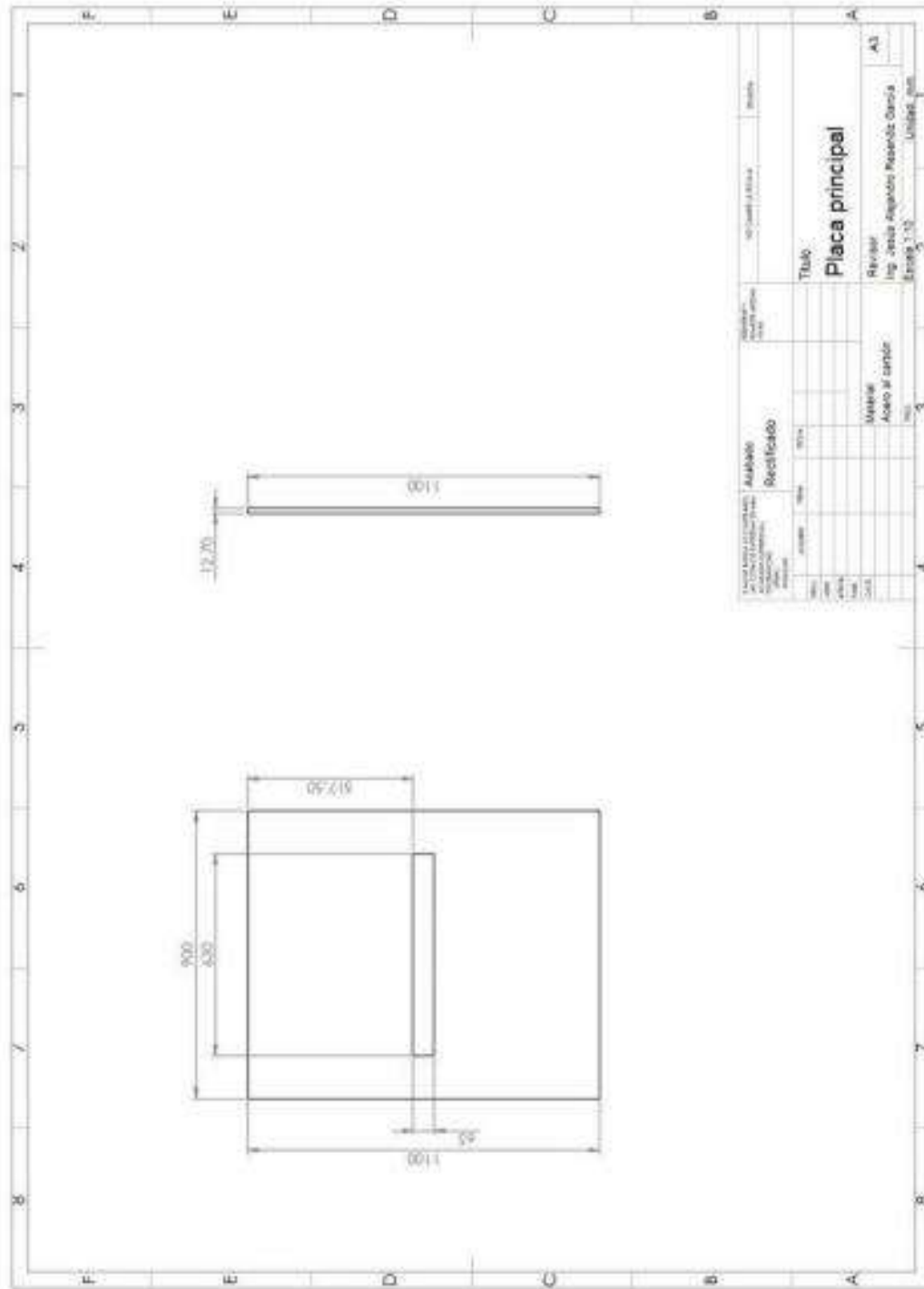


Anexo 1 Plano de los discos de 19 in y 21 in



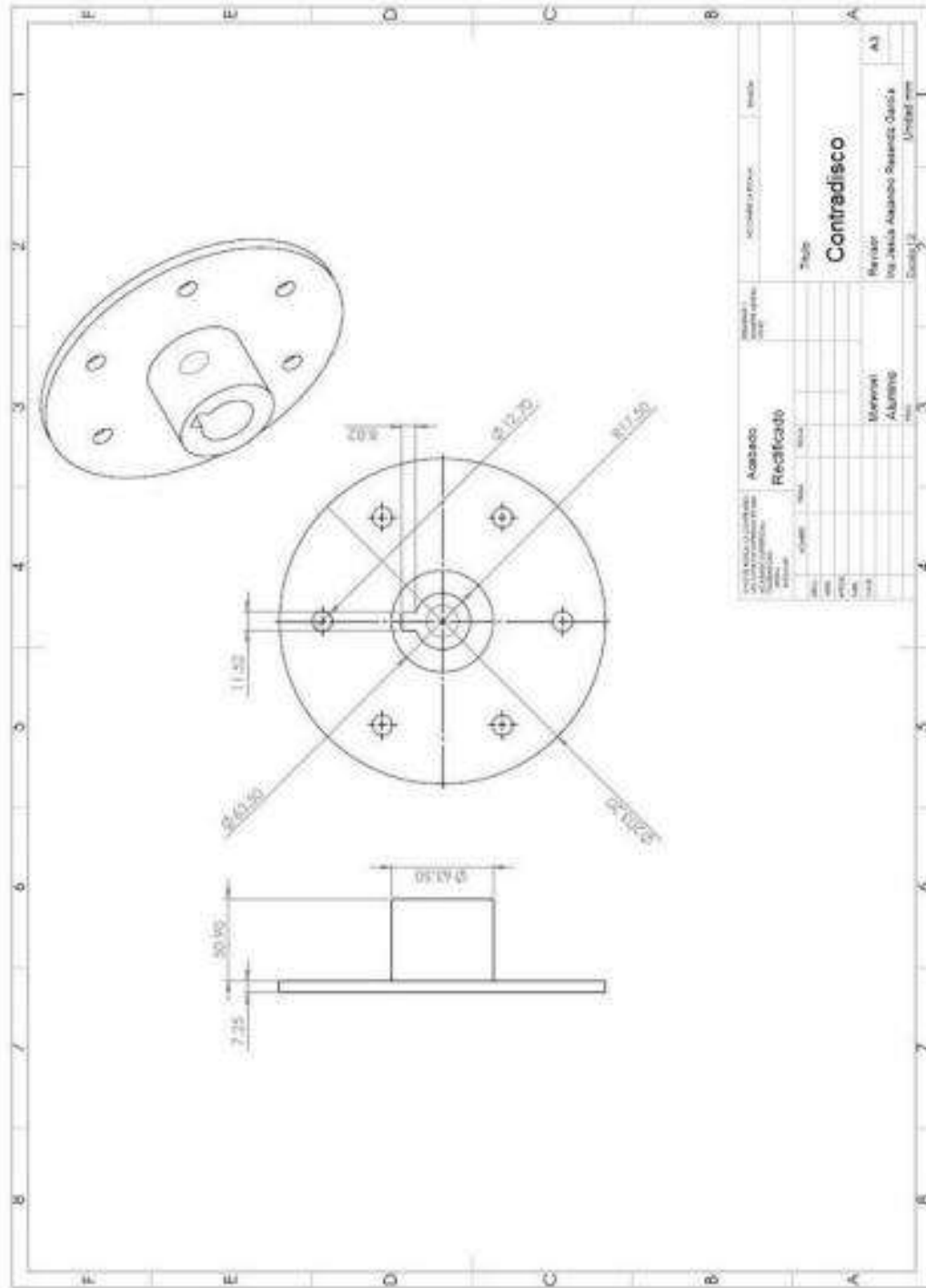
Anexo 2 Plano de la flecha del motor





Anexo 4 Plano de placa principal a montar sobre la mesa





Anexo 5 Plano de campana sujetadora de disco base