



**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
*[DOSIFICADORA VOLUMETRICA PARA VISCOSOS  
AUTOMÁTICA]*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTA:**

*DAVID RICARDO SOSA MARTINEZ*

**ASESOR:**

*VÍCTOR MANUEL HERRERA AMBRIZ*

Junio



## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

Quisiera empezar dándole las gracias a mi padre José Ezequiel Sosa Martínez y mi madre María Guadalupe Martínez Nieves por haberme apoyado en todo momento a estudiar una ingeniería, y haberme tenido la paciencia y cariños necesarios para poder enmendar mis errores académicos. A mis hermanos José Ezequiel Sosa Martínez y Jessica Alejandra Sosa Martínez por ser una parte importante de mi vida y quisiera agradecerles también porque sé que siempre me van a alentar a dar lo mejor de mí en todo momento y que estarán conmigo cuando sea que los necesite.

Gracias al Tecnológico de Pabellón de Arteaga por haberme dado la oportunidad de crecer académicamente y como persona, mostrándome el camino correcto para llegar a ser un buen ingeniero, gracias a todos mis maestros por aportarme un poco de su conocimiento y sus experiencias laborales para poder ejercer mi profesión de la mejor manera.

Quiero agradecer a la empresa TEKTROS por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mis prácticas profesionales, en un momento donde, debido a la pandemia del COVID-19, era difícil aceptar estudiantes por razones de salubridad, y en especial al Ingeniero Mecatrónico Edgar Jair Marín Calzada por su paciencia y consejos para desarrollar y mejorar mis habilidades en el desarrollo de proyectos, desde cosas tan sencillas como medir y cortar a precisión, hasta soldadura por micro alambre.

### **3. Resumen**

En este reporte se hablará sobre el proyecto de desarrollo de una maquina dosificadora para viscosos automática, en el cual se hará énfasis en la parte estructural de la misma y de la parte eléctrica, así como la programación, obviando la sección de neumática y acabados.

Se dividió el proceso de implementación de la maquina en 3 etapas generales:

Etapa Uno: Fabricación de la estructura base y de la tolva, respetando las medidas provisionadas por la empresa TEKTROS, esta etapa no se pudo finalizar en el tiempo estimado, por lo que debió de extenderse hasta un mes después para darle fin.

Etapa Dos: Desarrollo y conexiones del diagrama eléctrico, esta etapa fue la que tomó menos tiempo en la cual se afinaron habilidades de diseño electrónico y diagrama de conexiones, aprendidas con anterioridad en el Tecnológico.

Etapa Tres: Es la etapa final donde se utilizó lo aprendido en clases sobre PLC y programación en Ladder, se resolvió un problema con la anterior programación de la maquina en la cual no realizaba la secuencia de inicio para asegurarse de que todos los pistones estén en su posición de arranque.

#### **4. Índice.**

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES .....	2
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	3
4. Índice.....	4
Lista de Tablas .....	7
Lista de Figuras .....	8
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	9
5. Introducción.....	9
6. Descripción de la empresa.....	10
6.1. Antecedentes.....	10
6.2. Misión .....	10
6.3. Visión.....	10
6.4. Organigrama.....	11
6.5. Política de calidad.....	11
6.6. Principales productos .....	12
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	13
8. Justificación.....	14
9. Objetivos .....	15
9.1 Objetivo general.....	15
9.2 Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	16
10. Marco Teórico.....	16
10.1 Dosificadora.....	16

10.2 Acero inoxidable de grado alimenticio .....	16
10.3 Soldadura en AISI 304.....	18
10.4 Varilla aporte E 308 .....	18
10.3 Automatismo (PLC) .....	19
10.4 Automatización neumática.....	19
10.5 Cilindro neumático .....	21
10.6 Broca HSS para acero inoxidable.....	21
10.7 Sensores magnéticos .....	22
10.8 Electroválvulas.....	23
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO .....</b>	<b>25</b>
<i>11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....</i>	<i>25</i>
11.1 Estructura de acero inoxidable AISI 304.....	25
11.1.1 Tolva de acero inoxidable AISI 304 .....	26
11.1.2 Soldado de estructura mediante TIG .....	27
11.2 Diagrama eléctrico de conexiones.....	29
11.2.1 Ensamble de sistema eléctrico y conexiones .....	29
11.2.2 Programación del PLC.....	32
11.3 Cronograma de actividades.....	34
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<i>12. Resultados .....</i>	<i>35</i>
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<i>13. Conclusiones del Proyecto.....</i>	<i>39</i>
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....</b>	<b>40</b>
<i>14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....</i>	<i>40</i>
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>41</b>
<i>15. Fuentes de información .....</i>	<i>41</i>

Libros.....	41
<i>Tesis consultadas</i> .....	41
<i>Internet:</i> .....	41
<i>CAPÍTULO 9: ANEXOS</i> .....	43
17. Anexos .....	43

## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Tabla de cilindros neumáticos.....	21
Tabla 2. Tabla de método "por tablas" de programación Ladder. ....	33
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	34
Tabla 4. Tabla de entradas y salidas del método de tablas parcialmente mostrada. ....	36
Tabla 5. Tabla de salidas del método de tablas parcialmente mostrada.....	36
Tabla 6. Tabla de propiedades de aceros inoxidables. ....	43

## Lista de Figuras

Figura 1. Dosificadora de tolva para mesa usada de referencia. ....	16
Figura 2. Aporte E 308 .....	18
Figura 3. Controlador PLC. ....	19
Figura 4. Diagrama de bloques de un sistema automatizado. ....	20
Figura 5. Diferentes tipos de brocas .....	22
Figura 6. Sensores magnéticos.....	23
Figura 7. Electroválvulas .....	24
Figura 8. Diseño de la estructura principal en CAD .....	25
Figura 9. Cono truncado ejemplo. ....	26
Figura 10. parámetros cono truncado. ....	27
Figura 11. Parámetros generalizados de cono truncado.....	27
Figura 12. Soldadura con TIG en tolva.....	28
Figura 13. Soldado de estructura con TIG y aporte E 308 .....	28
Figura 14. Diagrama de conexiones eléctricas. ....	29
Figura 15. Platina de ensamble.....	30
Figura 16. Platina finalizada para PLC y electroválvulas.....	31
Figura 17. Platina terminada y montada.....	32
Figura 18. Cargado de programa al PLC en la máquina.....	33
Figura 19. Máquina y tolva finalizadas .....	35
Figura 20. Programa PLC parcialmente mostrado .....	37
Figura 21. Dosificadora terminada (modelo aproximado).....	38



## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5. Introducción**

En este documento se muestra el desarrollo del proyecto “DOSIFICADORA VOLUMETRICA PARA VISCOSOS AUTOMATICA”, perteneciente a la empresa TEKTRON – SOLUCIONES AUTOMATICAS. La máquina se encargará de llenar los recipientes con el producto necesario del mismo. A lo largo de este trabajo se documentarán las etapas de desarrollo, selección e implementación de componentes, así como la construcción del diagrama eléctrico y la programación por PLC. Una vez armada y con todos los componentes conectados se realizarán pruebas para verificar el correcto funcionamiento.

## **6. Descripción de la empresa**

### **6.1. Antecedentes.**

TEKTROS - Soluciones automáticas es una empresa formada por dos hermanos, ambos Ingenieros Mecatrónicos del ITESM. Esta empresa fue Incubada en la “Incubadora de empresas del Tecnológico de Monterrey Campus Ags.” Comenzando en marzo de 2012. Nominada a “Premio Nacional emprendedor” en el año 2014, esta sociedad comenzó como empresa de diseño y fabricación de tarjetas y dispositivos electrónicos, la propia industria local fue requiriendo sus servicios de mantenimiento, así como fabricación de maquinaria, servicios que al día de hoy son los principales. Además, comenzó, brindando servicios al sector tanto alimenticio como cosmético, a los que fueron sumándose el metalmecánico, automotriz, construcción, empaque e industria enfocada a la fabricación de muebles.

TEKTROS es una empresa enfocada a proveer soluciones industriales eficientes e innovadoras mediante el desarrollo de sistemas mecánicos, eléctricos, metodologías de producción, automatización, equipamiento, diseño de productos y proyectos integrales llave en mano

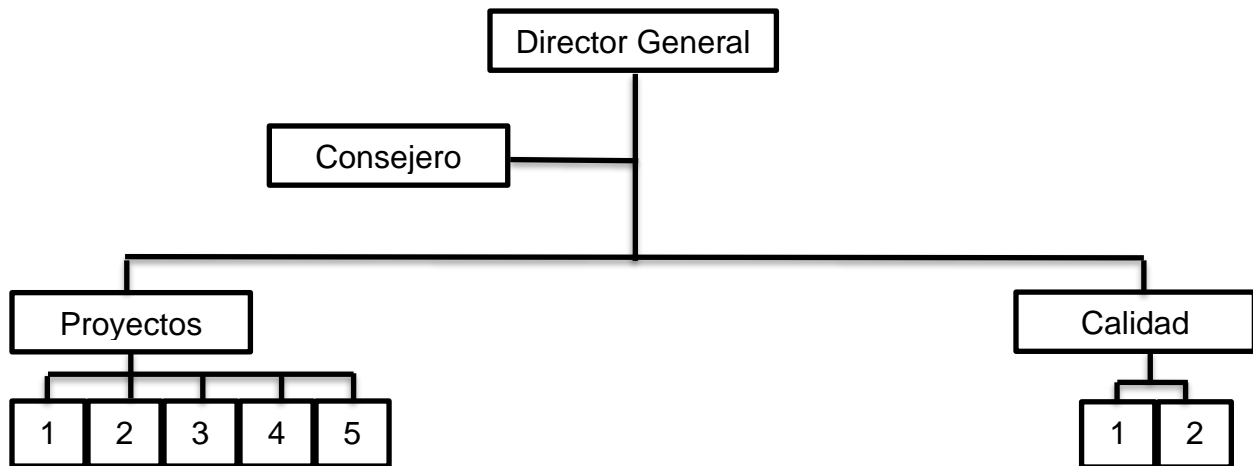
### **6.2. Misión**

Empresa dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas para la productividad y la eficiencia con el compromiso sólido de promover el uso de la tecnología e innovación en industrias productivas locales y nacionales

### **6.3. Visión**

Ser una compañía integradora industrial líder en implementación y desarrollo de sistemas de automatización, maquinaria y fabricación de partes y herramientas, que sea reconocida a nivel nacional por clientes, proveedores y colegas como generadores de alto valor y altamente confiables para generar alianzas comerciales sólidas y productivas.

## 6.4. Organigrama



## 6.5. Política de calidad

TEKTROS ha establecido, documentado, implantado, mantiene y mejora continuamente su Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo con los requisitos de la Norma Internacional ISO 9001:2015.

TEKTROS documenta todos los procesos necesarios para el desarrollo de este SGC, de esta manera se garantiza tenerlos procesos bajo control y que operen eficazmente.

TEKTROS determina como procesos necesarios para el SGC:

- Entradas y salidas requeridas.
- Determinación de procesos.

## 6.6. Principales productos

- Maquinaria industrial.
- Herramientales para ensamble, verificación y procesos.
- Mesas/estaciones de trabajo.
- Racks/estantes.
- Bandas transportadoras y sistemas para manejo de materiales.
- Integración de sistemas de automatización.
- Refacciones para maquinaria, mecanismos y estructuras.
- Estructuras metálicas y pailería en general.
- Mejoras a maquinaria y sistemas de producción.
- Tableros.
- Contenedores.
- Gabinetes.

### **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

La empresa TEKTRÓS se especializa en el desarrollo de maquinaria y equipo para satisfacer las necesidades de la industria, o en este caso cliente, que requiera sus servicios, tales como desde desarrollar una máquina rebobinadora de tela para cubrebocas, pasando por proyectos de la industria alimenticia, metalmecánica y sanitaria por dar algunos ejemplos. En este caso se requiere diseñar e implementar una dosificadora semi/automática para viscosos en donde, debido a los distintos tipos de viscosidades que presente el producto a envasar, se requiere de un ajuste manual para el usuario para llenar los envases correctamente del producto deseado. El primer obstáculo a vencer será la selección de componentes, ya que estos deben de ser compatibles entre sí y con el PLC que se seleccionará, el cual deberá contar con las entradas y salidas necesarias para que sea capaz de recibir la información de la máquina, y activar las salidas correspondientes en cada paso del proceso de la dosificadora.

## **8. Justificación**

Actualmente el cliente se encarga de llenar de manera manual los envases de su producto, la empresa TEKTROS desarrollará una maquina dosificadora para mejorar este proceso, aumentando la velocidad, precisión y exactitud de esta labor. Las habilidades a desarrollar son muy importantes, ya que presentan la problemática real al trabajar en un ambiente industrial y empresarial grande o pequeño, intentando mantener la calidad del servicio o producto al satisfacer por completo las necesidades del cliente, para ello será necesario el control pleno de cada etapa del desarrollo del proyecto, para reducir tiempos y retrabajos y así poder respetar la fecha establecida de entrega al cliente. Se reforzarán las habilidades aprendidas en la formación académica como el diseño en CAD, programación PLC, y se aprenderán nuevas como la selección de las herramientas adecuadas y su debido uso para la parte de hardware del proyecto.

## **9. Objetivos**

### **9.1 Objetivo general**

- Diseñar una maquina dosificadora para viscosos automática que se ajuste a las necesidades del cliente para aumentar o disminuir la cantidad de material dosificado.

### **9.2 Objetivos específicos**

- Se implementará la estructura y la tolva de 50 litros, con base en el diseño proporcionado por la empresa, respetando las dimensiones y posiciones de los barrenos junto con los dobleces de la estructura base.

- Se diseñará y conectará el diagrama eléctrico, trazando cables y mangueras y realizando los correspondientes ajustes utilizando los barrenos previamente mencionados para hacer las conexiones entre los componentes neumáticos, eléctricos y el PLC.

- Se realizará la programación en código Ladder para la dosificadora cargándolo en la máquina una vez finalizada y con esto verificar el funcionamiento correcto de la dosificadora.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico.**

#### **10.1 Dosificadora**

La máquina dosificadora de líquidos o viscosos es utilizada para llenar productos sobre todo tipo de recipientes (Figura 1.). Tiene un amplio campo de aplicación en la industria farmacéutica, química, de cosméticos y alimentos. Actualmente se puede encontrar diferentes tipos de dosificadores en el caso de la de funcionamiento neumático, esta se ha proyectado y realizado para la dosificación y el llenado de productos densos y pastos homogéneos. Se utiliza sobre todo en la industria: alimenticia, confitera, de la conservación y lechera-gaseosa. Los materiales usados, la facilidad de mantenimiento y limpieza, la alta precisión, la máxima exactitud en la dosificación y en la transferencia, la ausencia de contaminación hace de esta dosificadora una óptima máquina, puede acoplarse a un sistema de envasado automático uniéndose a otra maquina selladora al vacío[1].



*Figura 1. Dosificadora de tolva para mesa usada de referencia.*

#### **10.2 Acero inoxidable de grado alimenticio**

Según la definición de la norma europea EN 10088-1, los aceros inoxidables deben tener un contenido mínimo de cromo del 10,5% y un máximo del 1,2% de carbono.

La resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables puede mejorarse con la adición de otros elementos de aleación como níquel, molibdeno, nitrógeno y titanio (o niobio).



Esto proporciona una gama de aceros inoxidables resistentes a la corrosión para un amplio espectro de condiciones de trabajo y, además, potencia otras propiedades útiles como son la conformabilidad, la fuerza y la resistencia térmica (al fuego).

**AISI 430:** Es un acero de propósito general por su ductilidad y buenas características de maleabilidad y resistencia a la corrosión. Es ideal para muebles y decoración interior, empleándose también para adornos y molduras automotrices, materiales de construcción, adornos interiores arquitectónicos y paneles, equipos de cocina, entre otras aplicaciones domésticas, sumado a un amplio espectro de aplicaciones en la industria.

**AISI 304:** Posee el mismo rango de aplicación que el AISI 430, pero por sus características químicas al incorporar Níquel, permite lograr productos más complejos (ya sea por procesos de formado o soldado) y posee un espectro de resistencia mayor al AISI 430 frente a ciertos agentes en determinadas condiciones de temperatura y pH.

**AISI 316:** Posee el mismo rango de aplicación que el AISI 304, pero por la incorporación de Molibdeno en su estructura, su resistencia a la corrosión es superior al AISI 430 y al AISI 304 lo que permite emplearlo en medios más agresivos, como ácidos y atmósfera salina. Se utiliza para adornos arquitectónicos, equipo para el procesamiento de alimentos, farmacéutico, fotográfico, textil, laboratorios, etc.

Similitudes entre 304 y 316:

Ambos tipos 304 y 316 son aceros inoxidables austeníticos. Esta propiedad contribuye a su ductilidad y capacidad de ser fácilmente moldeados y soldados. Esto también significa que estos aceros no son magnéticos. El cromo en los aceros inoxidables también añade un cierto nivel de resistencia a la corrosión al metal. El acero inoxidable tipo 304 contiene 18 por ciento de cromo, mientras que el acero inoxidable de grado 316 contiene 17 por ciento de cromo.

Diferencias:

El molibdeno también puede ser añadido al acero para aumentar la resistencia a la corrosión y a las picaduras. La presencia de molibdeno es tal vez la mayor diferencia

entre los aceros inoxidable 304 y 316. El acero inoxidable tipo 304 no contiene trazas de molibdeno, mientras que el acero inoxidable 316 contiene 2,1 por ciento de molibdeno.

### **10.3 Soldadura en AISI 304**

El acero inoxidable tipo 304 requiere menos calor para producir la fusión, lo que esto significa que la soldadura es más rápida para el mismo calor aportado por la fuente de soldeo, o bien, requiere emplear menos calor para la misma velocidad de soldado. Para el proceso de soldadura del AISI 304 es necesario usar la soldadura TIG con la varilla de aporte E 308

### **10.4 Varilla aporte E 308**

Se recomienda para la soldadura de metales base de composición similar. Para soldadura de aceros inoxidables que contienen 16-21% Cr, 8-13% Ni y altos contenidos de carbono, tipo 304H. Se utiliza en donde el acero inoxidable está sometido a temperaturas de servicios inferiores a 750 °C



*Figura 2. Aporte E 308*

### 10.3 Automatismo (PLC)

Un automatismo es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo con los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales.

Un PLC (Figura 2.) consta de un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo (niveles de tensión y corriente compatibles con los sensores y actuadores industriales) y programable por el usuario para que desempeñe una determinada función. Una vez programado, el PLC trabaja de forma cíclica.

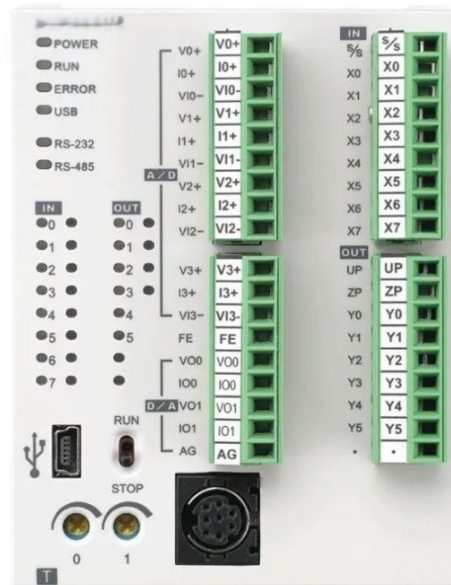


Figura 3. Controlador PLC.

### 10.4 Automatización neumática

La automatización puede ser considerada como el paso más importante del proceso de evolución de la industria en el siglo XX, al permitir la eliminación total o parcial de la intervención humana, obteniéndose las ventajas siguientes:

- Reducción de los costes de mano de obra directos.
- Uniformidad de la producción y ahorro de material.
- Aumento de la productividad.

- Mayor control de la producción al poder introducir en el proceso sistemas automáticos de muestreo.

- Aumento de la calidad del producto final.

En todo proceso de automatización (Figura 3.) se distinguen tres partes: a) Elementos periféricos de entrada, a través de los cuales llega al sistema la información. b) Unidad central de tratamiento de la información. c) Elementos periféricos de salida, que, de acuerdo con las órdenes elaboradas por la unidad central, gobiernan los elementos de potencia. Existen diversas técnicas para la realización de automatismos: la electromecánica, la electrónica, la neumática, etc.

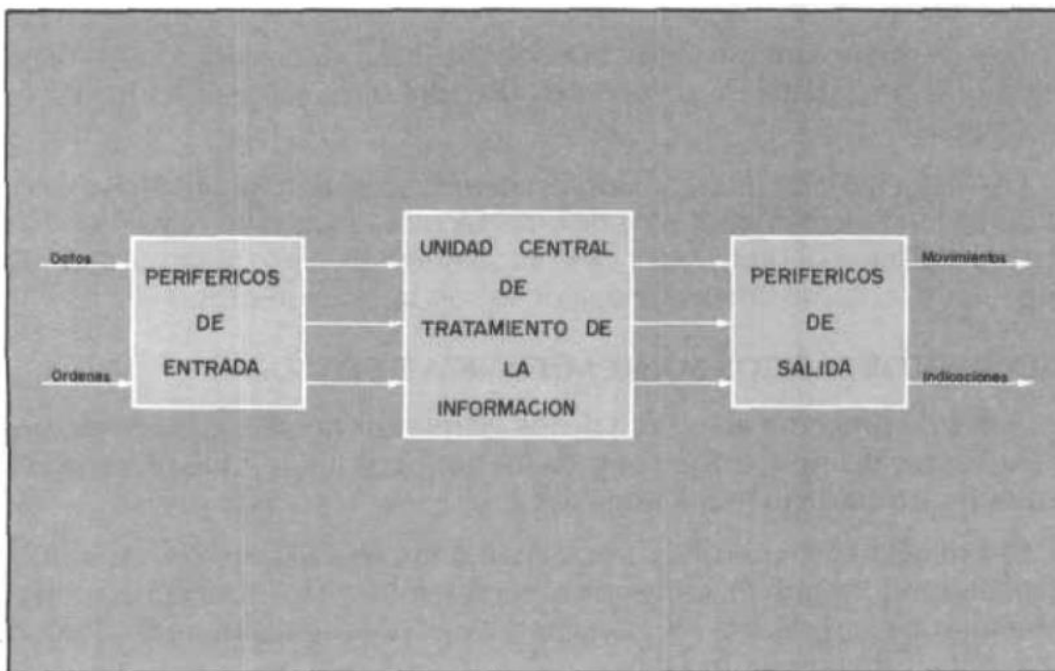


Figura 4. Diagrama de bloques de un sistema automatizado.

La energía neumática, que emplea aire comprimido como fuente de potencia, tiene cualidades excelentes entre las que destacan:

- El aire es abundante y barato.
- Se transforma y almacena fácilmente.
- Es limpio, no contamina y carece de problemas de combustión con la temperatura.

## 10.5 Cilindro neumático

El aire es una forma de energía mecánica que tiene la ventaja de poder ser almacenada para utilizarse después en la generación de una acción de movimiento; por ejemplo, si se ejerce fuerza sobre el aire contenido en un recipiente cerrado, este se comprime forzando las paredes del mismo, entonces la fuerza que actúa en dirección perpendicular sobre la superficie del recipiente puede aprovecharse para generar el desplazamiento lineal de un eje o vástago. Los dispositivos que trabajan de acuerdo con este principio para generar movimiento lineal se conocen como cilindros neumáticos (Tabla 1.).




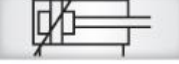


Cilindros	
Símbolo:	Descripción:
	De simple efecto. Retorno por muelle.
	De simple efecto. Retorno por fuerza externa.
	De doble efecto.
	De doble efecto con amortiguador.
	De doble efecto con doble vástago.
	De simple efecto telescópico.

Tabla 1. Tabla de cilindros neumáticos.

## 10.6 Broca HSS para acero inoxidable

Las cualidades de las brocas para metal son muy diferentes de las brocas para madera, mampostería u hormigón.

Las brocas para madera incluyen una característica aguja: una punta muy afilada, con forma de pincho, que nos permite centrar la broca.

Las brocas para mampostería, cuando son de cierta calidad, cortan gracias a las placas de metal duro soldadas en su punta. Excepto la placa, el resto de una broca para ladrillo u hormigón está hecha con acero al carbono.

Para taladrar metales blandos como el aluminio o el latón, escogeremos brocas de acero rápido HSS-R (las negras) con un ángulo de punta de 118°. Para grandes espesores o

metales duros, por ejemplo, acero inoxidable, es recomendable comprar brocas de mayor calidad. Las brocas de acero rápido aleadas con cobalto (HSS-Co) o las recubiertas con titanio ofrecen mejores resultados que las anteriores, sin ser excesivamente caras.

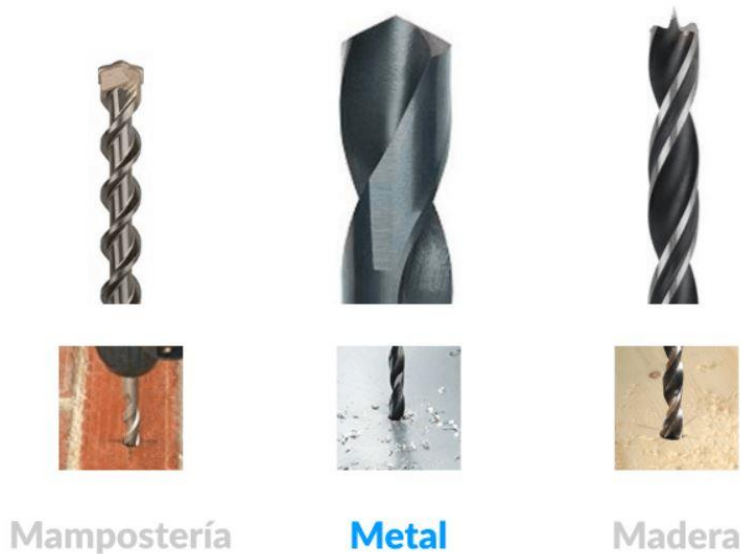


Figura 5. Diferentes tipos de brocas

### 10.7 Sensores magnéticos

Se definen como sensores magnéticos a los que son capaces de detectar un campo magnético, el cual puede provenir de un imán permanente o temporal, por ejemplo, un electroimán. Dependiendo del tipo de dispositivo puede estar integrado por uno de tres tipos de transductor:

1. Magneto resistivo, que consiste en un arreglo de resistencias en una configuración especial, cuando un campo magnético se acerca a las resistencias, el valor óhmico fluctúa.
2. Por circuito LC, el cual consiste en un circuito de configuración capacitor-inductor, los dos elementos que integran al circuito generan una resonancia que se ve

afectada cuando un campo magnético se acerca al sensor.

3. REED SWITCH, que consiste en un interruptor sencillo compuesto por un pequeño platino, el cual conmuta de abierto a cerrado cuando se acerca un campo magnético.



Figura 6. Sensores magnéticos

## 10.8 Electroválvulas

Una electroválvula también conocida como válvula solenoide de uso general es una válvula que abre o cierra el paso de un fluido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo.

Tipos de electroválvulas

- Acción directa:

En esta familia de válvulas el flujo electromagnético actúa directamente en el émbolo que cierra o abre el orificio permitiendo que el líquido pase o pare (presión mínima requerida = 0 bar)

- Acción indirecta:

El orificio principal es abierto por el desequilibrio entre las presiones en las superficies del diafragma superior e inferior (o del pistón). Cuando se energiza la bobina el movimiento del émbolo causa la apertura del orificio de piloto y descarga el compartimiento superior del diafragma: el desequilibrio de la presión mueve el diafragma que abre el orificio principal (la presión mínima requerida es de 0.2 bar).

- Acción mixta

En esta familia de válvulas la abertura del orificio principal es efectuada por el desequilibrio de presiones entre el cuerpo superior y el inferior combinando con la acción directa del émbolo que está fijo al diafragma mediante un resorte (presión mínima requerida = 0 bar)



*Figura 7. Electroválvulas*



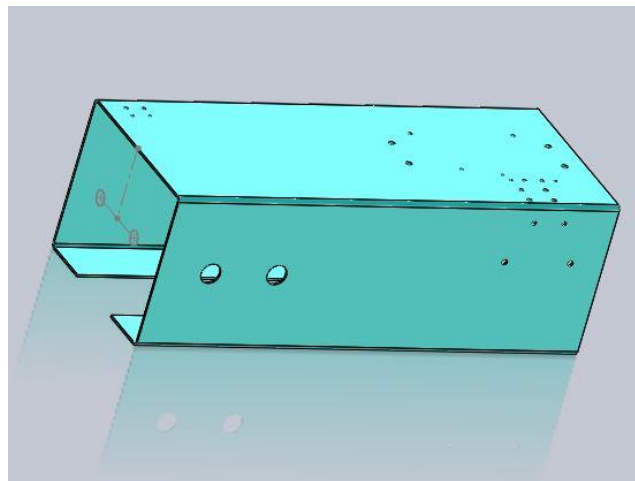
## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO**

### **11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

#### **11.1 Estructura de acero inoxidable AISI 304**

La empresa TEKROS cuenta con el diseño preliminar de la dosificadora volumétrica para viscosos, por lo cual se corroboró que la lámina de acero seleccionada cumpla con las dimensiones mínimas para poder construir la estructura en una sola lámina.

Después de haber verificado las medidas de la lámina que será el cuerpo de la máquina y la tolva, ésta se mandó a cortar y doblar y en seguida se trajo de regreso al taller para el trabajo de barrenado para la tornillería de los componentes, así como barrenos pasados para guiar las mangueras y cables desde adentro de la máquina a sus respectivos componentes.

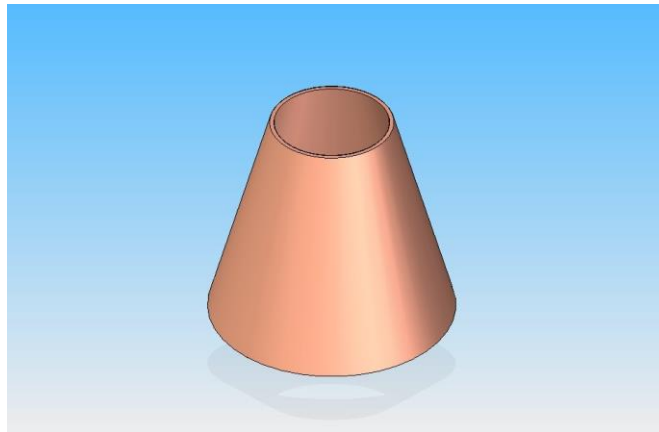


*Figura 8. Diseño de la estructura principal en CAD*

### 11.1.1 Tolva de acero inoxidable AISI 304

Para la parte de almacenamiento del producto, antes de ser dosificado al recipiente que lo recibirá, se optó por implementar una tolva capaz de almacenarlo; se diseñó un cilindro con tapa y un embudo para que sea más fácil controlar la caída del producto, aunque este siempre dependerá de su viscosidad y densidad.

Se seleccionó otra lámina de acero inoxidable AISI 304 para verificar dimensiones seleccionadas de la tolva, la tapa será cortada de la misma lámina, así como el embudo, el cual se necesitó calcular como un cono truncado para poder ser cortado en la lámina. El cono truncado es el cuerpo geométrico que resulta al cortar un cono por un plano paralelo a la base y separar la parte que contiene el vértice (Figura 4.).



*Figura 9. Cono truncado ejemplo.*

Para diseñar la plantilla de la cual se realizará el cono truncado deben de ser conocido los siguientes parámetros (Figura 5.):

- Radio superior
- Radio inferior
- Altura

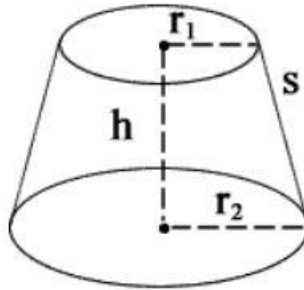


Figura 10. parámetros cono truncado.

Los valores de la plantilla fueron tomados de una calculadora en línea de conos truncados (Figura 6.), arrojando lo siguiente (para respetar la discreción de los datos por parte de la empresa se mostrarán los parámetros generalizados):

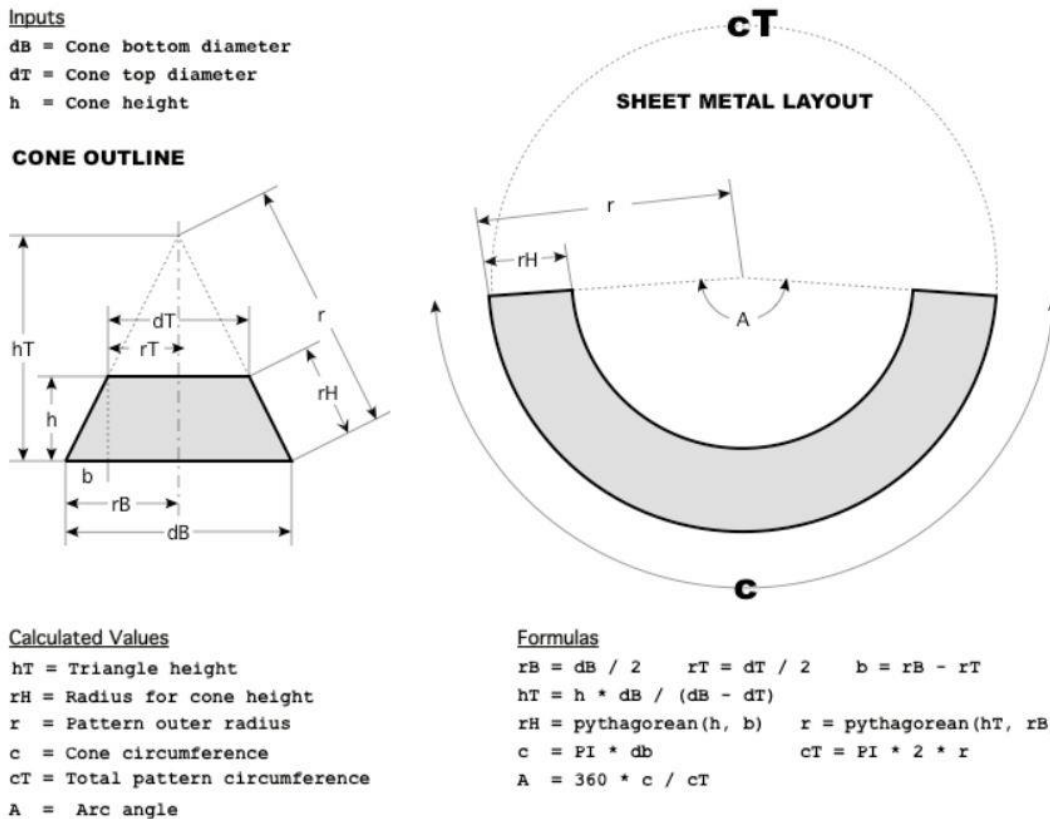


Figura 11. Parámetros generalizados de cono truncado.

### 11.1.2 Soldado de estructura mediante TIG

Para soldar algunos dobleces de la estructura y después de haber rolando el cuerpo de la tolva, se utilizó la soldadura TIG y el aporte E 308 para rellenar algunas secciones donde existía separación entre las partes a soldar.



*Figura 12. Soldadura con TIG en tolva*



*Figura 13. Soldado de estructura con TIG y aporte E 308*

## 11.2 Diagrama eléctrico de conexiones

Después de concluir con la estructura base del proyecto, se continuó con el diseño del diagrama eléctrico (Figura 7.), el cual implicaba el uso de 3 electroválvulas, sensores magnéticos para los actuadores, los cuales serán de ayuda indicando la posición del vástago de los pistones, así como un PLC que cumpla con las entradas y salidas suficientes para poner en marcha la dosificadora, por razones de privacidad hacia TEKROS y sus proyectos, no es posible dar más detalles acerca de los componentes utilizados y el diagrama será presentado de manera parcial.

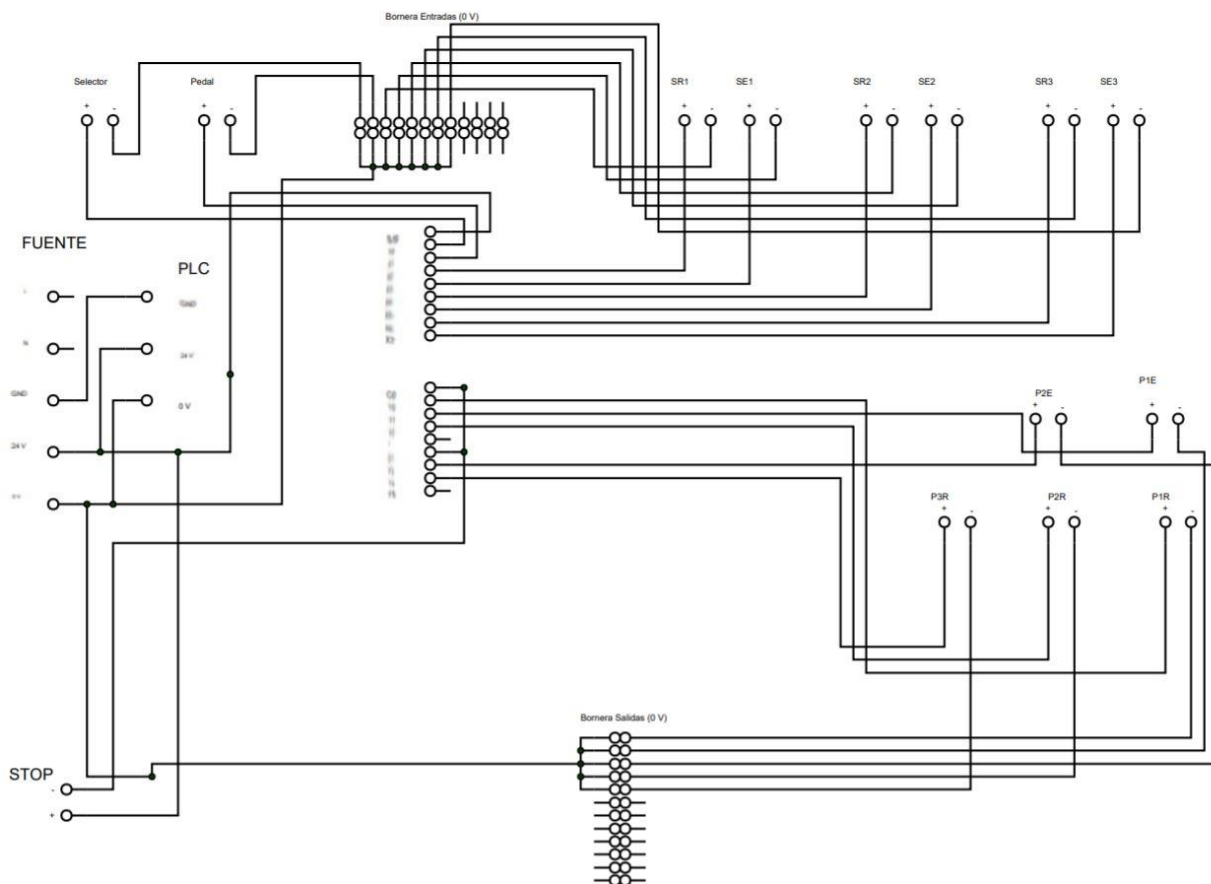
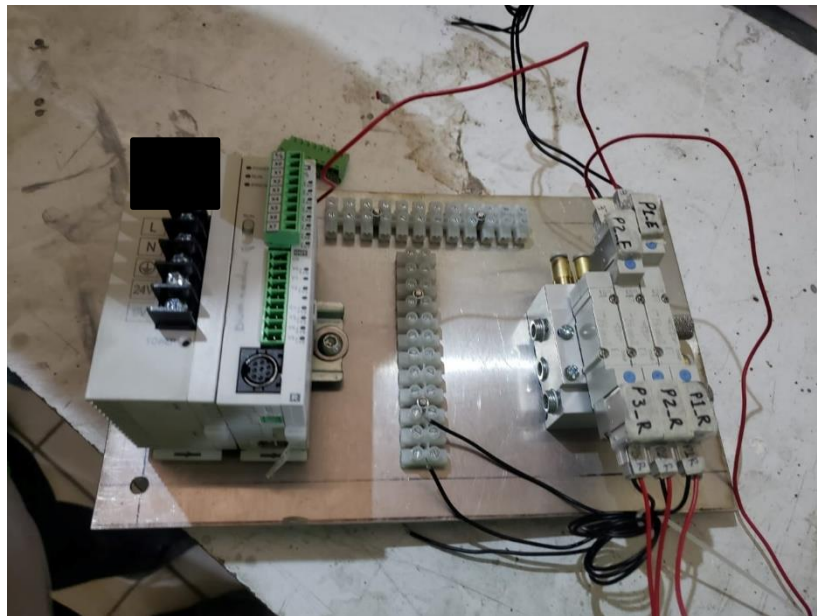


Figura 14. Diagrama de conexiones eléctricas.

### 11.2.1 Ensamble de sistema eléctrico y conexiones

En este apartado se mostrarán los avances en conexiones eléctricas hacia el PLC y el trazado de cables y mangueras para poder comunicar los sensores y actuadores del proyecto.

Para ordenar los componentes se utilizó un pequeño pedazo de lámina a manera de platina o soporte para sujetar los componentes y cables (por medio de porta cinchos) para mayor facilidad de ensamble y mejor estética (Figura 8.).



*Figura 15. Platina de ensamble.*

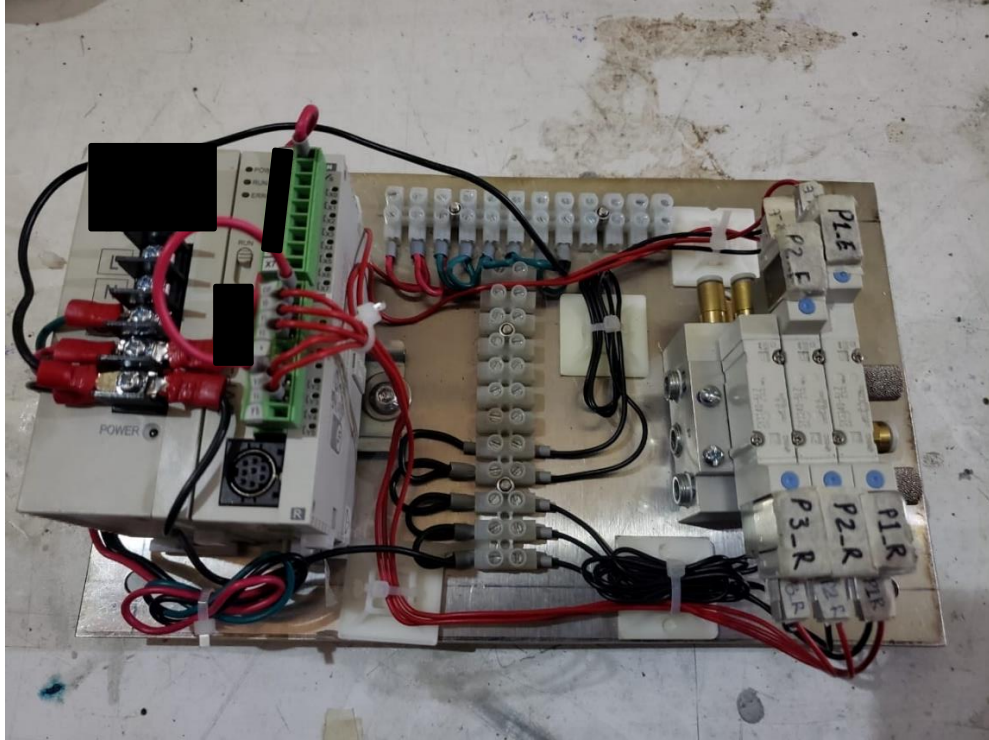
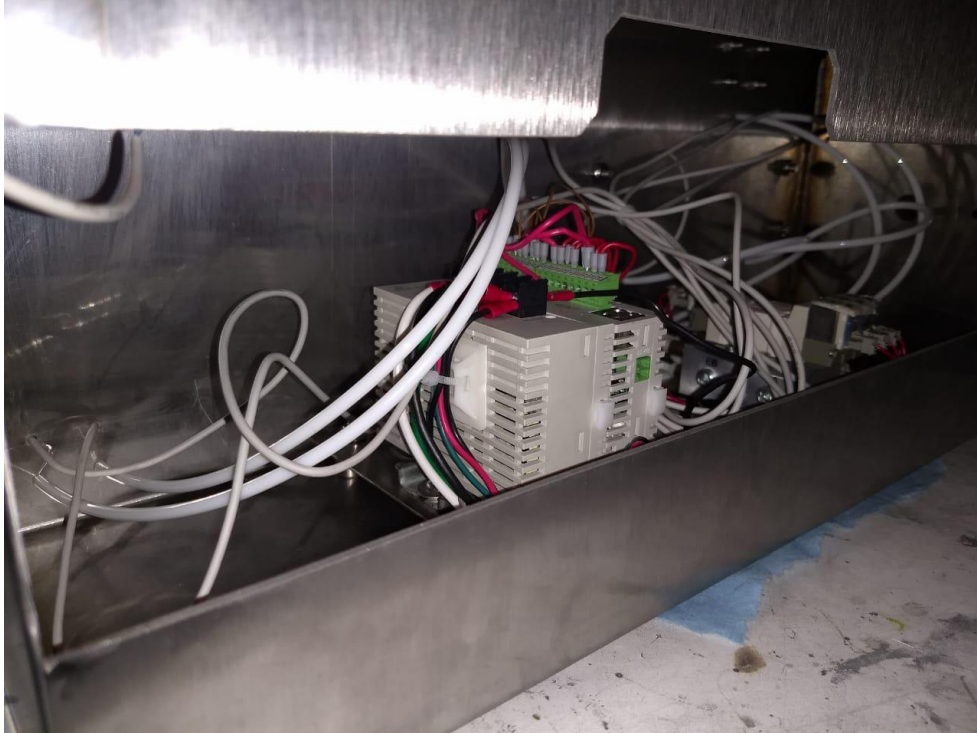


Figura 16. Platina finalizada para PLC y electroválvulas.

Se finalizaron todas las conexiones desde las electroválvulas hacia el PLC y utilizando las borneras de plástico (Figura 9.), para después emplear los barrenos previamente realizados en la estructura, pasando por ellos los cables y mangueras que van hacia los actuadores y sensores e introducirla al cuerpo de la máquina asegurándola con barrenos previamente hechos en la máquina y la platina (Figura 10.).



*Figura 17. Platina terminada y montada.*

### **11.2.2 Programación del PLC**

Para la programación en Ladder del PLC se optó por utilizar el método de tablas, en el cual se separan las entradas y salidas con el fin de simplificar la programación (Tabla 2.), utilizando en cada renglón de la tabla una dirección de memoria, y separando por pasos cada renglón se puede determinar qué salida está encendida y en que paso se encuentra.



	Entradas				Salidas			
	Botones		Memorias		Actuadores		Memorias	
Tipo de terminales	E <sub>0</sub>				S <sub>0</sub>			
Asignación de terminales Físicas	Botón1				Actuador1			
Condiciones y Acciones	*				*			

Tabla 2. Tabla de método "por tablas" de programación Ladder.

Para finalizar, se cargó el programa al PLC de la máquina terminando así la parte de desarrollo, inicializando la parte de prueba y corrección de errores y entrega al cliente.

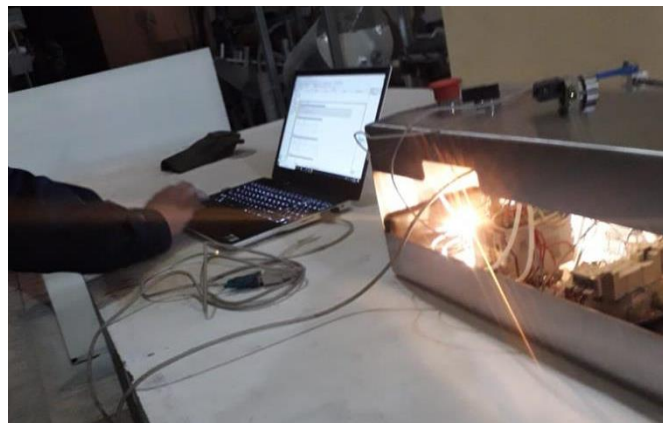


Figura 18. Cargado de programa al PLC en la máquina

Por respeto a la privacidad de la empresa TEKROS las pruebas de instalación y las documentaciones de los manuales de operación y mantenimiento no serán mostradas.

### 11.3 Cronograma de actividades

Actividades por quincena	Sep 1	Sep 2	Oct 1	Oct 2	Nov 1	Nov 2	Dic 1
Requisición de materiales y componentes							
Estructura de acero inoxidable							
Tolva de acero inoxidable							
Diseño de diagrama eléctrico							
Conexiones de componentes							
Programación PLC							
Corrección de errores y entrega al cliente							

Tabla 3. Cronograma de actividades.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

No es posible mostrar las tablas de precios y componentes por respeto a la privacidad pedida por la empresa TEKTRON para el desarrollo de este proyecto.

La máquina finalizada muestra una estructura estable la cual no requiere de una base para apoyarse, si no solo de una superficie plana como una mesa, esto es a propósito debido a que la máquina presenta una manera de coordinarse con la señal de otro tipo de máquina, véase embolsadora, por medio de una señal interna que ésta mande, por razones de privacidad hacia la empresa TEKTRON no se mostraran al completo los componentes totales de la máquina.



*Figura 19. Máquina y tolva finalizadas*

La programación Ladder del PLC se realizó con las siguientes tablas, siguiendo una secuencia lógica de pasos para el dosificado correcto del producto, tomando en cuenta

la posición de los vástagos al comparar la información proporcionada por los sensores en cada pistón por razones de privacidad hacia la empresa TEKTROS, no es permitido mostrar las tablas completas.

PASO	ENTRADA	SALIDAS	MEM
1	BIT INICIAL		M0
2	PEDAL		M1
3		RP2	M2
4	S2R	RP3, EP1	M3
5	S3R, S1E		M4
6			M5
7			M6
8		RESET	M7

Tabla 4. Tabla de entradas y salidas del método de tablas parcialmente mostrada.

SALIDAS	ACTIVA	DESACTIVA
	M0	M1
	M0	M1
	M0	M1
<u>RP2</u>	M2	M3
<u>RP3</u>	M3	M4
	M3	M4
EP3*	M4	M5
	M5	M6
	M6	M7

Tabla 5. Tabla de salidas del método de tablas parcialmente mostrada.

La programación PLC se desarrolló a partir de un programa previo que, sin embargo, presentaba errores ya que para asegurar que la máquina siempre al momento de iniciarse por primera vez (véase al conectarla a la corriente y ponerla en modo RUN) ésta se asegure de llevar los pistones a la posición inicial, se desarrolló toda la programación con base en el método de tablas como se muestra en la siguiente figura, el programa completo no será mostrado para respetar la petición de discreción por parte de TEKTROS (Figura 17.):

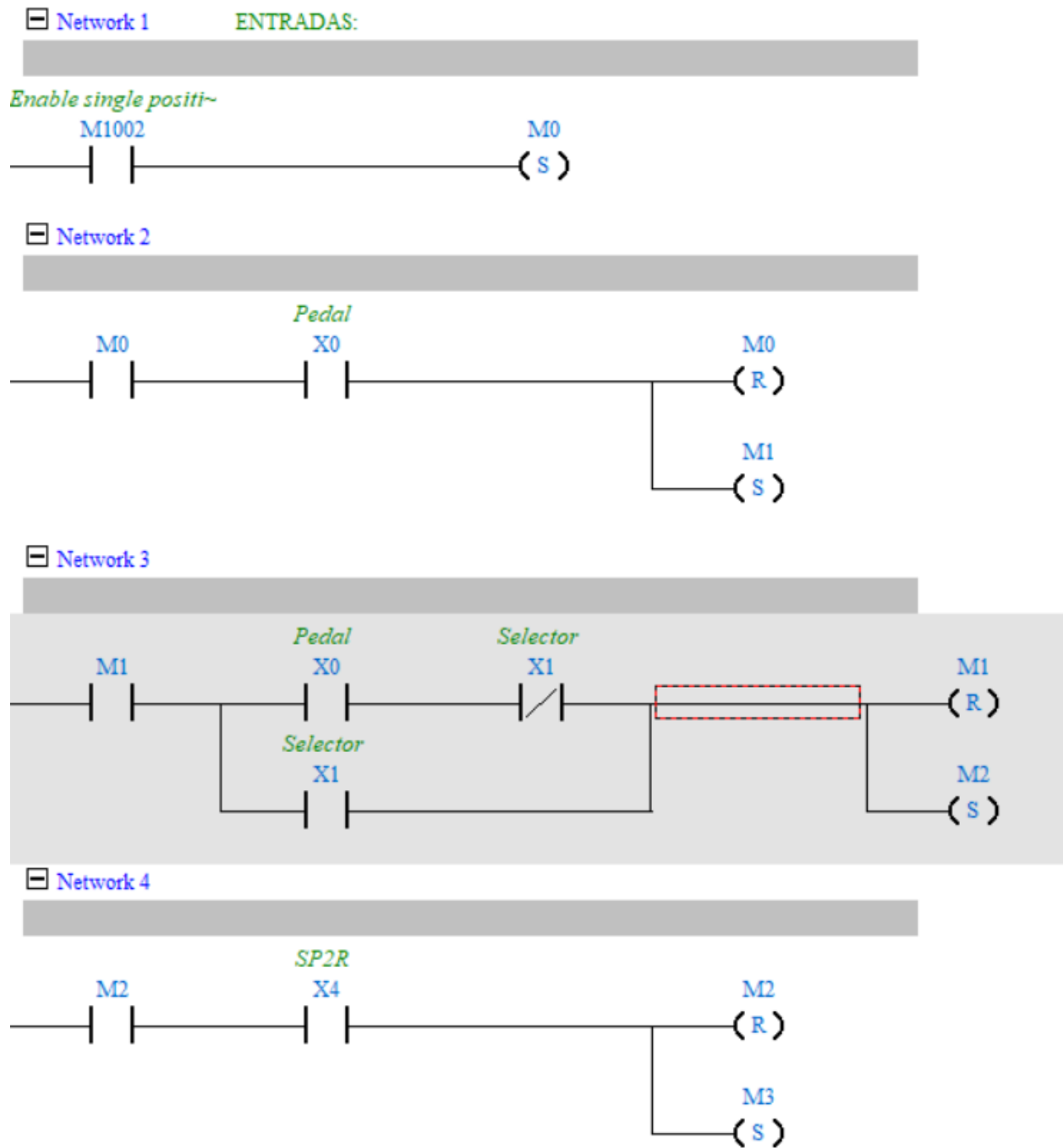


Figura 20. Programa PLC parcialmente mostrado

En la siguiente figura se muestra un modelo aproximado de la dosificadora terminada en la cual se observan los pistones en su posición de ensamble final y la tolva.

La máquina funciona de tal manera que, al encenderla, el programa Ladder del PLC hará una primera pasada y verificará que la dosificadora se encuentre en la posición inicial de trabajo, nombrando los pistones según aparecen en la Figura 21 como 1 2 y 3, el pistón 1 se encontrará extendido hacia abajo funcionando de sello mecánico para el fluido, el pistón 2 se extenderá hacia la izquierda expulsando el aire que pueda contener la cámara del pistón, y el tercer pistón (en una posición a 45 grados) funcionará para abrir y cerrar una válvula manual que llenará la cámara del pistón 2 del fluido a dosificar. Todo el sistema estará esperando la orden del pedal para ponerse en marcha de manera automática o manual.

Cuando el operador de la primer señal desde el pedal, el pistón 3 cambiará su posición de extendido a retraído, liberando la válvula para que el fluido pueda llenar la cámara del pistón 2, una vez hecho esto, el pistón 2 se retraerá hacia la derecha, llenándose así de fluido, cuando se encuentre en el final de su recorrido, el pistón 3 liberará el sello mecánico y el fluido podrá salir de la boquilla, haciendo que el pistón 2 vuelva a recorrerse a la derecha empujando el fluido y con esto, el sistema se reiniciará llevándolo a la posición inicial de trabajo para realizar otro ciclo.



*Figura 21. Dosificadora terminada (modelo aproximado)*

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **13. Conclusiones del Proyecto**

El proyecto de residencias de la dosificadora volumétrica para viscosos automática fue concluido con éxito, aunque surgieron problemas relacionados con el rolado de la tolva y el embudo, problemas tales como que el proveedor del servicio no disponía del tiempo para ajustarse a nuestra estimación de fechas, por lo cual se decidió pausar esa actividad para priorizar el diagrama eléctrico y programación de la máquina.

A pesar de que el proyecto funciona correctamente, no es posible normalizar la máquina a un solo ajuste neumático para todo tipo de líquidos, ya que estos presentan densidades y viscosidades diferentes que harían que por ejemplo un producto menos viscoso y denso como el agua en comparación de productos como crema espesa o salsa, fluirían de manera más rápida por la salida del embudo en la tolva, sin embargo se integrará en un futuro una escala de referencia para facilitar al usuario final el ajuste de la máquina en la cantidad de producto que sea requerida.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Aprendí y aplique métodos y técnicas para el correcto marcado de piezas, cortado y acabados generales de una estructura en metal.
2. Gestioné los recursos materiales y componentes para la elaboración del proyecto y fortalecí mi conocimiento en cuanto a componente eléctricos y electrónicos se refiere, así como saber gestionar cotizaciones y presupuestar servicios y bienes a diferentes proveedores.
3. Aprendí a desarrollar e interpretar diagramas eléctricos sencillos, adecuando el espacio para que, a momento de hacer las conexiones físicas, los cables se empalmen lo menos posible.
4. Fortalecí los conocimientos teóricos de programación Ladder y los conocimientos técnicos para programar un PLC orientado a la industria y no a la educación.
5. Aprendí a gestionar tiempos de trabajo para terminar en tiempo y forma el desarrollo de proyectos.



## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

#### **Libros**

A. Daneri, P. (2009). PLC: automatización y control industrial. Buenos Aires, Argentina, Argentina: Editorial Hispanoamericana HASA.

Corona Ramírez, L. G. Abarca Jiménez, G. S. y Mares Carreño, J. (2016). Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino. Grupo Editorial Patria.

Guillén Salvador, A. (2009). Introducción a la neumática. Barcelona, Spain: Editorial Marcombo.

Mott, R. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (Cuarta edición). México: Editorial Pearson Educación.

Reyes Salinas, A. (2010). Escurrimiento de fluidos: aplicaciones. Editorial Universidad de Santiago de Chile.

#### **Tesis consultadas**

Vargas Cumbal, W. V. (2013). *Automatización de una máquina dosificadora de Líquidos Groninger DFV - 6001. Automatización de una máquina dosificadora de Líquidos Groninger DFV - 6001.*, 1(1), 10-25.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2909/1/04%20MEC%20034%20TESIS.pdf>

#### **Internet:**

Electroválvulas. (2008). *altecdust*. Recuperado el 08 de diciembre 2020 de <https://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>

Grupo carvi. (2006). tipos de acero y usos. Recuperado el 05 de diciembre 2020, de <https://www.grupocarvi.com/es/noticias#:~:text=El%20acero%20inoxidable%20tipo%20304,acero%20inoxidable%20304%20o%20316>.

HK12. (2018). Rangel. Recuperado el 09 de diciembre 2020 de [https://www.todoparasoldar.com.mx/product.php?id\\_product=311](https://www.todoparasoldar.com.mx/product.php?id_product=311).

Las mejores brocas para metal HSS negras, titanio y cobalto. (2020). Herramientas. Recuperado el 07 de diciembre 2020 de <https://www.tecnitool.es/brocas-para-metal/>

M., M., M., S., Cruz, A., S., & Arango, J. S. (2019). Cono truncado | Superprof. Material Didáctico - Superprof. Recuperado el 07 de diciembre 2020 de <https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/geometria/espacio/cono-truncado.html>

Sensores magnéticos. (2019). Sepia Automatización Industrial. Recuperado 07 de diciembre 2020 de <https://www.sepia.mx/sensores-magneticos/>

Soldadura de los Aceros Inoxidables. (2017). ingmecanica. Recuperado el 07 de diciembre 2020 de <https://ingmecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>

Villajulca, J. C. (2017, 6 noviembre). Programacion de un PLC mediante tablas. Instrumentacion y Automatizacion Industrial. <https://instrumentacionycontrol.net/programacion-de-un-plc-mediante-tablas/>

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. Anexos

**TABLA 8 Propiedades mecánicas de algunas aleaciones de acero inoxidable**  
 Datos de INCO.\* Valores aproximados. Consulte a los fabricantes de los materiales para información más precisa

Aleación de acero inoxidable	Estado	Límite elástico a la tensión (convencional al 2%)		Resistencia máxima a la tensión		Elongación en 2 in %	Dureza Brinell o Rockwell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa		
Tipo 301	recocido en tira	40	276	110	758	60	85HRB
	laminado en frío	165	1 138	200	1 379	8	41HRC
Tipo 302	recocido en hojas	40	276	90	621	50	85HRB
	laminado en frío	165	1 138	190	1 310	5	40HRC
Tipo 304	recocido en hojas	35	241	85	586	50	80HRB
	laminado en frío	160	1 103	185	1 276	4	40HRC
Tipo 314	laminado en barra	50	345	100	689	45	180HB
Tipo 316	recocido en hojas	40	276	90	621	50	85HRB
Tipo 330	laminado en caliente	55	379	100	689	35	200HB
	recocido	35	241	80	552	50	150HB
Tipo 410	recocido en hoja	45	310	70	483	25	80HRB
	tratamiento térmico	140	965	180	1 241	15	39HRC
Tipo 420	recocido en barra	50	345	95	655	25	92HRB
	tratamiento térmico	195	1 344	230	1 586	8	500HB
Tipo 431	recocido en barra	95	655	125	862	25	260HB
	tratamiento térmico	150	1 034	195	1 344	15	400HB
Tipo 440C	recocido en barra	65	448	110	758	14	230HB
	templado y revenido 600°F	275	1 896	285	1 965	2	57HRC
17-4 PH (AISI 630)	endurecido	185	1 276	200	1 379	14	44HRC
17-7 PH (AISI 631)	endurecido	220	1 517	235	1 620	6	48HRC

\* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., Nueva York.

Tabla 6. Tabla de propiedades de aceros inoxidables.