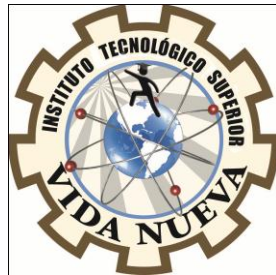




**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR**

**VIDA NUEVA**



**CARRERA:**

**TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA DEL PROYECTO DE APLICACIÓN PRÁCTICA**

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”

**AUTOR:**

PÉREZ CABRERA PATRICIO JAVIER

**TUTOR:**

ING. PAZMIÑO SOLÍS TRANSITO ELIZABETH

**FECHA:**

**JULIO, 2019**

**QUITO – ECUADOR**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, **PÉREZ CABRERA PATRICIO JAVIER** portador/a de la cédula de ciudadanía **1718480641**, facultado/a de la carrera **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema **“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.”**, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, a los días 27 del mes de Julio de 2019.

**PÉREZ CABRERA PATRICIO JAVIER**

**C.I.: 1718480641**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto: 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. en la ciudad de Quito, presentado por el ciudadano Patricio Javier Pérez Cabrera, para optar por el título de Tecnólogo en Electromecánica, certifico, que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, a los días 27 del mes de Junio de 2019.

ING. PAZMIÑO SOLIS TRANSITO ELIZABETH  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: 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

Del Sr. estudiante: Pérez Cabrera Patricio Javier.

De la Carrera, Tecnología en Electromecánica.

Para constancia firman:

---

**C.I.:**

---

**C.I.:**

---

**C.I.:**

---

**C.I.:**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, PEREZ CABRERA PATRICIO JAVIER con cedula de ciudadanía 1718480641 estudiante del Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, declaro que he realizado este trabajo de titulación tomando en consideración citas bibliográficas que se nombran en este texto.

El Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva puede utilizar este trabajo de titulación como una ayuda bibliográfica.

---

Pérez Cabrera Patricio Javier

C.I 171848064-1

## **AGRADECIMIENTO**

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres, mi esposa y mis hermanos por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Pérez Cabrera Patricio Javier

Contenido	
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo General.....	5
3.2 Objetivos específicos.....	5
4. DESARROLLO O CUERPO PRINCIPAL .....	6
4.1.1. Parte eléctrica .....	7
4.1.1.1. PLC.....	8
4.1.1.2. Ventajas.....	9
4.1.1.3. Desventajas.....	10
4.1.1.4. Aplicación .....	10
4.1.1.5. Fuente de alimentación .....	10
4.1.1.6. Bandas de nylon 54.6 X21.6mm.....	10
4.1.1.13. Sensor final de carrera .....	17
4.1.1.14. Transmisión de hierro ½.....	18
4.1.1.15. Selector On/Of .....	18
4.1.1.16. Botón reste .....	19
4.1.1.17. Botón de emergencia tipo hongo.....	19
4.1.1.18. Caja de gabinete .....	20
4.1.1.19. Breakers.....	20
4.1.1.20. Porta fusible .....	21
4.1.1.21. Guarda motor .....	21
4.1.1.22. Automatización .....	22
4.2.1. Diseño. ....	24
4.2.1.1. Esquematación.....	29
4.2.1.2. Solución del problema.....	29
4.2.3.1. Construcción tablero de control.....	37
4.2.3.2. Implementación de los equipos eléctricos .....	38
5. CONCLUSIONES.....	41



6.-RECOMENDACIONES.....	42
6. REFERENCIAS.....	43
6.1 BIBLIOGRAFÍA.....	43
7. ANEXOS .....	45
ANEXO 5 .....	48
ANEXO DE MANTENIMIENTO .....	48

## Tabla de Ilustraciones

Figure 1 Sistema de funcionamiento del proyecto. Elaboración propia. (2019)	6
Figure 2: Diagrama de conexión. Elaboración propia. (2019).	7
Figure 3: Human Machine Interface (PLC). Ais.(2018).	8
Figure 4: Human Machine Interface (HMI). Ais.(2018).	9
Figure 5: Banda de nylon. Elaboración propia. (2019).	11
Figure 6: Motor monofásico. Elaboración propia. (2019).	12
Figure 7: Rotor jaula de Ardilla. Ais.(2018).	12
Figure 8 Campo magnético. Ais.(2018).	13
Figure 9: Esquema de conexión.	14
Figure 10: Trazadora. Elaboración propia	15
Figure 11: Polea de aluminio 3 y 1 ½ pulg en V. Elaboración propia. (2019).	16
Figure 12: Rodamientos. Elaboración propia. (2019).	17
Figure 13: Rodamientos. Elaboración propia. (2019).	17
Figure 14: Sensor final de carrera. Elaboración propia. (2019).	18
Figure 15: Ejes de transmisión de acero. Elaboración propia. (2019).	18
Figure 16: Selector. Elaboración propia. (2019).	19
Figure 17: Botón recete. Elaboración propia. (2019).	19
Figure 18: Botón de emergencia tipo hongo. Main. (2017).	20
Figure 19: Caja de gabinete. Elaboración propia. (2019).	20
Figure 20: Breaker. Keen. (2018)	21
Figure 21: Porta fusible. Elaboración propia (2018)	21
Figure 22: Guarda motor. Elaboración propia (2018).	22
Figure 23: Plano de la mesa. Elaboración propia. (2019).	26
Figure 24: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).	27
Figure 25: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).	28
Figure 26: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).	30
Figure 27: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).	30
Figure 28: Elaboración propia. (2019)	31
Figure 29: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).	31
Figure 30: Adaptación de motor para brazo Elaboración propia. (2019).	32
Figure 31: Brazos para subir y bajar la cierra. Elaboración propia. (2019).	32
Figure 32: Construcción de estructura para base de rodillos. Elaboración propia. (2019).	33
Figure 33: Construcción de bases para rodillos de empuje. Elaboración propia. (2019).	33
Figure 34: Armado de poleas y chumaceras. Elaboración propia. (2019).	34
Figure 35: Colocación de coleas en la estructura de la máquina. Elaboración propia. (2019).	34
Figure 36: Funcionamiento de piezas por separado. Elaboración propia. (2019).	35
Figure 37: Conexión tablero de control. Elaboración propia. (2019).	35
Figure 38: Elaboración propia. (2019).	37
Figure 39: Elaboración propia. (2019).	39
Figure 40: Elaboración propia. (2019).	39
Figure 41: Botoneras elaboración propia. (2019).	40
Figure 42: Pruebas de funcionamiento elaboración propia. (2019).	40

## RESUMEN

## **ABSTRACT**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de una máquina que corte varillas de un diámetro de 10mm que se emplearán en una etapa de los procesos pertenecientes a la CONSTRUCTORA VAROLDOSA S.A". Esta máquina realiza un proceso automatizado y está compuesta de tres motores monofásicos, y un PLC, como requisito fundamental en el funcionamiento de esta máquina es que debe tener supervisión constante de un operario. Esta máquina presenta una variable que es la distancia del corte, esta variable es manipulada por el operario de manera manual apoyándose de una regleta graduada regulable que se encuentra en la máquina.

Para la implementación del sistema de control se realizó un análisis de los elementos necesarios para la automatización de los motores. Este elemento eléctrico tiene como objetivo encender los tres motores en los tiempos programados en el PLC, por el cual su precisión se encuentra establecida en el logo PLC SIEMENS. La transmisión de potencia mecánica es a través del juego de poleas, que permiten la reducción de velocidad del motor que empuja a la varilla hacia el punto de corte, dando paso al funcionamiento secuencial de los otros motores que realizan el proceso programado del corte de varillas para la construcción.

Esta máquina realiza corte automático de varillas para la construcción de un diámetro de 10mm, en la cual la longitud es manual y manipulada por el operario dependiendo de la necesidad obtenida, pero los cortes de la varilla son de manera automática. Toda esta información es procesada a través de un PLC SIEMENS, el PLC se encarga de controlar los tiempos de accionamiento de cada motor para que realice el corte de la varilla.

## 2. ANTECEDENTES

La máquina cortadora de varillas automatizada nos permite realizar cortes de varillas de manera segura disminuyendo los riesgos a los que se encuentran expuestos a diario los operarios que realizan esta actividad.

La máquina cortadora automática sirve para realizar cortes exactos y aumentando la eficiencia. Fue construida principalmente con la idea de corregir las posturas de los operarios y mantener una distancia entre el punto de corte y operario. Existen guardas de seguridad y un botón de paro de emergencia que está diseñado para proteger al operario.

La investigación en el ámbito de la construcción no presenta registros de estudios a nivel internacional con las mismas variables que precedan a este trabajo investigativo, sin embargo se pudo evidenciar que Arellano, J. (2011) presenta en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México D.F., el trabajo de grado denominado; “Diseño de un Sistema Automático de corte y distribución de perfiles metálicos”.

LA CONSTRUCTORA VAROLDOSA S.A actualmente cuenta con una amoladora y un flexómetro, para realizar la medición y el corte de las varillas de forma manual, con la implementación de la máquina cortadora de varillas se realizará este proceso de manera automática y con menos esfuerzo para el operario.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Diseñar y fabricar una máquina que realice el corte automatizado de varillas de 10mm de diámetro que serán empleados en las actividades de obra civil en la “CONSTRUCTORA VAROLDOSA S.A.”

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar el proceso de corte de varillas de 10 mm en las obras.
- Diseñar una máquina que pueda facilitar el proceso de corte de varillas.
- Construir una máquina que realice los cortes de varillas de 10 mm de manera automatizada.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina verificando que se cumpla con los objetivos planteados.

## 4. DESARROLLO O CUERPO PRINCIPAL

### 4.1. Marco Teórico – Conceptual

En cuanto al diseño y construcción de una máquina que realice cortes automáticos de varillas de 10mm se inicia con la ayuda de un PLC SIEMENS, es el que se encarga de controlar todos los motores que conforman la máquina para realizar el proceso de corte de varillas que se lo representa en la figura 1.

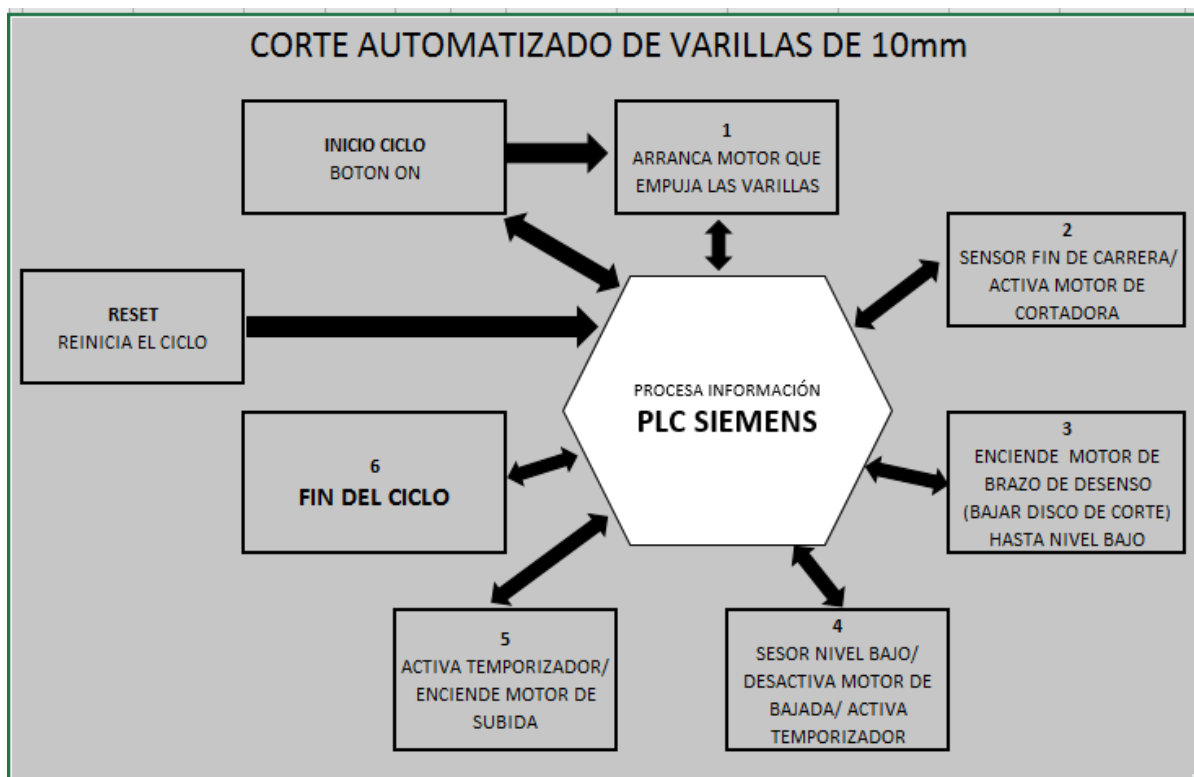


Figure 1 Sistema de funcionamiento del proyecto. Elaboración propia. (2019)

El PLC es una memoria programable que nos permite reducir espacios de instalación. Otro de los beneficios es que nos permite ejecutar y controlar varios procesos programados aumentando la eficiencia y productividad.



### 4.1.1. Parte eléctrica

Permite conectar y desconectar en forma manual o automática todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que están conectados a una fuente de energía.

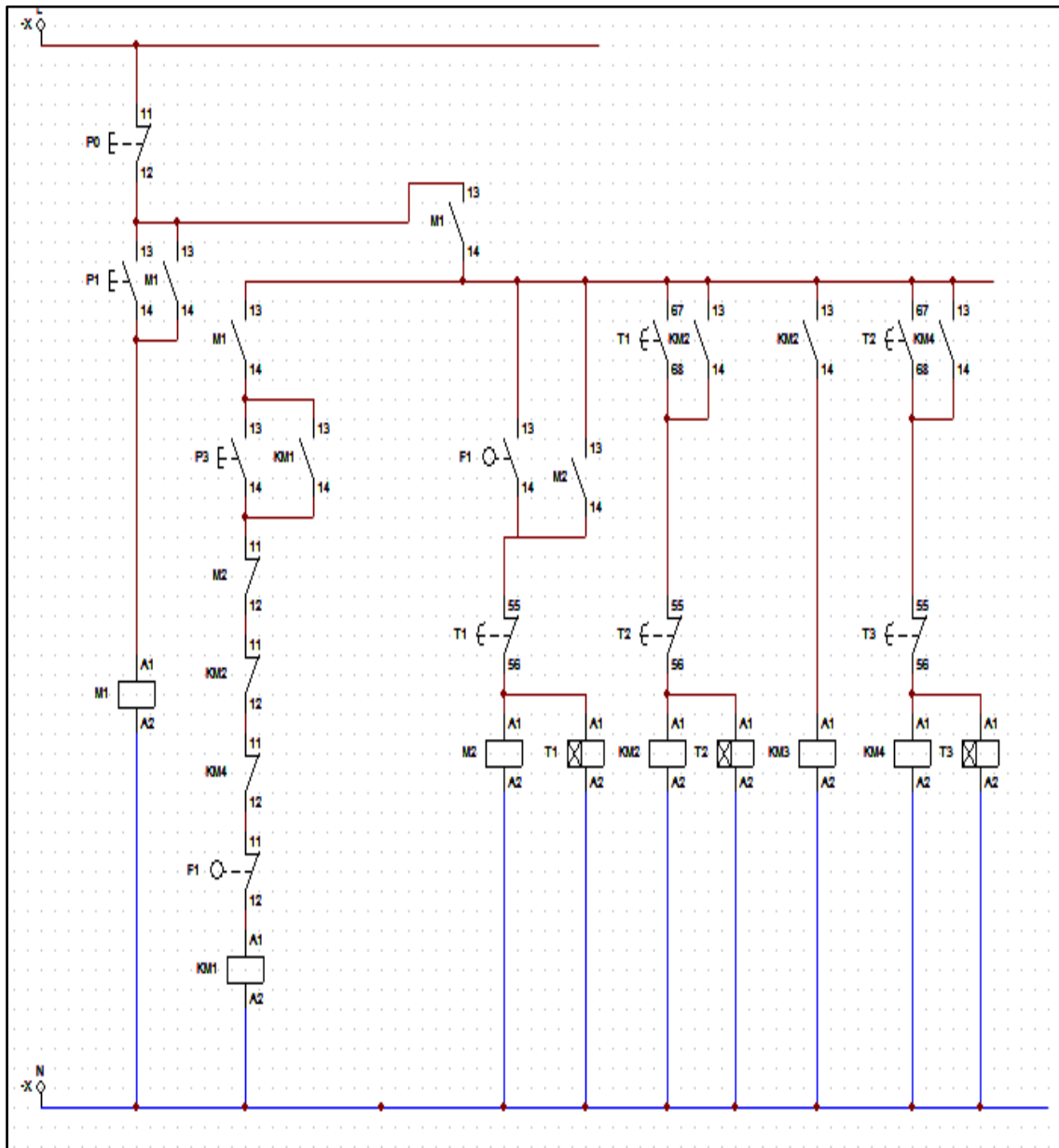


Figure 2: Diagrama de conexión. Elaboración propia. (2019).

En el diagrama presentado (Figura 2) se puede apreciar todo el esquema de las conexiones lógicas realizadas para obtener el funcionamiento de la máquina tomando en cuenta todas las protecciones y seguridades necesarias.

#### 4.1.1.1. PLC

Es un dispositivo electrónico, que utiliza una memoria interna programable que sirve para guardar instrucciones para determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de Entrada y Salida analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos.

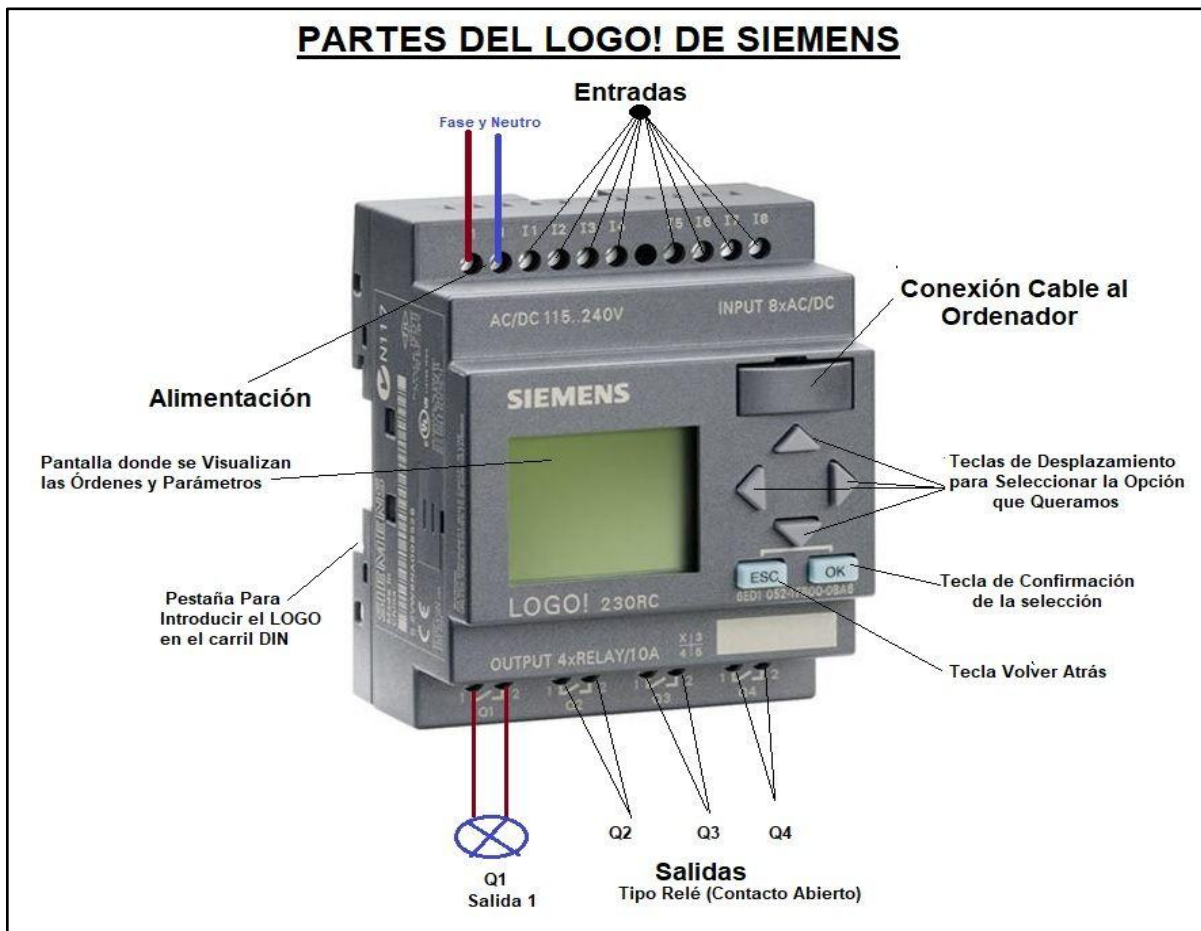


Figure 3: Human Machine Interface (PLC). Ais.(2018).

Para que el sistema funcione es necesario que exista un suministro de potencia cuyo propósito principal es garantizar los voltajes de operación internos del controlador y sus bloques. Los valores más frecuentemente utilizados son  $\pm 5V$ ,  $\pm 12V$  y  $\pm 24V$  y existen principalmente dos módulos de suministro de potencia: los

que utilizan un voltaje de entra de la red de trabajo los que utilizan suministradores de potencia operacionales para el control de los objetos.

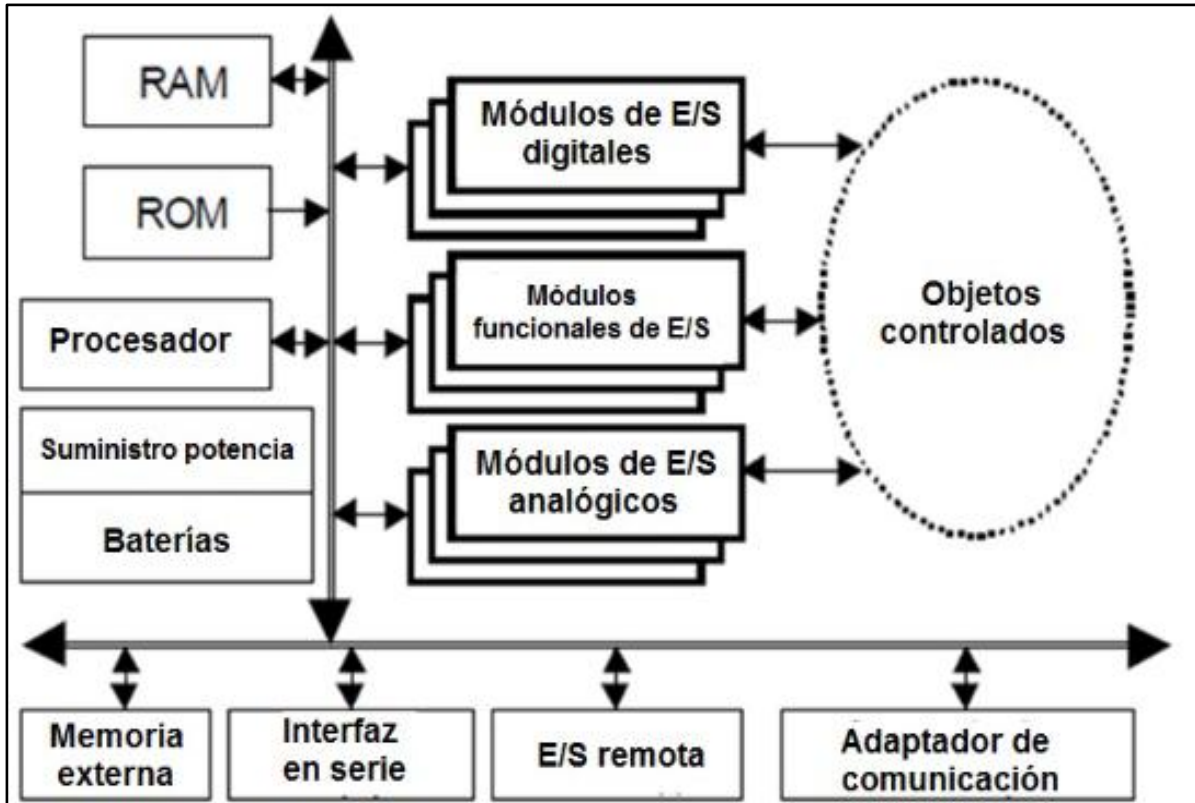


Figure 4: Human Machine Interface (HMI). Ais.(2018).

#### 4.1.1.2. Ventajas

- Control más preciso.
- Mayor rapidez de respuesta.
- Flexibilidad Control de procesos complejos.
- Facilidad de programación.
- Seguridad en el proceso.
- Empleo de poco espacio.
- Fácil instalación.
- Menos consumo de energía.
- Mejor monitoreo del funcionamiento.
- Menor mantenimiento.
- Detección rápida de averías y tiempos muertos.

- Menor tiempo en la elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin elevar costos.
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómeta.

#### **4.1.1.3. Desventajas**

- Mano de obra especializada.
- Centraliza el proceso.
- Condiciones ambientales apropiadas.
- Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas

#### **4.1.1.4. Aplicación**

El PLC tiene un enorme campo de aplicación, se usa principalmente en maniobras de maquinaria. Aun así, también es útil para abarcar otros procesos y sistemas complejos de la industria moderna.

Otro punto a favor de los PLC en su uso industrial moderno es la conexión a internet. Debido a este aspecto, que puede parecer sencillo a priori y no tan importante, permite una monitorización del funcionamiento desde cualquier ordenador en múltiples ubicaciones, tanto dentro de una fábrica como fuera de ella.

Los sistemas PLC se aplican en los diversos tipos de procesos industriales. De hecho, su utilidad abarca muchos flancos, desde aquellos de pequeña envergadura como dosificadores o montacargas, hasta complejos sistemas de control o líneas completas de producción. Solo hay que elegir el modelo adecuado para cada caso.

#### **4.1.1.5. Fuente de alimentación**

Sirve para energizar el sistema electrónico y a su vez distribuir para todos los elementos que se encuentran conectados a él.

#### **4.1.1.6. Bandas de nylon 54.6 X21.6mm**

Son elementos de las máquinas flexibles que se utilizan para la transmisión de potencia de distancias comparativamente grandes, por lo general su función es reemplazar a los engranajes, simplificando mucho a una máquina y reduciendo los costos de instalación. La banda sirve para dar movimiento a las poleas que están sujetas junto con el eje principal de la máquina, esta es una pieza que soporta aproximadamente 25 libras se puede acoplar en cualquier polea y es fundamental su uso para reducir la velocidad de los motores y realizar el empuje de la varilla por medio de los legalizadores. (Figura 5)



Figure 5: Banda de nylon. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.7. Motores monofásicos

Los motores monofásicos son utilizados cuando no se disponen de un sistema trifásico y para pequeñas potencias, generalmente se utilizan para potencias menores de 2kw o 3kw. El suministro de corriente alterna trifásica no siempre está disponible en todas las instalaciones eléctricas, en una vivienda el suministro es monofásico (fase más neutro) a 230V.

Casi todos los frigoríficos y expositores al frío comerciales de los supermercados están accionados por compresores cuyos motores son monofásicos; lo mismo que las lavadoras domésticas; los patrones de los engranajes, etc.



Figure 6: Motor monofásico. Elaboración propia. (2019).

Los motores monofásicos al igual que los trifásicos, están constituidos por un estator dónde se alojan los devanados o bobinas inductoras, y un rotor (inducido) en una jaula de ardilla con barras en cortocircuito. (Figura 7)



Figure 7: Rotor jaula de Ardilla. Ais.(2018).

La jaula de ardilla en el motor es simplemente unas barras de aluminio que están cortocircuitadas mediante unos anillos. Estas barras son conductores eléctricos, que si tuviéramos un campo magnético giratorio en el estator al conectarlo a la tensión

monofásica, este campo magnético al girar cortarías las barras del estator, creándose en ellas una fem (fuerza electromotriz o tensión) según descubrió Faraday. Como las barras están en cortocircuito, la fem se transforma en una corriente de cortocircuito por las barras. A su vez según descubrió Oersted, esta corriente por los conductores (barras) crea un campo magnético a su alrededor cuya polaridad depende si la corriente inducida entra o sale por la chapa. Si las chapas están unidas en forma de espira, la interacción del campo giratorio del estator, con el campo magnético inducido crea pares de fuerza. (Figura 8)

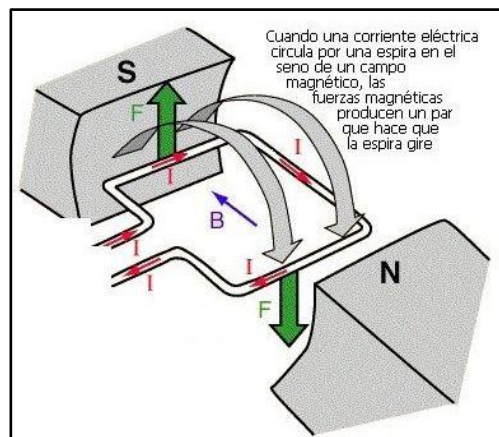
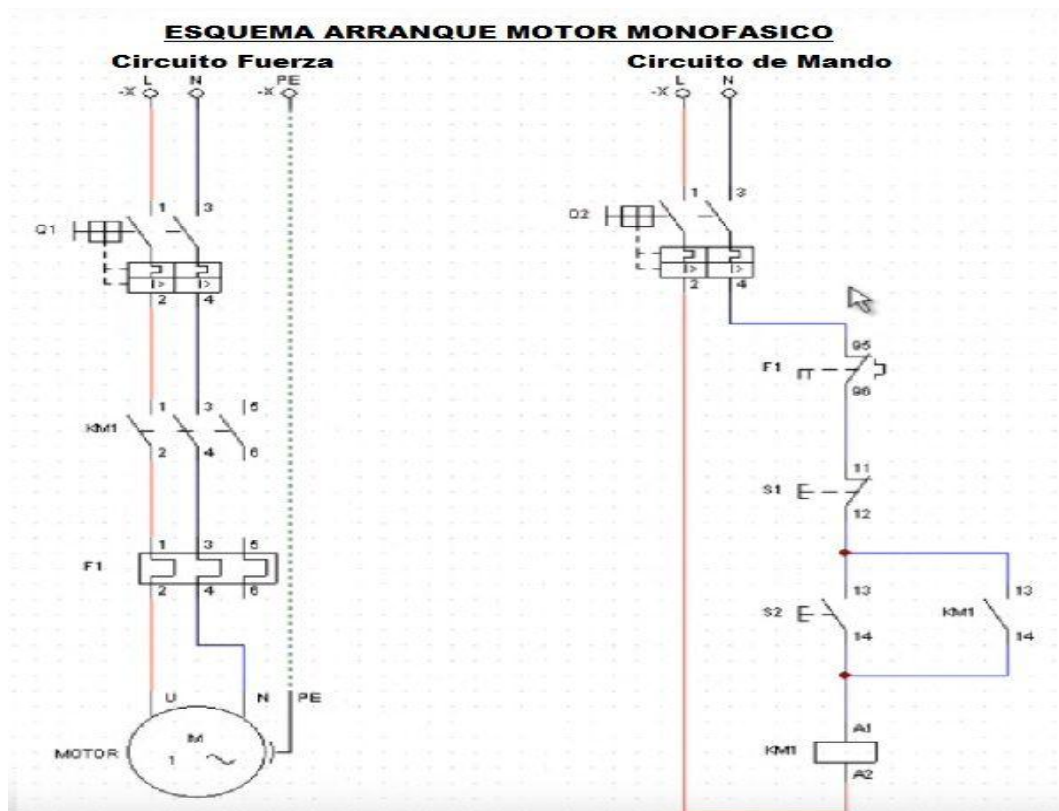


Figure 8 Campo magnético. Ais.(2018).

#### 4.1.1.8. Esquema de conexión de un motor monofásico e inversión de giro.

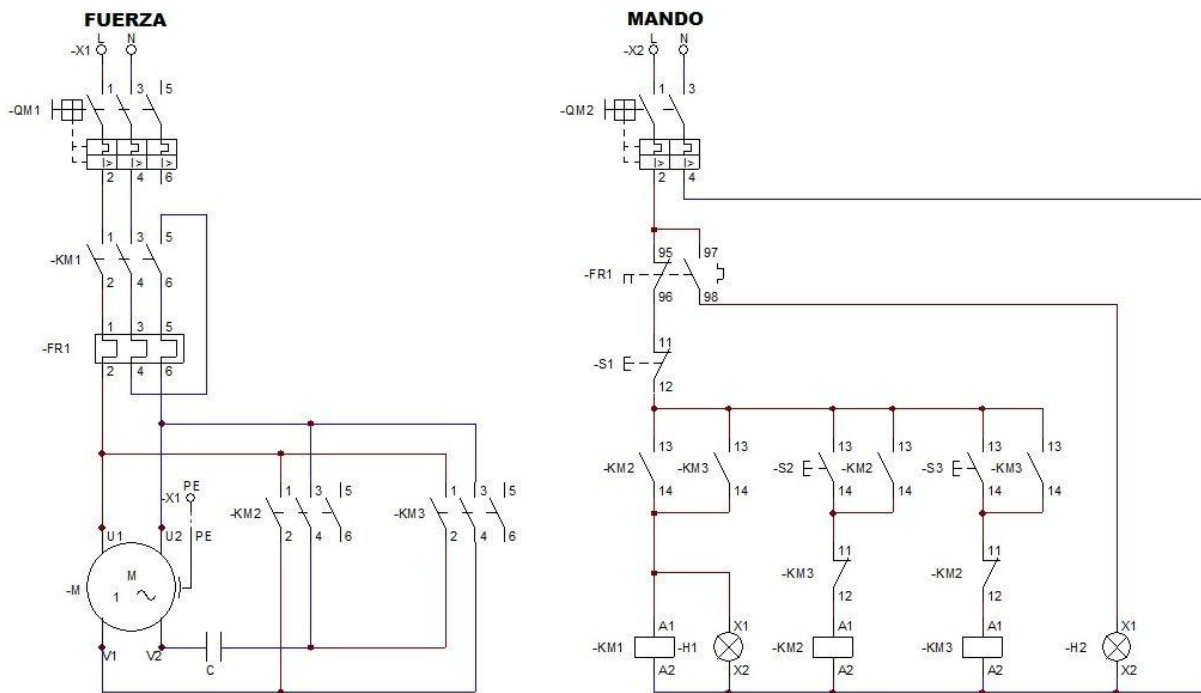


(Figura 9)

Figure 9: Esquema de conexión.



## INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR MONOFÁSICO



### 4.1.1.9. Tronzadora

Esta máquina es muy utilizada para cortar todo tipo de perfiles y varillas metálicas, pero con la presión ejercida por el esfuerzo físico del operario. (Figura 10)



Figure 10: Tronzadora. Elaboración propia

#### 4.1.1.10. Poleas de aluminio 3 y 1 ½ pulg en V

Las poleas de aluminio que está orientado a transmisiones para trabajo liviano y para trabajo medio. Son livianas y muy sencillas de acoplar un sistema mecánico, como se muestra en la (Figura 11).



Figure 11: Polea de aluminio 3 y 1 ½ pulg en V. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.11. Rodamientos

Los rodamientos son elementos mecánicos que asegura un enlace móvil entre dos elementos de un mecanismo, uno que se muestra en rotación con respecto a otro; siendo su función principal el de permitir la rotación relativa de dichos elementos bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo. Y que está compuesto de rulimanes para su mejor movimiento (Figura 12).



Figure 12: Rodamientos. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.12. Chumaceras planas

Es una pieza metálica que permite el soporte para la rotación de un compuesto por una parte fija y otra rotativa. (Figura 13)



Figure 13: Rodamientos. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.13. Sensor final de carrera

Son dispositivos electromecánicos que da una señal al momento de accionar un mecanismo sobre el que ayuda a la codificación del conteo. (Figura 14)

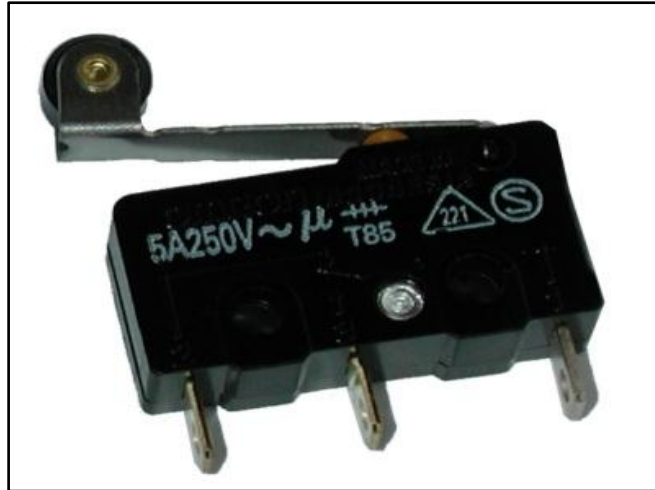


Figure 14: Sensor final de carrera. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.14. Transmisión de hierro ½

Por su resistencia se utiliza para acoplar las poleas con los rodillos que empujan a la varilla que se va a cortar (Figura 15)



Figure 15: Ejes de transmisión de acero. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.15. Selector On/Of

Este dispositivo de accionamiento mecánico se encarga de abrir y cerrar el circuito. (Figura 16)



Figure 16: Selector. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.16. Botón resete

Es un dispositivo normalmente abierto que se encarga de reiniciar un proceso. (Figura 17)



Figure 17: Botón recete. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.17. Botón de emergencia tipo hongo

Es un dispositivo que se utilizan para iniciar o detener alguna emergencia en cualquier sistema eléctrico que detecte alguna falla. (Figura 18)



Figure 18: Botón de emergencia tipo hongo. Main. (2017).

#### 4.1.1.18. Caja de gabinete

Es una caja de material aislante que aloja en su interior los elementos de protección de las líneas generales de alimentación de una instalación eléctrica, conecta los puntos de consumo eléctrico. (Figura 19)



Figure 19: Caja de gabinete. Elaboración propia. (2019).

#### 4.1.1.19. Breakers

Dispositivo eléctrico que es capaz de abrir y cerrar un circuito eléctrico y también se usa como protección. Moranza (2018). Afirma: “Que este dispositivo es capaz de

interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. (Figura 20)



Figure 20: Breaker. Keen. (2018)

#### 4.1.1.20. Porta fusible

*Son elementos que sirven para proteger los circuitos. (Figura 21)*



Figure 21: Porta fusible. Elaboración propia (2018)

#### 4.1.1.21. Guarda motor

Un guarda motor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo

una curva de disparo que lo hace más robusto frente a la sobre intensidad transitoria típica de los arranques de los motores. (Figura 22)



Figure 22: Guarda motor. Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.22. Automatización

La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano, estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial.

En la actualidad la automatización es una necesidad que se enfoca a facilitar el estilo de vida de los operadores aumentando la eficiencia y de la misma manera salvaguardar la integridad de los operados manteniéndoles alejados de los lugares que atenten con la integridad de las personas y disminuyendo el número de personas.



## 4.2 Procedimiento – Metodología

La metodología que se emplea en el presente trabajo es la investigación aplicada confirmatoria, que examina la validez del documento y su desarrollo en un método experimental de campo y natural, donde se demuestra la eficacia funcional del proyecto. Este proyecto se constituirá básicamente de tres etapas: diseño, construcción e implementación.

- Se utilizará el método del análisis para reconocer los problemas presentados en el proceso de corte de varillas en el área de la construcción realizados por el operario.
- De acuerdo con el análisis planteado se procederá a realizar el diseño de la maquinaria tomando en cuenta todas las necesidades presentadas y mejorar la calidad de vida del operario y de esta manera facilitar esta actividad de cortar varillas.
- En la construcción de la maquina se tomará en cuenta varios aspectos importantes como son: la seguridad y la eficiencia.
- Para la implementación se tomará en cuenta el diseño previamente realizado y consiguiente se elegirán los materiales y dispositivos adecuados en la construcción de la máquina.
- Finalmente se realizarán pruebas en el campo (CONSTRUCTORA VAROLDOSA S.A) para comprobar el funcionamiento, capacitar a los operarios sobre su uso y aplicación y de esta manera verificar posibles fallas con el fin de proporcionar mejoras de ser necesario.
- Las pruebas que se realizan para demostrar la eficacia del tema están basadas en el método experimental, en el cual la intervención de un usuario

puede crear distintos escenarios, también se evalúa el funcionamiento de cada equipo en el entorno natural sin la influencia directa de un usuario, y se obtiene como resultado la confirmación o anulación de la validez del proyecto.

#### **4.2.1. Diseño.**

Para el diseño del proyecto es necesario el uso de varias herramientas que son de vital utilidad.

##### Herramientas

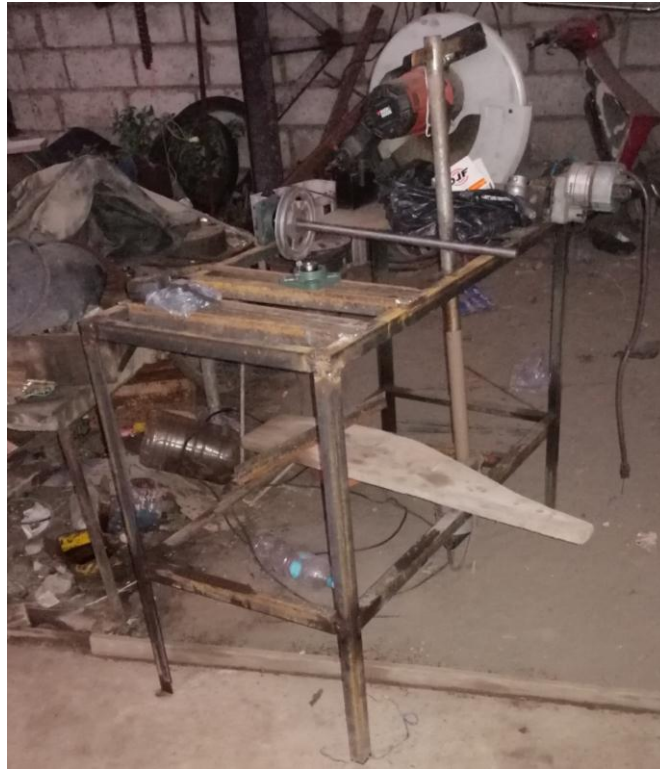
- Soldadora
- Escuadra
- Sierra de arco
- Mesa de trabajo
- Amoladora

##### Materiales

- Plancha metálica 25cm x 50cm.
- Placas de aluminio 0.60m x 3m.
- Trazadora manual.
- Poleas de aluminio
- Bandas de nylon 54.6 X21.6mm
- Gabinete de control y fuerza
- 4 Contactores
- 3 Guarda motores
- 2 Fines de carrera
- 1 Pulsador de hongo stop
- 3 Breakers
- 1 Porta fusibles
- 1 Botón Stop

- 1m tubo de acero de  $\frac{1}{2}$
- 45m Ángulo  $\frac{3}{4}$
- 3 kg de electrodos
- 2m Manguera de acometida
- 3m Cable multi par #10 x 2
- 30m cable #16
- 6 Conectores tipo bornera
- 4 Patas con regatones
- 1 Logo PLC SIEMENS
- 6 Chumaseras planas de  $\frac{1}{2}$
- 6 Rodamientos de  $\frac{1}{2}$
- 1 Trozadora manual
- 3 Motores monofásicos
- 1 Computadora con Software Siemens
- Tol inoxidable 3mm
- Pernos auto perforantes
- Placas de aluminio de 4mm
- Bisagras metálicas

Todo este material se puede observar en la figura.



**Figure 23: Plano de la mesa. Elaboración propia. (2019).**

#### **4.2.1.1.1. Diseño eléctrico y electrónico**

Al diseñar el proyecto se considerará todos los elementos que lo conforman y una vez que se tenga claro todo el conjunto, se implementará las conexiones necesarias para la operación de los dispositivos.

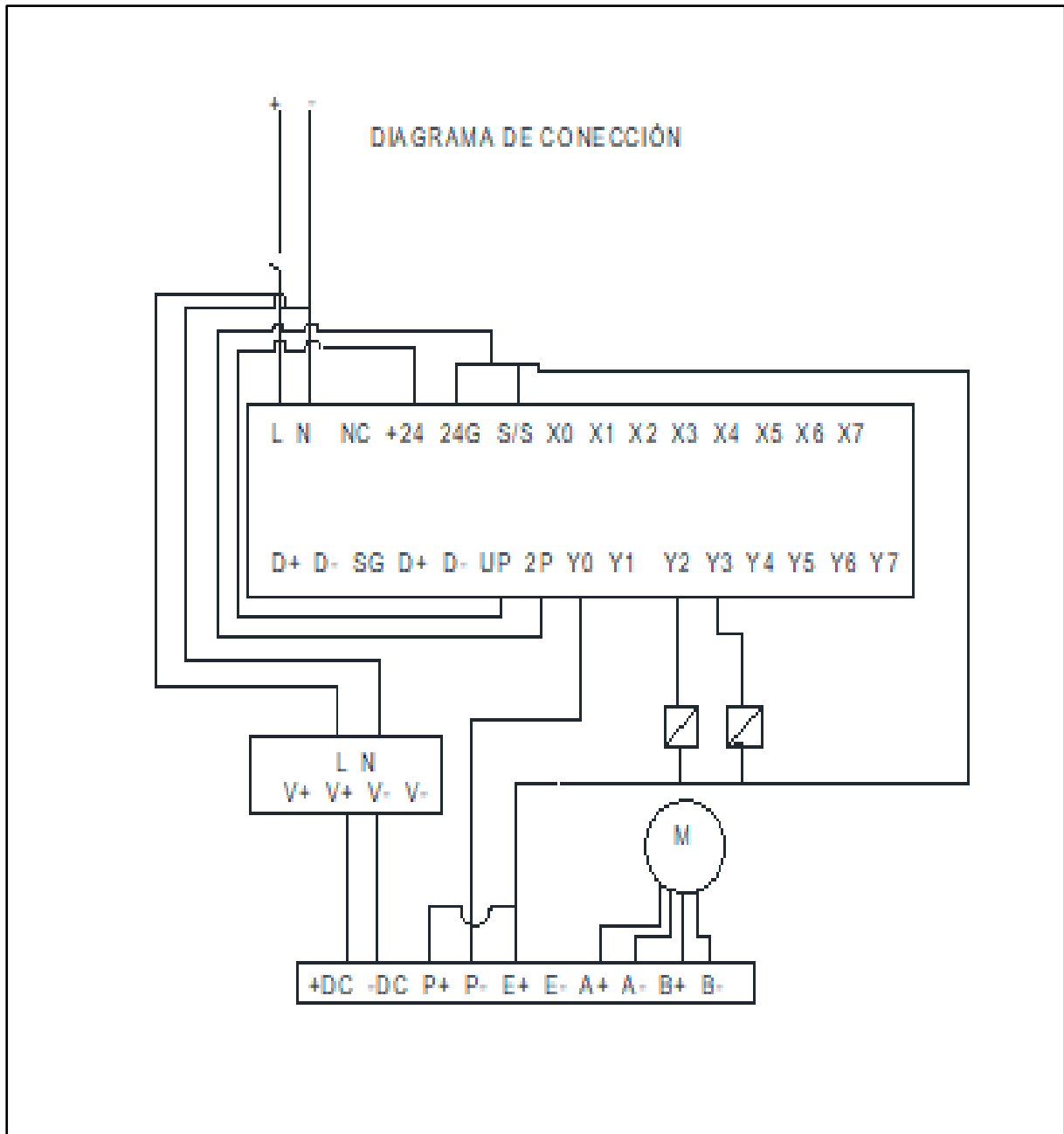


Figure 24: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).

A continuación, en la Figura 18 se identifica todas las conexiones que llegan a las entradas del PLC provenientes de dispositivos como sensor final de carrera y botones de control.

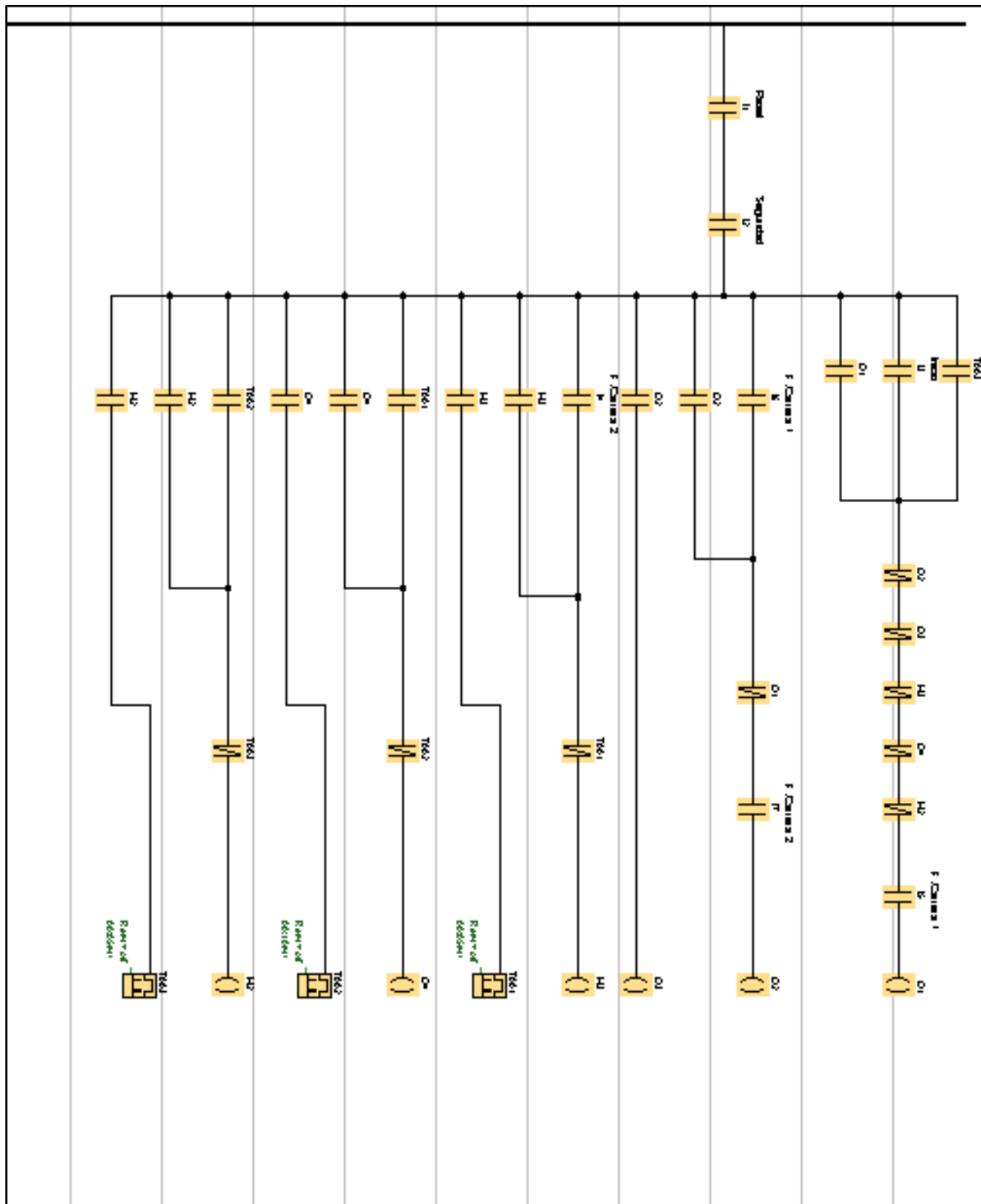


Figure 25: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).

#### **4.2.1.1. Esquematización.**

El sistema de corte de varillas para la construcción automático consta de una estructura metálica y su construcción mecánica que dispone de poleas y eje. Se encuentra suspendida y sujeta en el extremo del motor.

La detección de la posición de apertura y cierre de la cortadora es controlado por el Logo PLC, los mismos que son detectados por un sensor inductivo que se encuentra en el final de carrera, al realizar el accionamiento emite una señal al PLC y accione el motor de la cortadora y del motor de subida y bajada de la cierra en los tiempos ingresados en el Logo PLC.

#### **4.2.1.2. Solución del problema.**

De acuerdo a una investigación de campo, en los procesos de corte de varillas para la construcción existen tres métodos: el mecánico (cizalla), semiautomático (amoladora) y automático (CNC). Por lo que se realizó una comparación de precios entre adquirir una maquina CNC o implementar un sistema automatizado (máquina que aumente el rendimiento con alta producción y máxima precisión de corte. Actualmente en el mercado adquirir una cuesta 35.000 USD, valor que permite justificar el precio y la construcción del proyecto de titulación, ya que se consideró elaborarlo con un presupuesto de 3,500 USD.

#### 4.2.2 Construcción

Se inicia realizando los cortes de los ángulos de  $\frac{3}{4}$  para diseñar la mesa de según nuestras medidas necesitamos realizar cuatro cortes de 80cm, cinco cortes de 50cm, cuatro cortes de 1 M y se procede armar la estructura de la mesa con la ayuda de la suelda.



Figure 26: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).

Recuperamos de la chatarra una trazadora y verificamos su funcionamiento, reconstruimos las partes que faltan y adaptamos a nuestro proyecto.



Figure 27: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).

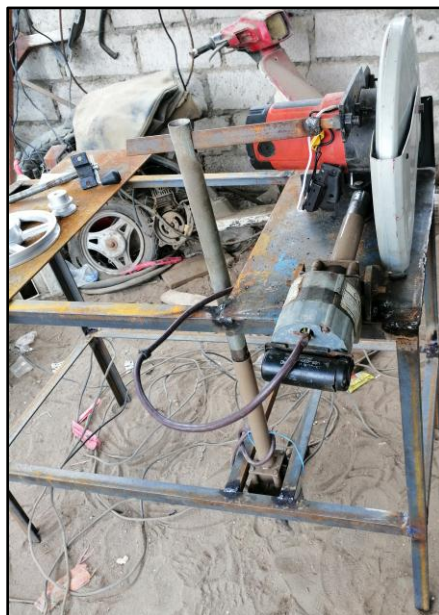


Se inicia por construir la base de la maquina adquiriendo una plancha de 5mm de espesor con una dimensión de 45 cm por 25 cm, con ayuda del oxicorte se realiza la perforación para que el disco baje.



**Figure 28: Elaboración propia. (2019)**

Al realizar el montaje de la cierra en la placa de hierro se procede a soldarle en la base de la mesa, verificando que se encuentre bien asentada en la base.



**Figure 29: Conexión para la ejecución. Elaboración propia. (2019).**

Del mismo modo para realizar el brazo que realice el proceso de subir y bajar la cierra se obtiene en la chatarra un motor que realiza la función de subir y bajar para adaptarle con platinas y pernos, adicionalmente se realiza dos cortes de 50 cm. (Figura 30)



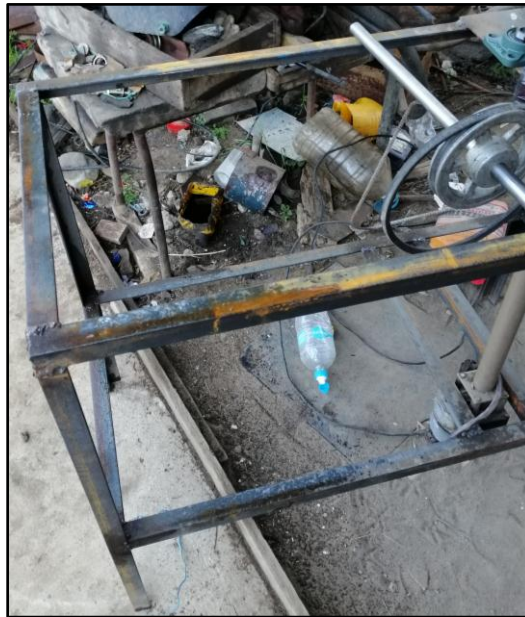
**Figure 30: Adaptación de motor para brazo Elaboración propia. (2019).**

Se realiza pruebas de adaptación del brazo para subir y bajar la cierra realizando varios ajustes en la adaptación mecánica. (Figura 31)

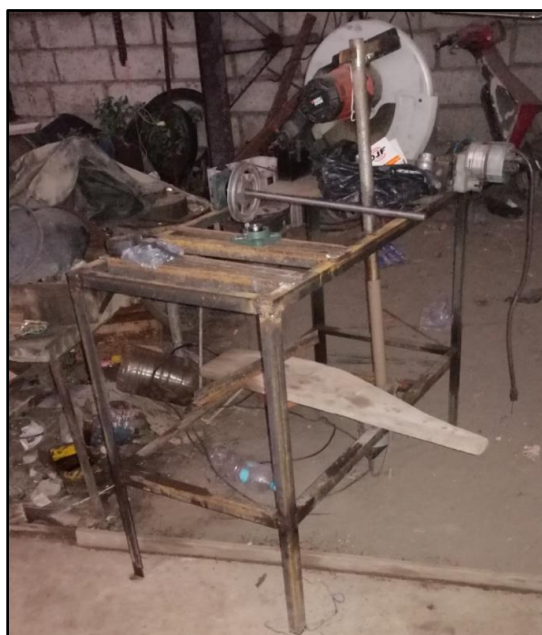


**Figure 31: Brazos para subir y bajar la cierra. Elaboración propia. (2019).**

Como siguiente paso se analiza la forma de realizar el empuje de la varilla hacia el punto de corte teniendo varias ideas que no dan buenos resultados, después de sugerencias técnicas se toma la decisión de realizar un sistema de legalizadores adaptado a un motor de  $\frac{1}{2}$  HP reduciendo su velocidad 60 a 20 de esta forma utilizar 4 poleas para que realicen el empuje de las varillas hacia el punto de corte. (Figura 32-33)



**Figure 32: Construcción de estructura para base de rodillos. Elaboración propia. (2019).**



**Figure 33: Construcción de bases para rodillos de empuje. Elaboración propia. (2019).**

Se realiza la base para la sujeción de las chumaceras planas con los ejes de las poleas de un diámetro de 20 cm el cual se conecta con la polea del motor y controla el movimiento de las poleas que realizaran el empuje de la varilla hacia el punto de corte, para realizar este montaje se requiere de 16 pedazos de ángulos de 50 cm los cuales se colocaran de forma paralela según se muestra en los gráficos.



**Figure 34: Armado de poleas y chumaceras. Elaboración propia. (2019).**



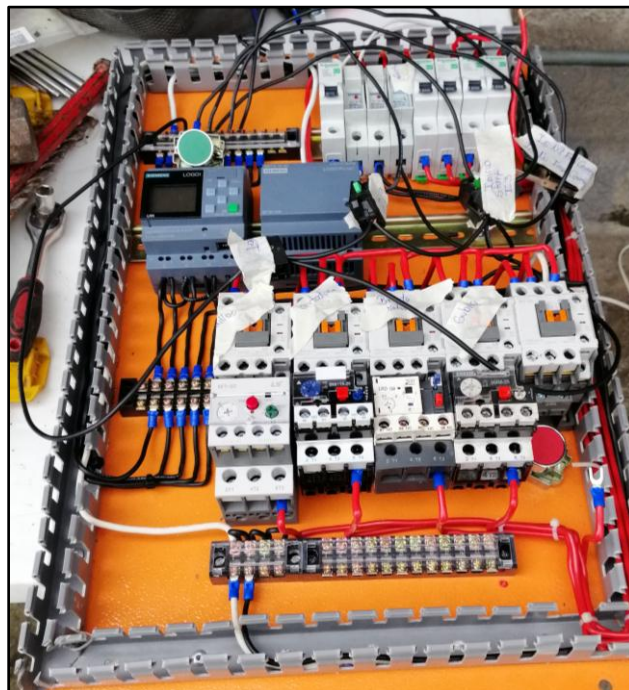
**Figure 35: Colocación de coeas en la estructura de la máquina. Elaboración propia. (2019).**

Iniciamos con pruebas de funcionamiento de las piezas construidas por separado para realizar las conexiones eléctricas. (Figura 36)



**Figure 36: Funcionamiento de piezas por separado. Elaboración propia. (2019).**

Para las conexiones eléctricas partimos de una serie de condiciones que debe cumplir la máquina las cuales son las siguientes: (Figura 37)



**Figure 37: Conexión tablero de control. Elaboración propia. (2019).**

- Energizar la máquina no realizara ninguna función sino se acciona el botón de inicio.
- Al pulsar el botón de inicio se enciende los legalizadores para que realice el empuje de la varilla hasta el punto de corte, al llegar al punto de corte detecta el sensor y emite la señal para que se detengan los legalizadores, secuencialmente debe encenderse el motor de la cierra y el motor de descenso de la cierra hasta llegar al punto máximo inferior para apagar los motores, el de descenso y el de la cierra circular, al pasar 1 segundo se activa el motor que permite el ascenso hasta llegar al punto superior de la cierra, al detectar que la cierra llega al punto superior se detiene el motor de ascenso y se reinicie el proceso.
- Si se activa el botón stop o se levanta la tapa que cubre los legalizadores la máquina debe detenerse automáticamente hasta que se reinicie el ciclo desde el panel de control.
- Para plasmar estas condiciones procedemos a diseñar el esquema de fuerza y de control para adquirir los materiales necesarios.
- Se carga el programa al simulador para verificar que se cumpla las condiciones establecidas.
- Se realiza la compra de los materiales necesarios para realizar el control de la máquina.
- Se inicia con el armado del tablero de control según el diagrama establecido.
- Se comprueba la simulación del programa y se carga al plc siemens.

- Se realiza las conexiones electricas verificando los errores para corregirlos en las pruebas.
- Obteniendo buenos resultados en las pruebas se continúa con la instalación de guardas de seguridad con sus respectivos micros de seguridad.
- Verificación y prueba de micros, guardas y paro de emergencia.
- Prueba inicial en taller.

### 4.2.3 Implementación

#### 4.2.3.1. Construcción tablero de control

Para la construcción del tablero de control se dispuso de una caja de gabinete de 40cm X 40cm, que contiene los siguientes componentes: un PLC SIEMENS, tres breakers, tres guarda motores, dos porta fusibles. (Figura 38)

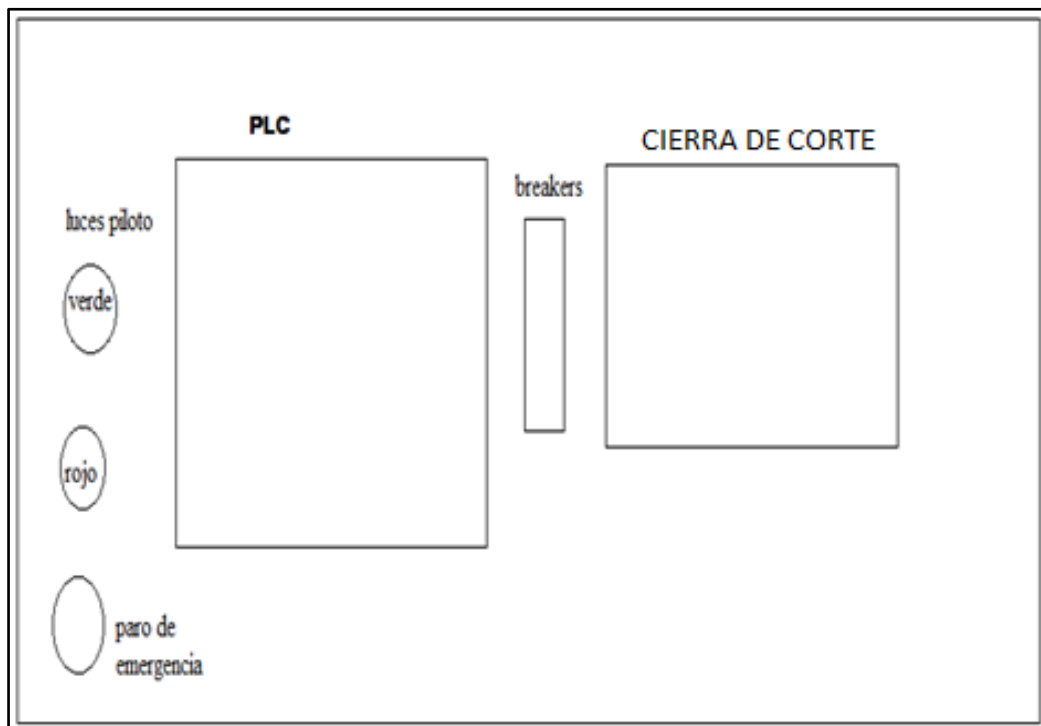


Figure 38: Elaboración propia. (2019).

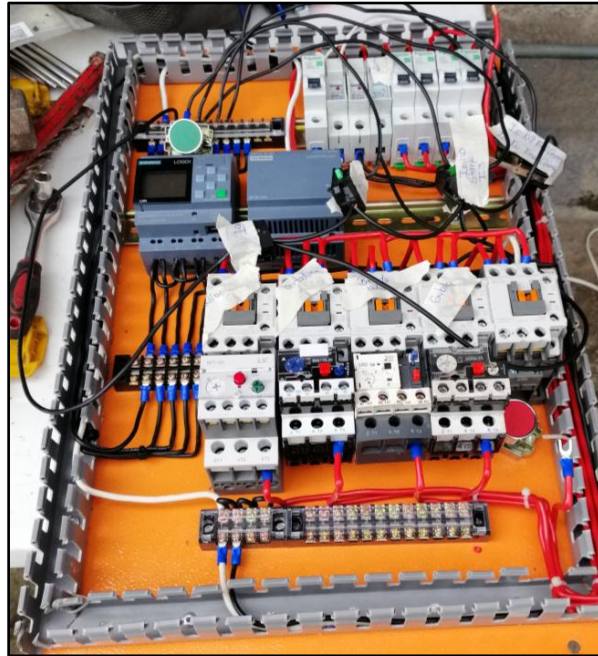
#### 4.2.3.2. Implementación de los equipos eléctricos

Con respecto a la implementación de los circuitos eléctricos, se realizó en concordancia con los diseños propuestos en las Figuras 25 el montaje de estos fue en la parte interna y externa del tablero.

- Se coloca la riel por la que se van a desplazar los cables y los elementos a conectar.
- Colocamos las protecciones, (breakers y portafusibles)
- Alimentamos energía el pulsador Stop en paralelo con el botón de inicio
- Se enciende el guarda motor 1 que activa al motor 1 el mismo que se encarga de encender los legalizadores que empujan la varilla hasta el final de carrera 1, detecta la presencia y automáticamente des activa el motor 1, emitiendo una señal al guarda motor y contactor 2 (activa cortadora), secuencialmente se activa el guarda motor y contactor 3 (motor de bajada de cortadora), hasta llegar a cerrar el sensor 2 que nos indicará que la varilla se encuentra cortada en su totalidad que emitirá la señal para apagar el motor de bajada y a su vez activar el temporizador de 2 segundos para que inicie la subida de motor que controla el brazo de la cortadora. El motor de subida del brazo de la cortadora debe realizarse por un tiempo de 15 segundos, al culminar el tiempo de subida la máquina se encuentra lista para realizar el proceso nuevamente.
- La condición para operar esta máquina es que mientras se encuentre en funcionamiento M1 no se active M2, M3 y M4. Cuando se active M2 no se active M1, M4, cuando esté en funcionamiento M3 no active M1 y M4 y por último cuando esté en funcionamiento M4 no debe activarse M1, M2 M3. En todas estas condiciones cuando se abra la puerta del micro S1 debe interrumpirse automáticamente todo el proceso hasta cerrarlo y activar con run (botón verde) iniciar el ciclo.

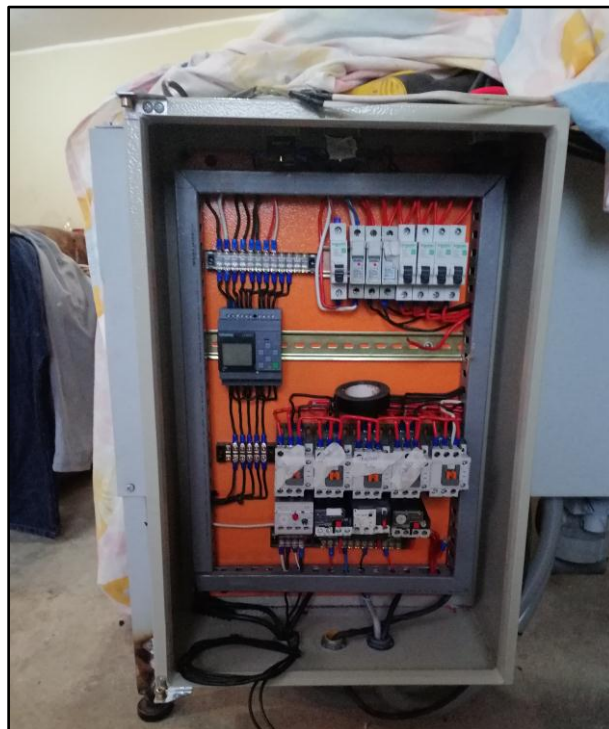


En primer lugar, se procede al montaje de varias piezas fuera del tablero de control: un PLC SIEMENS, tres breakers, tres guarda motores, dos porta fusibles y 3 contactores. (Figura 39)



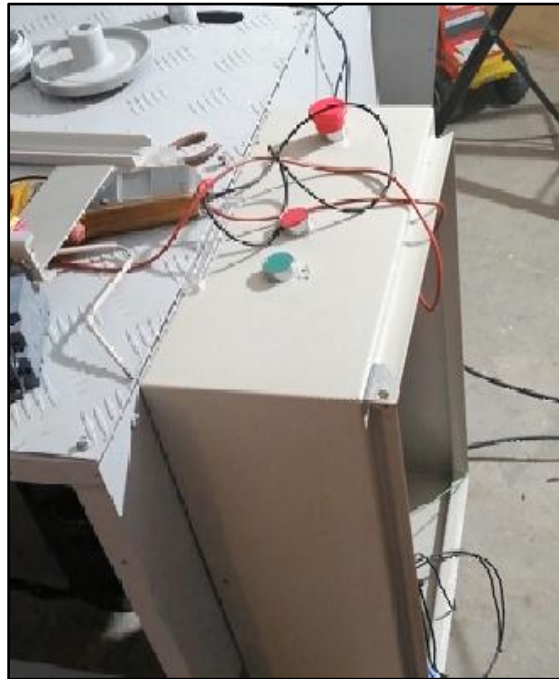
**Figure 39: Elaboración propia. (2019).**

Se coloca el tablero armado en la caja de gabinete que se encuentra anclado a la máquina y se conecta los cables de los motores. (Figura 40)



**Figure 40: Elaboración propia. (2019).**

El tablero de control se encuentra conformado por un botón tipo hongo, botones ON/OFF y un botón Recete. (Figura 41)



**Figure 41: Botoneras elaboración propia. (2019).**

Se realiza las pruebas de funcionamiento de la máquina terminada de armar. (Figura 42)



**Figure 42: Pruebas de funcionamiento elaboración propia. (2019).**

## 5. CONCLUSIONES

Se pudo identificar las distintas formas que en la actualidad se utilizan los operarios para realizar el corte de varillas de 10mm mejorando el sistema de trabajo.

El diseño y construcción de la máquina para corte automático de varillas 10mm se tomó en cuenta todas las observaciones obtenidas en la identificación de campo. De esta manera se diseñó una máquina que cumpla con todas las necesidades adquiridas como son posturas.

Se determina que la automatización por medio del LOGO PLC SIEMENS facilita el trabajo del operario obteniendo cortes de varillas precisos y aumentando la eficiencia en el proceso de corte de varillas de 10 mm.

En las pruebas de funcionamiento y operación del sistema de corte de varillas automático se comprobó que la máquina desarrollada facilita el proceso de corte y protege al operador que realiza esta acción al mantenerle distanciado del punto de corte.

## **6.-RECOMENDACIONES**

Verificar que la máquina se encuentre apagada y bajada los breakers para realizar un movimiento, ubicarla la máquina sobre una superficie plana y libre de agua.

En cuanto al funcionamiento correcto de la máquina es aconsejable realizar un mantenimiento preventivo por lo menos una vez por semana para garantizar la mayor eficiencia y evitar paros de máquina inesperados. El operador debe realizar una lectura de los manuales técnicos y de usuario previo a la puesta en marcha de la máquina con el fin de realizar una operación adecuada del sistema y evitar eventos que pongan en riesgo la seguridad.

No abrir la puerta del tablero de control para manipular los controles si no se encuentra capacitado o posea conocimientos técnicos sobre el uso y operación de la máquina.

Verificar el voltaje que requiera la máquina antes de conectar a una fuente de alimentación.

## 6. REFERENCIAS

### 6.1 BIBLIOGRAFÍA

Arellano, J. (2011) *Automatización de máquina cortadora de latón para forja utilizando un PLC para la fábrica Esacontrol* (Tesis de pregrado) Universidad Politécnica Nacional del Ecuador, Quito, Ecuador

Cando, D, & Hernández, I. (2012) *Diseño y construcción de una máquina torcedora de varilla cuadrada hasta de ½ pulgada en frío.* (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Gracia, J, & Jauregui, A. (2013) *Diseño de un sistema automático de corte y distribución de perfiles metálicos,* (Tesis de pregrado) Instituto Politécnico Nacional, México D.F, México.

Palacios, P. & Vivanco, N. (2015) *Adaptación de la optimización lineal del acero a un programa con una interfaz gráfica en Matlab* (Tesis de pregrado) Universidad Politécnica Nacional del Ecuador, Quito, Ecuador

Robayo, N. & Rodríguez, F. (2011) *Diseño y construcción de un prototipo de máquina dobladora de varillas.* (Tesis de pregrado) Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central Técnico Profesional de Mecánica, Bogotá D:C Colombia.

Trujillo, O. (2014) *Diseño y Construcción de una máquina para doblar y cortar estribos en serie para columnas de Hormigón Armado* (Tesis de pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Fabricación Mecánica (1995) *Desarrollo y Fabricación de Productos del* Ministerio de Educación y Ciencia. España

IMC. (2018). <http://www.imc-albacete.com>. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de accesorios de envasado: <http://www.imc-albacete.com/es/accesorios-de-ensado/45-tolva-cuadrada-frutos-secos.html>.

Juela , J. (10 de Septiembre de 2016). Construcción de un prototipo automatizado para el cultivo de hortalizas bajo condiciones controladas haciendo uso de hidroponía. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de [dspace.unl.edu.ec:dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/.../Juela%20Loján%2C%20Johnny%20Marcelo.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/dspace/unl.edu.ec/jspui/bitstream/.../Juela%20Loján%2C%20Johnny%20Marcelo.pdf).

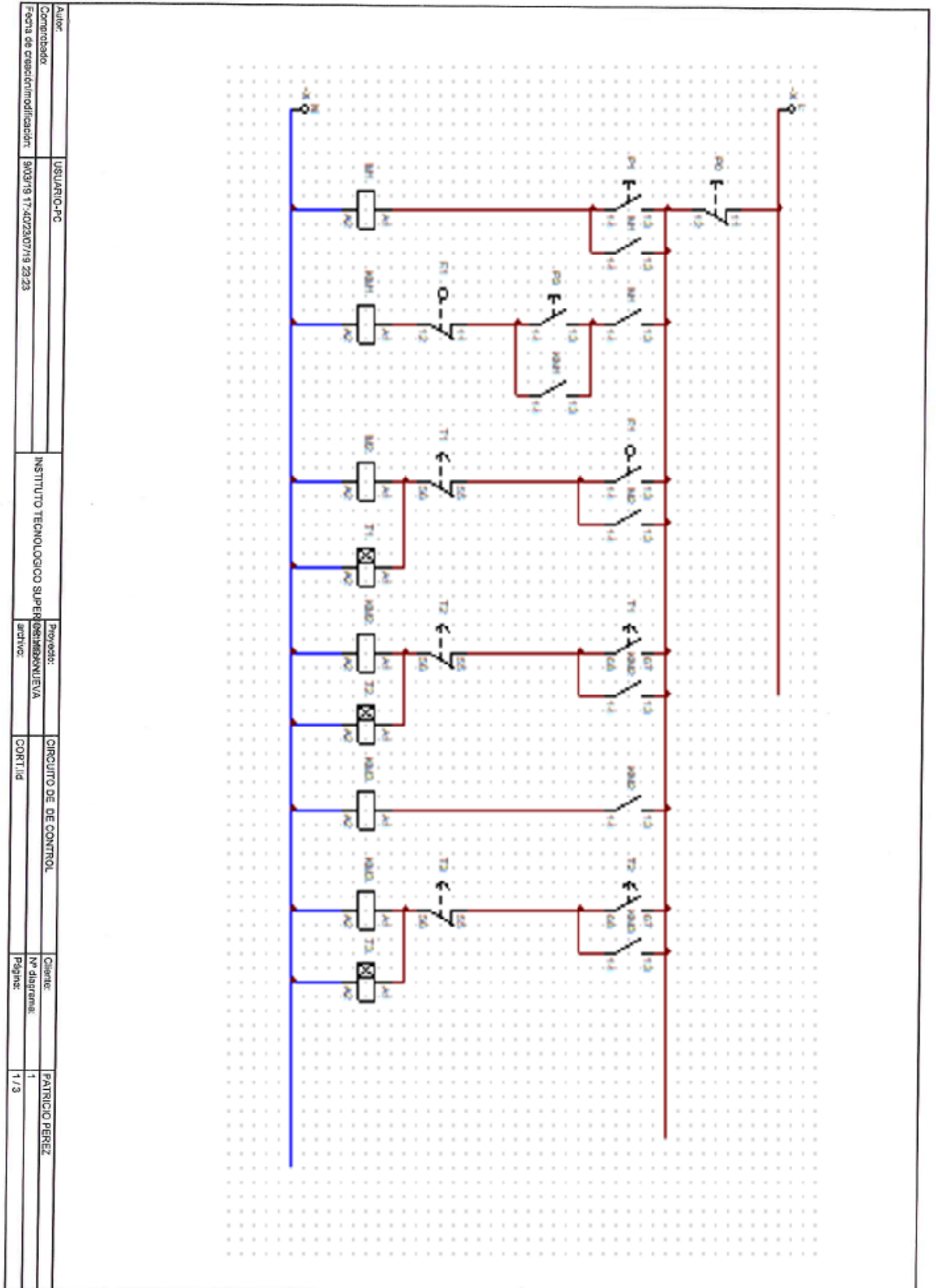
Juan, M (2012). Maquinas Electrica. España: Editex.

SOINTEC. (2014). Sistema de control Industrial. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.sointec-ecuador.com/>: <http://www.sointec-ecuador.com>

# 7. ANEXOS

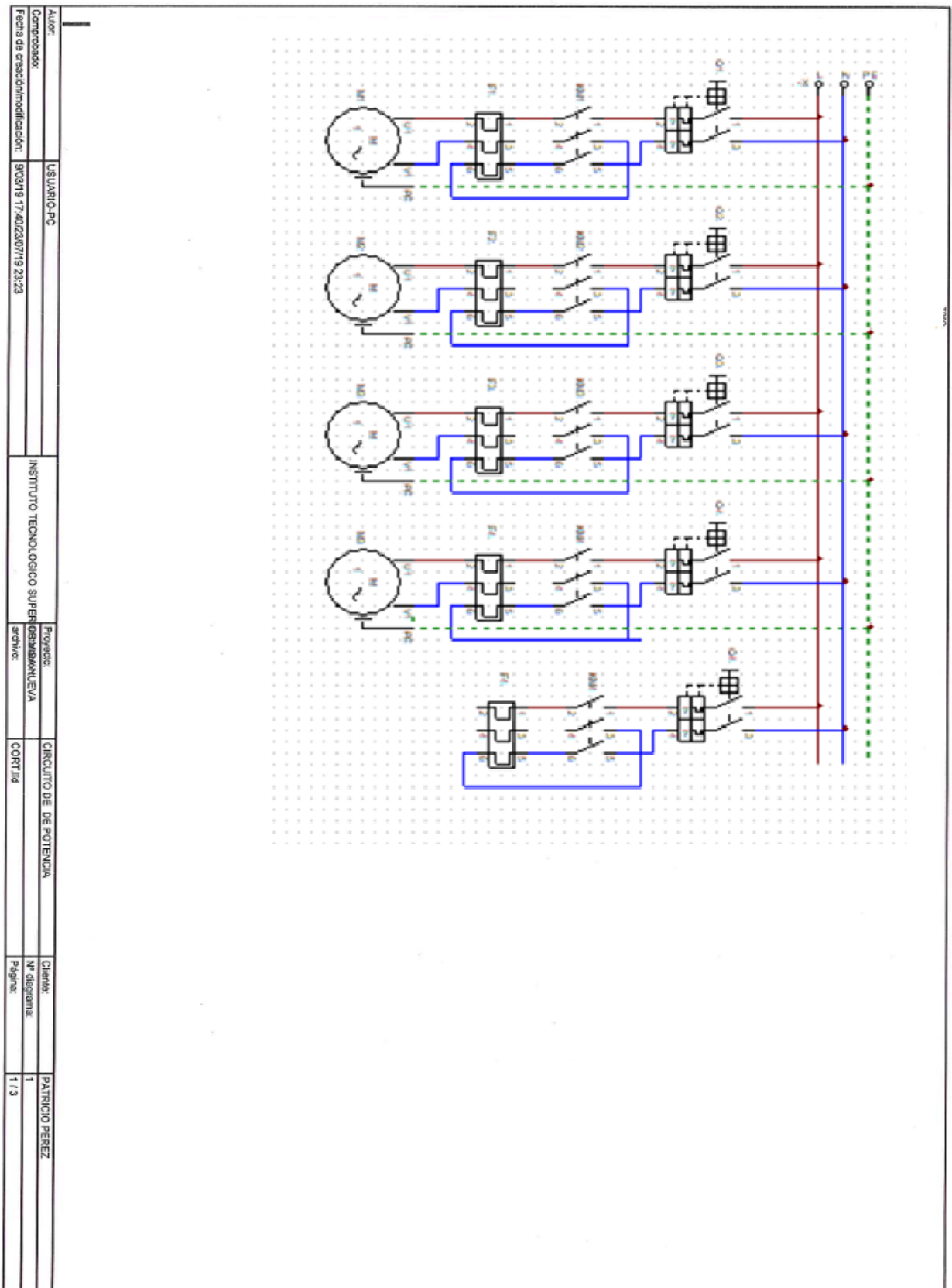
## ANEXO 1

### DIGRAMA DE CONTROL



## ANEXO 2

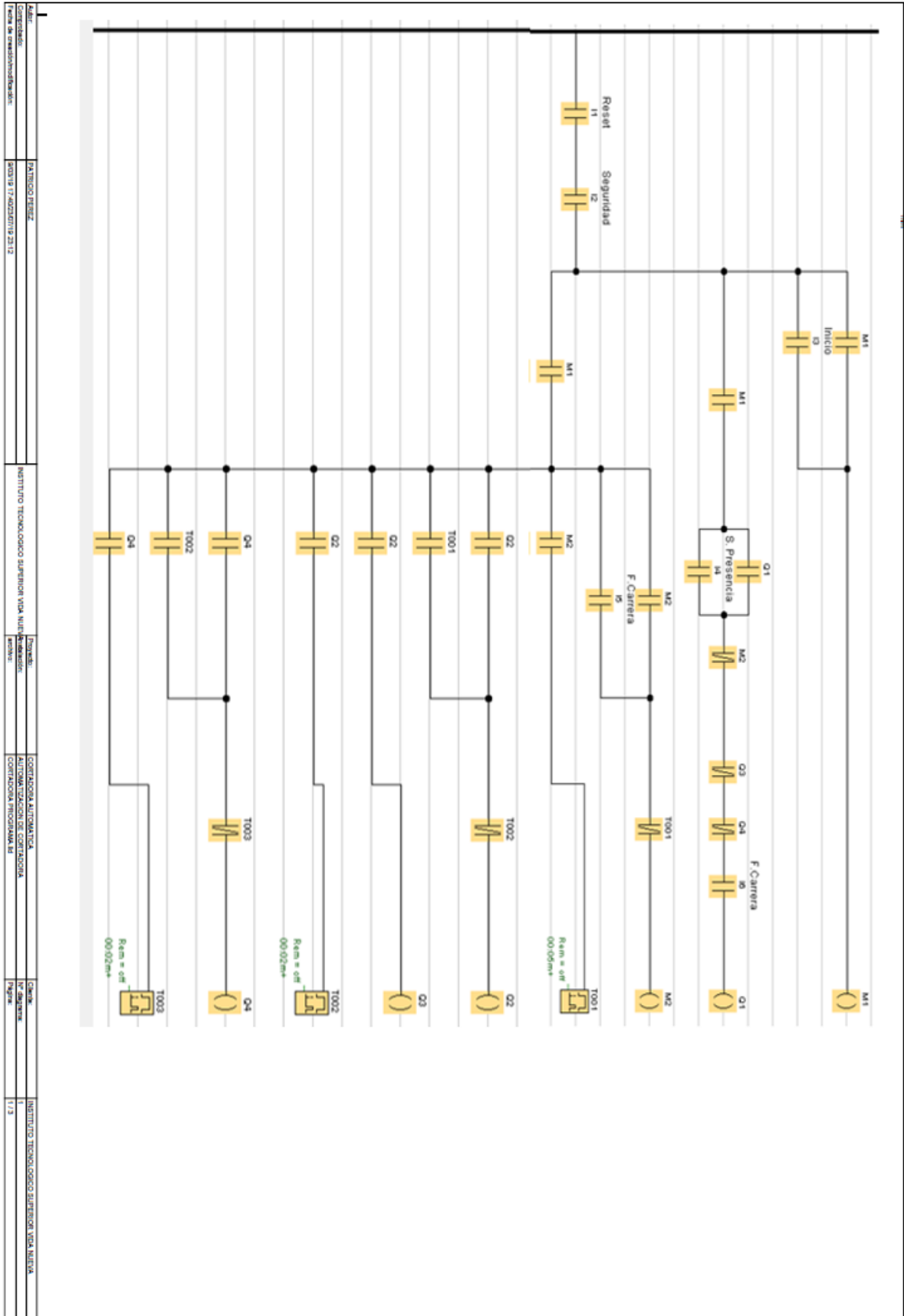
### DIGRAMA DEL CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA



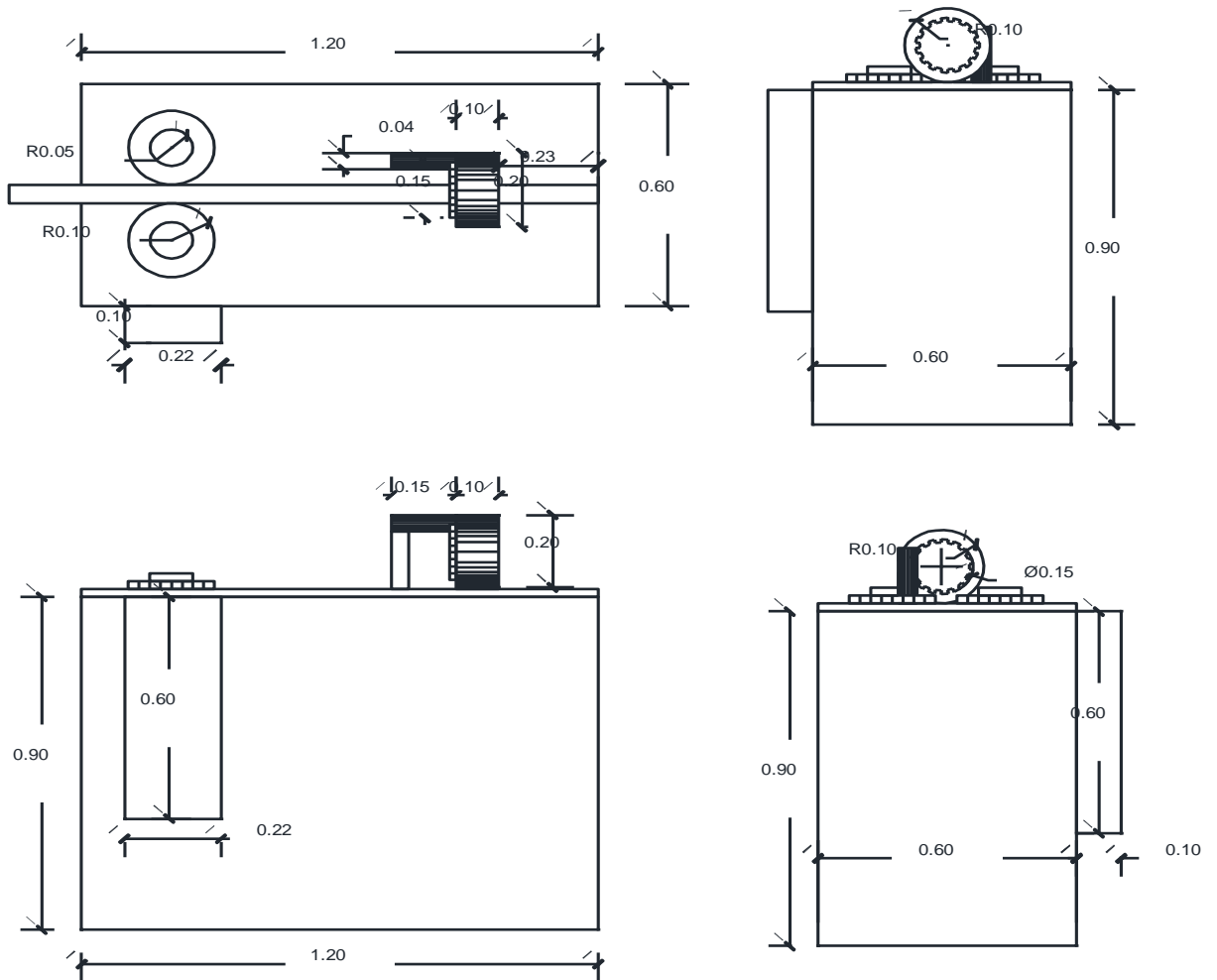


### ANEXO 3

## DIGRAMA DEL CIRCUITO CONTROL (PROGRAMACIÓN LADDER)



# ANEXO 4



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
VIDA NUEVA



ELECTROMECÁNICA

CORTADORA AUTOMATIZADA DE VARILLAS

PLANOS DE DETALLE

Patricio Javier Pérez Cabrera

INDICADAS

JULIO/2019

1/1  
A1

## ANEXO 5

### ANEXO DE MANTENIMIENTO

- a. Antes de realizar algún trabajo de mantenimiento o inspección se debe desconectar la máquina de la fuente de alimentación.
- b. Inspección y verificación del voltaje obtenido para alimentar la máquina.
- c. Verificar que se encuentre activado el botón STOP y desconectado la alimentación de energía para realizar el cambio de disco de corte.
- d. Inspección de las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo ya sea en funcionamiento. Los aspectos que se recomienda evaluar son: colocar en una superficie plana, evitar la presencia de agua.
- e. Limpieza integral externa: eliminar cualquier pedazo de varillas o materiales ajenos a la máquina.
- f. Inspección externa de equipo: Revisión del aspecto físico general de la máquina, puertas de tableros de control cerradas, guardas de seguridad funcionando en perfecto estado.
- g. Inspección interna: Examinar atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de impactos físicos, roturas de bandas o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo.
- h. Pruebas funcionales completas: Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que este posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador.

- i. Revisión de seguridad eléctrica: La realización de esta prueba, dependerá de grado de protección que se espera de la máquina en cuestión, según las normas establecidas por cada equipo y las especificadas por sus fabricantes.

**MANUAL DEL USUARIO**  
**CORTE AUTOMATIZADO DE VARILLAS**  
**2019**