



NOMBRE DEL ALUMNO:

Everardo Estrella Rojo

CARRERA:

Ing. Mecatrónica

MATERIA:

Programación de Robots Industriales

GRADO Y GRUPO:

6°-B

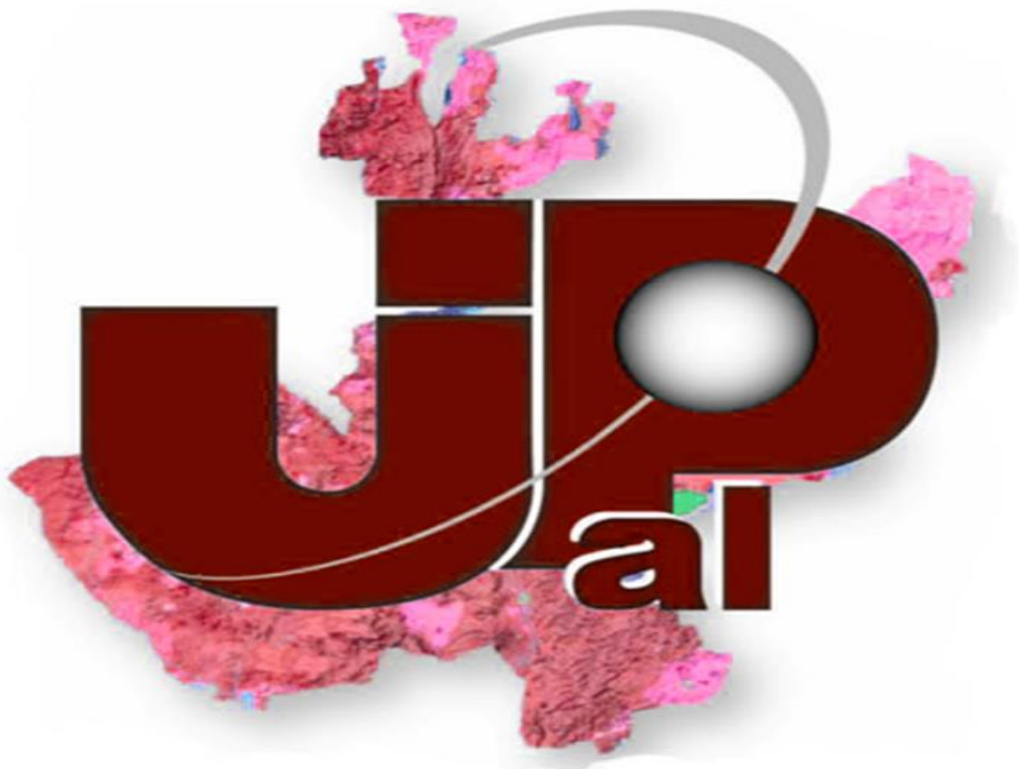
CUATRIMESTRE:

Mayo - Agosto

NOMBRE DEL DOCENTE:

Carlos Enrique Morán Garabito





**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE VACÍO PARA ALIMENTACIÓN  
AUTOMÁTICA DE POLVO DE MEDICAMENTO EN MÁQUINA  
TABLETEADORA KILLIAN**

**Realizado en la empresa:**

**ULTRA LABORATORIOS, S.A DE C.V.**

**Presentado por:**

**González Solís Diego Moisés**

**Estrella Rojo Everardo**

# ÍNDICE

• 1. Introducción .....	3
• 1.1 Antecedentes .....	4
• 1.2 Planteamiento del problema .....	5
• 1.3 Objetivo .....	5
• 1.3.1 Objetivos específicos .....	5
• 1.4 Hipótesis o supuesto .....	5
• 1.5 Justificación .....	6
• 1.6 Alcance del proyecto .....	6
• 2. Marco teórico y de referencia .....	6
• 3. Desarrollo: Métodos y Técnicas .....	24
• 3.1 Conocer máquina Tableteadora .....	25
• 3.2 Junta con personal técnico para lluvia de ideas sobre proyecto. ....	26
• 3.3 Cotizar y comprar componentes a utilizar. ....	27
• 3.4 Diseñar y fabricar base para sistema. ....	30
• 3.5 Desarrollo del proyecto .....	31
• 3.6 Resultados .....	34

## 1. Introducción

La empresa está dedicada a la fabricación, venta y distribución de productos de medicamento los cuales no dejan de ser de grado alimenticio y eso requiere una óptima y pronta fabricación, así como un almacenamiento controlado.

En la actualidad el proceso de alimentación para la máquina tableteadora es alimentación manual, realizado por el operador, tal método ha quedado de manera normal, pues a pesar de ser algo tardado, laborioso y peligroso para el operador los supervisores de manufactura encargados de la revisión de todos y cada uno de los procesos han aprobado el sistema, aun sabiendo todo el tiempo perdido por dicho trabajo.

Pese a que la máquina trabaja y el número de producto realizado es elevado, la demanda de medicamento para la empresa es muy alto, por tal motivo la empresa se ha visto en la necesidad de actualizar sus mecanismos de fabricación, por tal motivo se realizará la implementación de automatización del proceso de alimentación de polvo, con lo cual se logrará disminuir el tiempo de paro provocado cada vez que la máquina requiera de polvo para continuar trabajando y así a la vez lograr aumentar el número de producción del medicamento.

## 1.1 Antecedentes

Ultra Laboratorios S.A de C.V es una empresa dedica a la fabricación de medicamentos semisólidos y sólidos, los productos sólidos no serían posibles sin las máquinas tableteadoras, éstas máquinas son parte fundamental para la fabricación de estos productos, la empresa cuenta con una totalidad de 3 máquinas instaladas en diferentes áreas, las máquinas son de diferentes modelos, unos modelos más actualizados que otros tanto mecánica como eléctricamente pero ninguno con alimentación automática del polvo.

La máquina tableteadora KILLIAN fue adquirida por la empresa en al año 2000, que a pesar de no haber sido comprada nueva es una de las mejores máquinas con las que cuenta la empresa, es un equipo avanzado tecnológicamente hablando y por ende bastante funcional, es operada por un solo operador el cual se encarga de revisar su funcionamiento en todo momento desde el encendido y arranque así como llevar sus anotaciones en bitácora de peso y dureza de la tableta como marca en el procedimiento de fabricación, es por esto que a un solo operador se le complica realizar la alimentación de polvo mientras el equipo está trabajando por ello es necesario realizar el paro de la máquina, tomar la bolsa de producto (polvo) que pesa 25 kg y subir por unas escaleras hasta llegar a la parte superior del equipo, ya estando arriba tiene que vaciar el polvo a la tolva con un cucharón que se le fue proporcionado, realizar esta actividad toma un tiempo aproximado de 10 minutos, varia el tiempo dependiendo de cada operador.

## 1.2 Planteamiento del problema

Las máquinas tableteadoras son equipos de gran importancia para la empresa ya que su papel es crítico para la producción de medicamento, es por esto que se puso en marcha la implementación de un sistema de alimentación de polvo automática mediante vacío, donde se pretende eliminar los tiempos muertos generados al momento de realizar la alimentación manual y poder hacer que este tiempo sea optimizado en el proceso de fabricación cumpliendo así con la demanda de medicamento requerida por el cliente.

## 1.3 Objetivo

Implementar un sistema que, mediante el vacío, alimente automáticamente el polvo de la máquina tableteadora KILLIAN.

### 1.3.1 Objetivos específicos

- Instalar un sistema de vacío para reducir el tiempo de paros no programados por la alimentación de polvo al equipo.
- Capacitar al operador para el montaje y uso del sistema.
- Evitar la pérdida de producto, instalando manguera grado alimenticio para el traslado de polvo del contenedor a la máquina.
- Optimizar el funcionamiento y la operación de la máquina tableteadora KILLIAN.

## 1.4 Hipótesis o supuesto

Con dicho proyecto se espera lograr la automatización en la alimentación de polvo de la máquina tableteadora KILLIAN lo cual permitirá que el proceso de fabricación

sea continuo ayudando a que aumente de manera considerable la cantidad de piezas realizadas por turno.

De igual manera se pretende que la modificación se aceptada para que sea implementada en las demás máquinas.

### **1.5 Justificación**

Con la demanda de medicamentos que la empresa requiere, se ha visto en la necesidad de aumentar su producción, por lo tanto, la empresa vio de manera viable que este proyecto se llevara a cabo, ya que puede contar con grandes beneficios pues los procesos de tableteo se realizaran con mayor rapidez, sin tanta merma de producto ni pérdida de tiempo, lo cual se verá reflejado de manera productiva y monetaria.

### **1.6 Alcance del proyecto**

El alcance del proyecto está diseñado para realizarse principalmente en una máquina solamente, y una vez que se compruebe el éxito obtenido se dará seguimiento a todas las máquinas tableteadoras con las que cuenta la empresa.

## **2. Marco teórico y de referencia**

### **2.1 Automatización.**

En la mayoría de los procesos realizados en la industria, algunas tareas son muy repetitivas, requieren de una gran precisión, son muy peligrosas o son difíciles de realizar para una persona. Debido a esto, en la actualidad algunos procesos industriales son automatizados.

La automatización permite transferir las tareas o actividades requeridas para llevar a cabo un proceso de una persona a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado puede dividirse en dos partes, la de mando y la operativa. La operativa contiene todos los elementos que actúan directamente sobre la máquina. Estos permiten realizar las operaciones que se requieren para completar



la tarea e incluyen elementos de entrada como los sensores y los accionadores como motores o compresores.

La parte de mando es la tecnología programable, que en la actualidad corresponde a controladores lógicos programables (PLCs). esta parte requiere de una persona con conocimientos para programarlo y que se comuniquen con los componentes de la máquina de la manera correcta para que el proceso pueda realizarse con poca interferencia humana.

Cuando se realiza la automatización de alguna máquina o proceso, es posible mejorar la productividad y calidad de los productos o procedimientos. En los casos en los que la tarea a realizar es muy peligrosa, la automatización permite que un operario controle y revise las operaciones de manera segura. Además, esta permite que el personal que opera la máquina no necesite muchos conocimientos para su manipulación.

En cuanto a los componentes utilizados para los procesos de automatización se tienen los elementos neumáticos, hidráulicos, mecánicos y electrónicos. La utilización de cada uno depende de las características del proceso y los requerimientos que debe cumplir, ya que cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

### **Diseño de automatización.**

El diseño de automatización industrial usa sistemas o elementos electromecánicos y programables para controlar maquinarias y procesos industriales.

### **Objetivos de la automatización.**

- Mejora la productividad de la empresa, reduciendo costos de producción.
- Mejora las condiciones de trabajo del personal.
- Realizar las operaciones difíciles o imposibles de desarrollar y controlar manualmente por el personal operativo.

- Mejora la disponibilidad de los productos, abasteciendo las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplifica el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Detectores y captadores: como las personas necesitan de los sentidos para percibir, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de variaciones por ciertas magnitudes físicas del sistema o el estado físico de sus componentes.
- Los transductores son los encargados de convertir las magnitudes físicas a electrónicas, se clasifican en función del tipo de señal que transmiten.

## 2.2 PLC: definición y principales características.

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Sin embargo, la definición más precisa de estos dispositivos es la dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) que dice que un PLC es:

“Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos”.

El campo de aplicación de los PLCs es muy variado e incluye diversos tipos de industrias (ej. Automoción, aeroespacial, construcción, etc.), así como de maquinaria. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está

diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real duro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentran que, gracias a ellos, es posible realizar operaciones en tiempo real, debido a su disminuido tiempo de reacción. Además, son dispositivos que se adaptan fácilmente a nuevas tareas debido a su flexibilidad a la hora de programarlos, reduciendo así los costos adicionales a la hora de elaborar proyectos. Permiten también una comunicación inmediata con otro tipo de controladores y ordenadores e incluso permiten realizar las operaciones en red. Como ya se ha mencionado previamente, tienen una construcción estable al estar diseñados para poder resistir condiciones adversas sobre vibraciones, temperatura, humedad y ruidos. Son fácilmente programables por medio de lenguajes de programación bastante comprensibles. Sin embargo, presentan ciertas desventajas como la necesidad de contar con técnicos calificados para ocuparse de su buen funcionamiento.

### **2.3 Breve historia de los PLCs.**

Desde el comienzo de la industrialización, el hombre ha buscado cómo hacer que los trabajos se realizasen de la forma más ágil y menos tediosa para el operador en cuestión. Los PLCs han sido un mecanismo clave en este proceso puesto que permiten, entre otras cosas, que ciertas tareas se realicen de formas más rápida y que el hombre evite su aparición en trabajos peligrosos tanto como para él, como para su entorno más próximo. De este modo, hoy en día estamos rodeados de estos mecanismos que, rebasando la frontera de lo industrial, pueden encontrarse en semáforos; gestión de iluminación en parques, jardines y escaparates; control de

puertas automáticas; e incluso en el control de dispositivos del hogar como ventanas, toldos, climatización, etc.

El desarrollo de los PLCs fue dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles. Estos cambiaban constantemente los sistemas de control en sus líneas de producción de modo que necesitaban un modo más económico para realizarlo puesto que, en el pasado, esto requería un extenso re-alambrado de bancos de relevadores (procedimiento muy costoso). De este modo, a finales de los años 60, la industria necesitaba cada vez más un sistema de control económico, robusto, flexible y fácilmente modificable. Así, en 1968 aparecieron los primeros autómatas programables (APIs o PLCs). la compañía americana Bedford Associates sugirió así un Controlador Modular Digital (MODICON) para su utilización en una compañía de automoción y MODICON 084 fue el primer PLC con una aplicación industrial (1968). Los nuevos controladores debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento, su tiempo de vida debía se alargó y los cambios de programa tenían que realizarse de forma sencilla. También se imponía que pudiera trabajar sin problemas en entornos adversos. Para ello se utilizó una técnica de programación familiar y se reemplazó el uso de relevadores mecánicos por otros de estado sólido.

A principios de los 70, los PLC ya incorporaban el microprocesador. En 1973 aparecieron los PLCs con la capacidad de comunicación - Modbus de MODICON. De este modo, los PLCs eran capaces de intercambiar información entre ellos y podían situarse lejos de los procesadores y los objetos que iban a controlar. Así se incorporaron también más prestaciones como manipulación de datos, cálculos matemáticos, elementos de comunicación hombre-máquina, etc. A mediados de los años 70 – apareció la tecnología PLC, basada en microprocesadores bit-slice (ej. AMD 2901/2903). Los principales productores de PLCs en esos tiempos se convirtieron en compañías como: Allen-Bradley, Siemens, Festo, Fanuc, Honeywell, Philips, Telemecanique, General Electric etc. Además, se realizaron mejoras como el aumento de su memoria; la posibilidad de tener entradas/salidas remotas tanto analógicas como numéricas, funciones de control de

posicionamiento; aparición de lenguajes con mayor número de funciones y más potentes; y el aumento del desarrollo de las comunicaciones con periféricos y ordenadores. Por ese entonces, las tecnologías dominantes de estos dispositivos eran máquina de estados secuenciales y con CPUs basadas en el desplazamiento de bit. Los PLC más populares fueron los AMD 2901 y 20903 por parte de Modicon. Los microprocesadores convencionales aportaron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLCs. Así, por cada modelo de microprocesador, existía un modelo de PLC basado en el mismo, aunque fue el 2903 uno de los más utilizados. Sin embargo, esta falta de estandarización generó una gran variedad de incompatibilidades en la comunicación debido a la existencia de un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí.

Fue en los años 80 cuando se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. Se consiguió también reducir las dimensiones de los PLC y se pasó a programar con una programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los terminales clásicos de programación. De hecho, hoy en día, el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relevador. Así, en la década de los 80 se mejoraron las prestaciones de los PLCs referidas a: velocidad de respuesta, reducción de las dimensiones, concentración del número de entradas/salidas en los respectivos módulos, desarrollo de módulos de control continuo, PID, servos controladores, control inteligente y fuzzy.

Los años 90 mostraron una reducción gradual en el número de protocolos nuevos y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que lograron sobrevivir a los años 80. El último estándar, IEC 1131-3, trata de unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Hoy en día disponemos de PLCs que pueden ser programados en diagramas de bloques, listas de instrucciones o incluso texto estructurado al mismo tiempo. Sin

embargo, los ordenadores comenzaron a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones e incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado su control en base a un ordenador. Cabe esperar que, en un futuro no muy lejano, el PLC desaparezca al disponer de ordenadores cada vez más potentes y todas las posibilidades que estos pueden proporcionar.

Hoy en día, la tendencia actual es dotar al PLC de funciones específicas de control y canales de comunicación para que pueda conectarse entre sí y con ordenadores en red, creando así una red de autómatas.

A continuación, puede verse un diagrama con la historia de estos dispositivos:

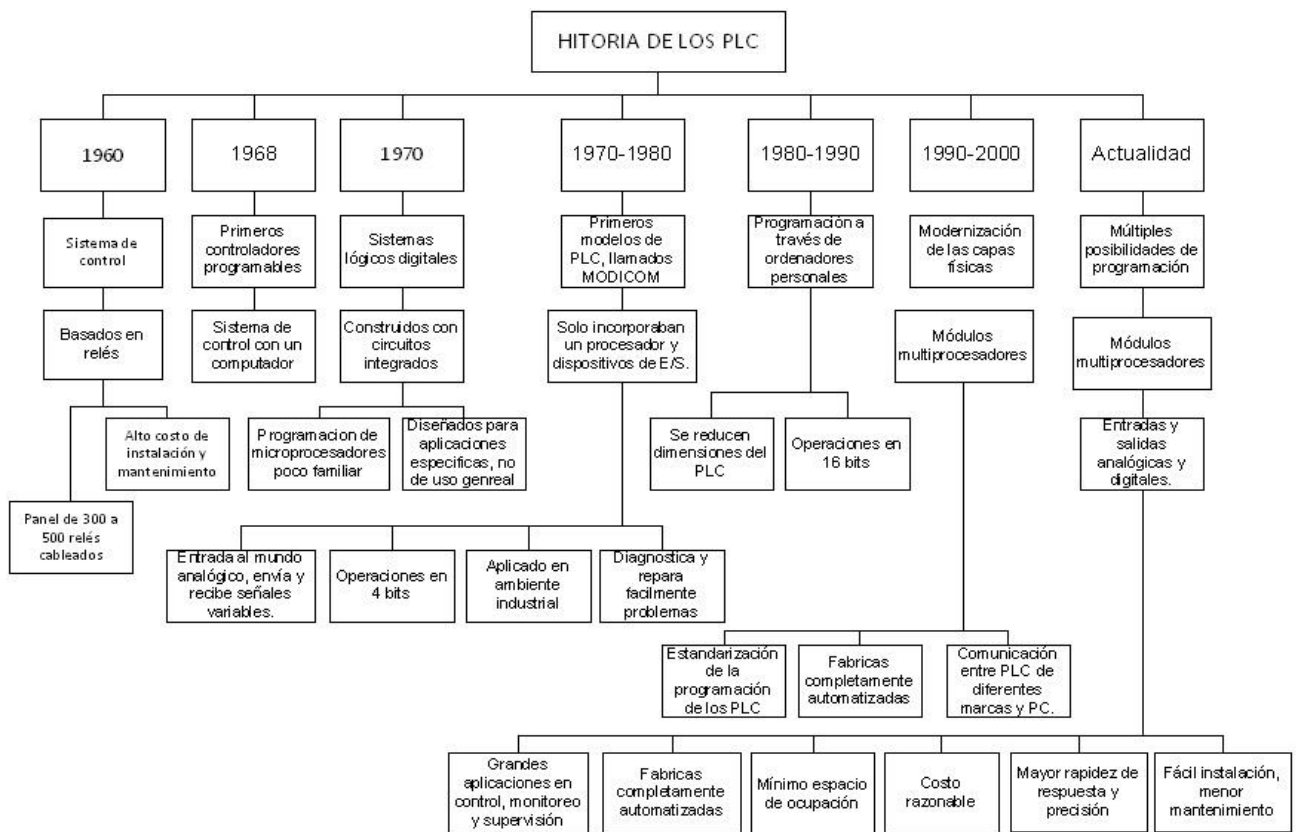


Figura 2.1 Evolución de los PLC.



## 2.4 Tipos de PLCs.

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de I/O, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

- 1) PLC compactos, son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/Ss digitales (no mayor a 30), una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/Ss analógicas. Para aumentar el número de las E/Ss de una PLC compacta individual se incrementa (además) los módulos que pueden ser conectados. Estos se colocan en un paquete, similar al del mismo PLC. Estos PLCs de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés.



Figura 2.2 ejemplos de PLCs compactos.

- 2) PLC modular es el tipo de PLC más potente y tiene más funciones que los PLC compactos. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y que se comunica con la CPU a través de un sistema bus. Tiene un número limitado de lugares para los módulos, pero, en la mayoría de los casos, este puede aumentarse. Además, los PLCs modulares pueden utilizar un elevado número de entradas/salidas, pueden soportar programas

más grandes, guardar más datos y operar bajo el modo de multitarea. Normalmente se utilizan para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, etc.

Figura 2.3 Ejemplos de PLC modulares.



- 3) PLC de tipo montaje en rack son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC. El rack contiene ranuras para los módulos y un sistema de bus integrado para intercambiar información entre los diferentes módulos. La mayoría de los módulos PLC no tienen sus propias cajas, disponen solamente de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es



que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.

Figura 2.4 ejemplo de PLCs tipo montaje en rack.

- 4) PLC con panel Operador y Controlador Lógico Programable (OPLC) posee una interfaz HIM para su funcionamiento y una monitorización de los procesos automáticos y las máquinas. La HMI consiste principalmente en un monitor y un teclado o una pantalla táctil. El monitor puede ser bien de tipo texto o gráfico. La ventaja principal de este sistema respecto a un PLC con un panel operador aparte es que no es necesario programar el panel de forma separada. Toda la programación se realiza por medio de una herramienta software, lo que permite economizar los gastos del desarrollo del sistema.

Figura 2.5 ejemplo de PLC con panel de control.



## 2.5 Tipos de lenguaje de programación.

La variedad dentro de los lenguajes de programación para PLC se debe a que los programadores tienen diferente formación en diferentes ramas, por lo cual unos prefieren programar en un lenguaje más visual y otros prefieren un lenguaje escrito.

Los lenguajes de programación de PLC pueden clasificarse en lenguaje de bajo nivel, diagrama de bloques, diagrama de escalera o ladder y lenguaje de alto nivel, estos dos últimos los que principalmente se utilizan.

### Lenguaje de alto nivel.

En esta clase se encuentran los lenguajes gráficos, estos utilizan una interfaz de símbolos para declarar las instrucciones de control, una de las desventajas de estos lenguajes visuales es que la programación está limitada a los símbolos que proporcionan.

### Diagrama de escalera o Ladder.

Este lenguaje fue uno de los pioneros ya que fue uno de los primeros en ser utilizados, ya que se asemeja mucho a los diagramas con relevadores. Se le llama de escalera porque es muy similar a la estructura de una escalera, ya que contiene dos rieles verticales, y varios rieles horizontales (en este caso serían los escalones).

Características principales:

- Los dos rieles verticales son de alimentación (en el caso de Vcd uno es voltaje y otra tierra y en Vca son L1 y L2).
- Las instrucciones se colocan del lado izquierdo.
- Las salidas siempre se colocan del lado derecho.
- Se pueden colocar varias instrucciones o varias salidas en paralelo.
- El procesador del PLC interpreta los datos de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

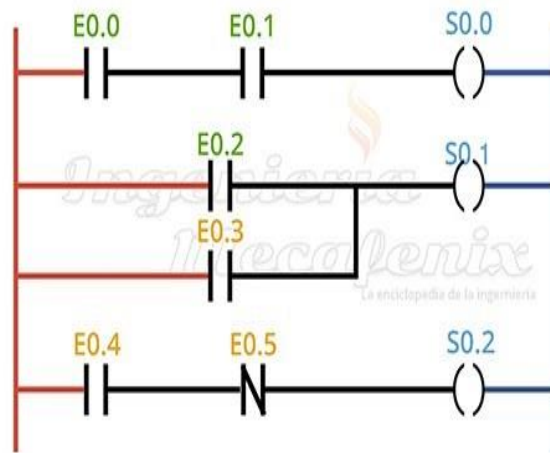


Figura 2.6 ejemplo de lenguaje Ladder.

### Diagrama de bloques.

En este tipo de programación se utilizan bloques de símbolos lógicos. Las salidas no se requieren incorporar a una bobina de salida, porque la salida esta asignada en las salidas de los bloques lógicos. Estos diagramas es su mayoría son preferidos por personas acostumbradas a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología utilizada es equivalente.

Características principales:

- Las salidas de los bloques no se conectarán entre sí.
- La evaluación de una red se termina antes de iniciar la siguiente.

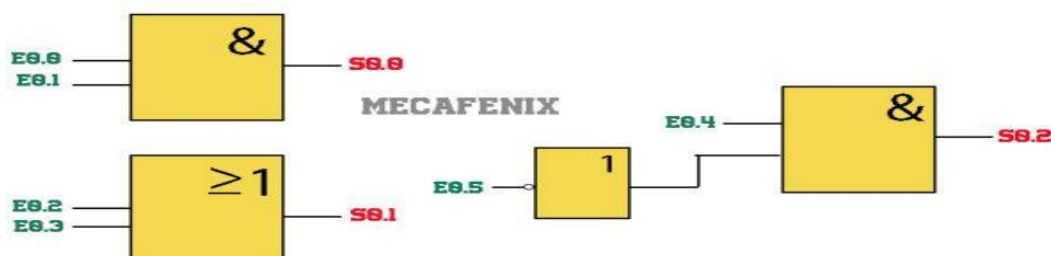


Figura 2.7 ejemplo de lenguaje de bloques.

## Lenguaje de bajo nivel.

En esta clase se encuentran los lenguajes de programación textual, su programación es a través de texto utilizando cadenas de caracteres para indicar las instrucciones de control.

### Lista de instrucciones.

Este tipo de lenguaje es el más antigua y es la base para todos los lenguajes de programación que existen, este lenguaje es el precursor del diagrama escalera ya que este se utiliza cuando las computadoras aun no tenían capacidad gráfica. Todos los lenguajes son traducidos a lista de instrucciones.

Características principales:

- Todos los lenguajes pueden ser traducidos a lista de instrucciones, pero no al revés.
- La programación es más compacta.
- Este lenguaje es el más completo de todos.

<b>U E0.0</b>	<b>U E0.1</b>
<b>U E0.1</b>	<b>O E.02</b>
<b>= S0.0</b>	<b>= S0.1</b>
<b>MECAFENIX</b>	
<b>U E0.3</b>	
<b>UN E0.4</b>	
<b>= S0.2</b>	

Figura 2.8 ejemplo de lenguaje lista de instrucciones.

## Texto estructurado.

El texto estructurado se compone de una serie de instrucciones que se pueden ejecutar, como sucede con los lenguajes superiores, de forma condicionada. Este lenguaje es muy similar al lenguaje C y sobre todo a PASCAL.

("IF. THEN.ELSE") o en bucles secuenciales (WHILE.DO).

Características principales:

- Trata indistintamente las mayúsculas y minúsculas.
- Soporta instrucciones aritméticas complejas.
- Soporta ciclos de iteración (repeat – until, while – do)

```
IF ((E8.8 == TRUE) && (E8.1 == TRUE))
{
  S8.8 = TRUE;
}
ELSE S8.8 = FALSE;

IF ((E8.2 == TRUE) || (E8.3 == TRUE))
{
  S0.1 = TRUE;
}
ELSE S8.1 = FALSE;

IF ((E8.4 == TRUE) && (E8.5 == FALSE))
{
  S8.2 = TRUE;
}
ELSE S8.2 = FALSE;
```

Figura 2.9 ejemplo de lenguaje texto estructurado.

## 2.6 Tableteadora KILLIAN.

Máquina tableteadora rotativa por presión, que fabrica tabletas y píldoras, cuenta con sesenta y tres estaciones para punzón por lo cual es el número de tabletas que entrega cada que la torreta realiza un giro completo, por lo tanto son máquinas de producción alta, su velocidad máxima es de 250\*1000 T/h, pero esta velocidad depende del producto que se esté trabajando, la materia prima debe ser un polvo

de densidad constante, no puede ser una masa de producto con humedad, tiene que estar seco para evitar se haga una bola de masa dentro de la tolva de alimentación. La máquina está instalada en cuarto con atmósfera controlada para que el polvo no tenga oportunidad de recibir humedad. Puede fabricar tabletas de 6 hasta 13 mm de diámetro.

Se conecta a 440 voltios y cuenta con regulación de velocidad electrónica



Figura 2.1 Tableteadora KILLIAN SYNTHESIS 700

## 2.7 Sistema de alimentación por vacío.

Al efectuar la alimentación de equipos con polvo, gránulos y comprimidos, existe la gran necesidad de contar con una solución que sea higiénica, segura y que evite los daños en los productos. El proceso a escala mundial está siendo automatizado.



Ello se debe tanto al ambiente de trabajo para manipular el polvo y los gránulos abiertamente en el área de trabajo, como también al estrés físico de mover bolsas pesadas. Los requisitos del sector van hacia soluciones seguras e higiénicas.



Figura 2.2 Sistema de vacío PIAB

## 2.8 Eyectores de vacío.

Los eyectores funcionan según el principio de Venturi y se distinguen entre eyectores de una etapa y eyectores con tecnología de toberas Eco. En los eyectores se introduce aire comprimido a través de la conexión (A). Éste fluye por la tobera Venturi (B). El aire se ve acelerado y comprimido. Después de pasar por la tobera se alivia el aire acelerado y se produce una depresión (vacío). De este modo, el aire se aspira a través de la conexión de vacío (D). El aire aspirado y el aire comprimido salen a través del silenciador (D). En los eyectores con tecnología de toberas Eco, el vacío fluye a través de varias toberas Venturi sucesivamente conectadas. La

suma de la capacidad es de cada tobera da como resultado la capacidad total de aspiración.

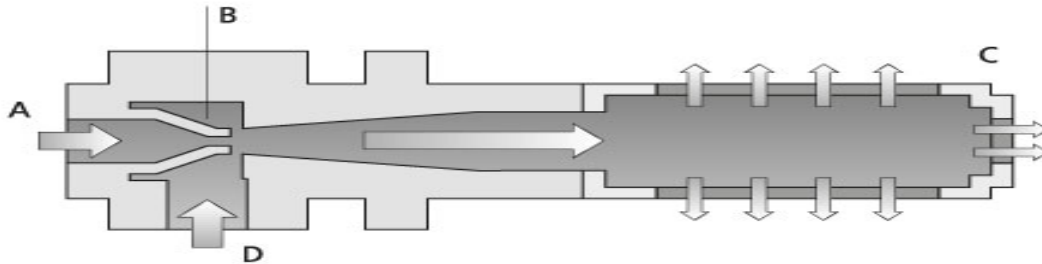


Figura 2.3 eyector de vacío.

### Ventajas de los eyectores.

- Diseño compacto.
- Peso reducido.
- Establecimiento del vacío rápido.
- Precisan poco mantenimiento y no sufren desgaste.
- Se pueden montar en cualquier posición.

No producen formación de calor.

### 2.9 Sensor capacitivo

Es un interruptor que no tiene partes móviles. Se utilizan en la producción industrial y en las aplicaciones de automatización industrial para detectar la posición, la presencia y el nivel de todo tipo de productos.



Los sensores capacitivos funcionan midiendo el dieléctrico del material alrededor del sensor. Este valor dieléctrico aumenta tanto cuando hay mas material delante del sensor y cuanto más se acerca el material al sensor. Esto significa que los sensores capacitivos funcionan de manera diferente a los sensores de proximidad inductivos. Los sensores capacitivos pueden detectar prácticamente cualquier material, mientras que los sensores inductivos están diseñados para detectar solo materiales férricos los sensores capacitivos son indiferentes al color y funcionan con líquidos y sólidos.



Figura 2.4 Sensor Capacitivo.

### **Ventajas y desventajas.**

Las ventajas de este dispositivo son algunas más que en el caso de los sensores inductivos. La primera ventaja es común para ambos, detectan sin necesidad de contacto físico, pero con la posibilidad de detectar materiales distintos del metal. Además, debido a su funcionamiento tiene muy buena adaptación a los entornos industriales, adecuado para la detección de materiales polvorientos o granulados. La duración de este sensor es independiente del número de maniobras que realice y soporta bien las carencias de funcionamiento elevadas.

Entre los inconvenientes se encuentra el alcance, dependiendo del diámetro del sensor, puede alcanzar hasta los 60 mm, igual que la modalidad inductiva. Otro inconveniente es que depende de la masa a detectar, si se quiere realizar una

detección de cualquier tipo de objeto este sensor no sirve, puesto que depende de la constante eléctrica.

### 3. Desarrollo: Métodos y Técnicas

Se generó un diagrama de Gantt en el cual se podrá observar el tiempo, de manera semanal, todas las actividades que se desarrollarán durante el proyecto, en tiempo estimado a cuatro meses.

Tabla 3.1 Diagrama de Gantt del proyecto.

Actividades	MAYO			JUNIO				JULIO/AGOSTO				
	13 a 17	20 a 24	27 a 31	3 a 7	10 a 14	17 a 21	24 a 28	1 a 5	8 a 12	15 a 19	22 a 26	29 a 5
3.1 Conocer máquina Tableteadora												
3.2 Junta con personal técnico para lluvia de ideas sobre proyecto												
3.3 Cotizar y comprar componentes a necesitar												
3.4 Diseñar y fabricar base para sistema												
3.5 Desarrollo del proyecto												
3.6 verificación de fallas y/o errores												
3.7 Prueba y capacitación del funcionamiento del sistema												
3.8 Entrega de proyecto												

### 3.1 Conocer máquina Tableteadora.

Se realiza la visita a la empresa para conocer al personal de ingeniería encargado de ser el asesor industrial para la realización del proyecto, así también se da recorrido por la planta de producción para observar la máquina que se va a intervenir, su estructura, funcionamiento y operación. Se comienza con la inspección visual del equipo tomando nota de los puntos mas relevantes y a la vez haciendo una retroalimentación de lo que será el proyecto.



Figura 3.1 Máquina tableteadora

### 3.2 Junta con personal técnico para lluvia de ideas sobre proyecto.

Se realizó una junta entre personal de ingeniería y técnico para realizar una lluvia de ideas sobre el desarrollo del proyecto, el asesor industrial dio las ideas principales de qué era lo que quería para la implementación, con la información que se recabo durante el recorrido de conocimiento de la máquina más la información que dio el asesor se pudo realizar con mayor facilidad el esquema de cómo quedaría el proyecto.

Para darse cuenta de cómo y qué es lo que será necesario para la instalación del sistema se realizó un diagrama pictórico simple del acomodo del sistema de vacío Piab.

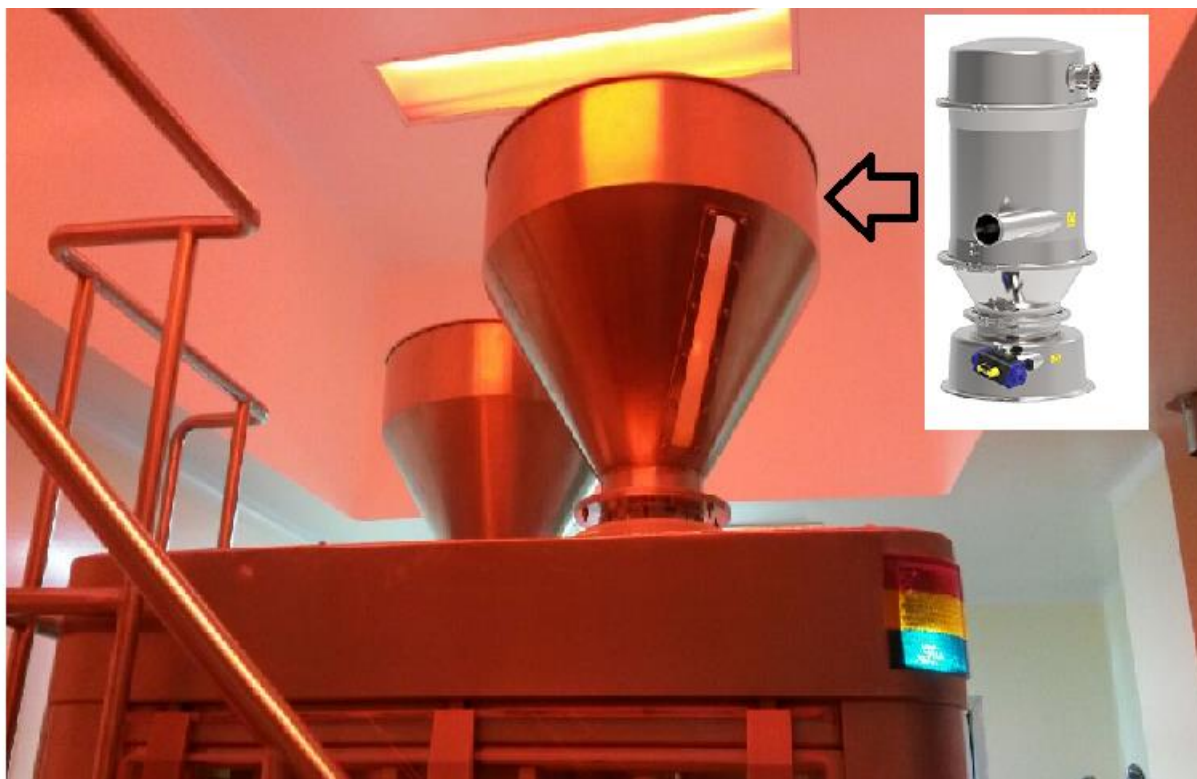




Figura 3.2 Diagrama pictórico (esquema de instalación del sistema).

En este esquema se podrá observar el acomodo del sistema de vacío que será el sustituto de las tolvas originales convencionales, como se puede observar se vio a la necesidad de fabricar una base para poder ser instalado por lo cual se dio la tarea de tomar medidas de la estructura de la máquina, así como las dimensiones del sistema de vacío con la finalidad de crear una base capaz de sostener sin ningún problema el sistema Piab.





### 3.3 Cotizar y comprar componentes a utilizar.

Se realizó una serie de cotizaciones en diferentes tiendas y empresas de las cuales se generó un listado con los productos y componentes que se estarán utilizando durante el desarrollo del proyecto, se enlistan los productos y su respectivo precio en pesos nacionales.

Tabla 3.2 Productos seleccionados para compra en cotización.

Producto	Características	Precio	Proveedor
Sistema de vacío Piab	Facilidad en el transporte de cualquier producto polvoso	\$68,582.32	 Smart solutions for the automated world™
Adaptadores de alimentación	Con estas puedes optimizar el desplazamiento del producto hacia la línea de transporte	\$11,398.85	 Smart solutions for the automated world™

Continuación tabla 3.2 productos seleccionados para compra en cotización.

Estación de alimentación	Esta se utiliza para vaciar bolsas de producto. Cuenta con la opción de fluidificación, para un transporte libre.	\$10,823.45	
Sensor capacitivo	Sensor de muy alta fiabilidad, reaccionan ante metales	\$9,351.00	
Manguera neumática 4mm*1m	Fabricadas en poliuretano	\$1,808.40	
Conector rápido recto 1/4*4mm	Tipos de rosca, BSP cilíndrica, cónica y NPT	\$468.52	

Total: \$ 153,148.49



Conector rápido recto 1/4*8mm	Tipos de rosca, BSP cilíndrica, cónica y NPT	\$351.25	
Acero inoxidable 304 tubo 3 mts	Tubo laminado en caliente, corte de tramo 3 metros	\$16,782.25	
Acero inoxidable 304 placa (6mm) 90*90	placa laminada en caliente, cortado a longitud	\$14,980.00	
Manguera alimenticia 1 1/2" 30 mts	Aptas para el uso en la industria farmacéutica	\$3,760.52	
Bridas de acero inoxidable	Fabricadas especialmente para el sistema Piab	\$14,540.23	
Etiquetas para identificación de conexión	Identificaciones para una fácil conexión del sistema neumático	\$301.70	

### 3.4 Diseñar y fabricar base para sistema.

Ya con los estudios realizados y medidas determinadas se establece cómo sería el modelo de la base, se realizó una serie de dibujos para poder concretar la idea, se continuó con la toma de medidas del sistema de vacío para poder fabricar con precisión la base, en este caso se utilizó acero inoxidable 304 ya que es un material muy utilizado en el ramo farmacéutico por las propiedades que el mismo presenta, el cual permite trabajar con productos químicos alimenticios sin tener el problema de contaminación por diferentes factores.

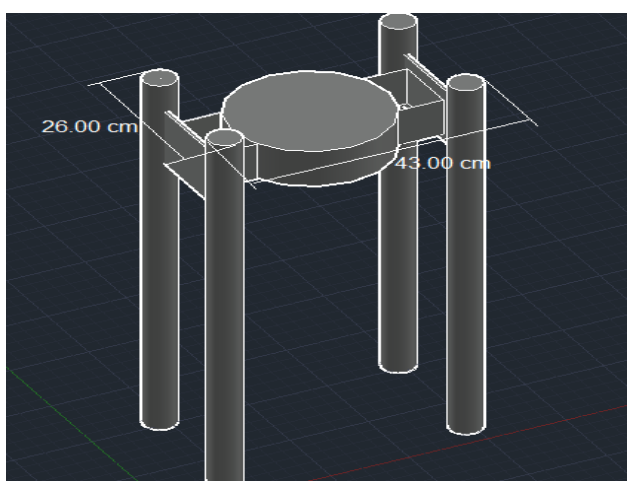


Figura 3.3 Diseño de base para sistema de vacío.

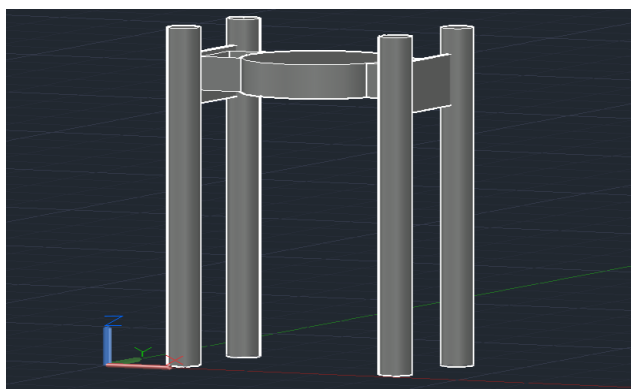


Figura 3.4 Diseño de base para sistema de vacío.



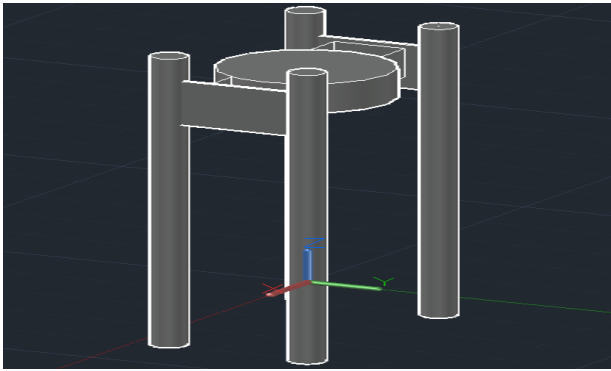
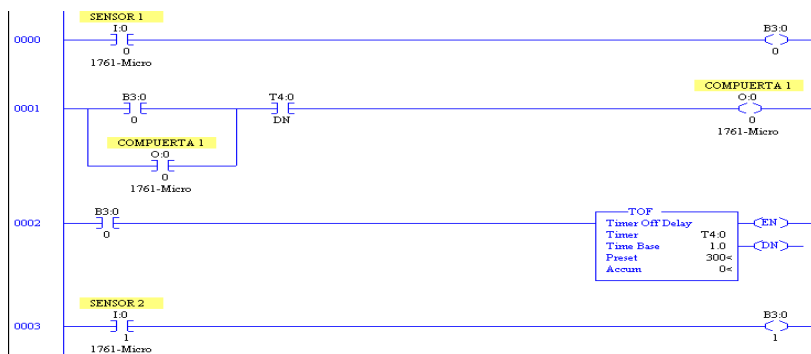


Figura 3.5 Diseño de base para sistema de vacío.

Se determinaron estas medidas respecto a las calculos realizados respecto a la medida de la tableteadora para que coinsidieran exactamente con el alimentador de polvo como se muestra en figuras 3.3, 3.4, y 3.5

### 3.5 Desarrollo del proyecto.

Se realiza el diagrama para realizar la conexión al PLC, en el cual se puede observar que la función que realizará será que el sensor n°1 estará detectando el nivel de polvo en la cámara interna del sistema Piab, una vez que la camara esté llena, el sensor mandará la señal para detener la succión de polvo, el polvo será expulsado de la camara por medio de gravedad y mediante una compuerta que se mantendra abriendo y cerrando después de determinado tiempo, esta función será de manera continua en ambas tolvas.



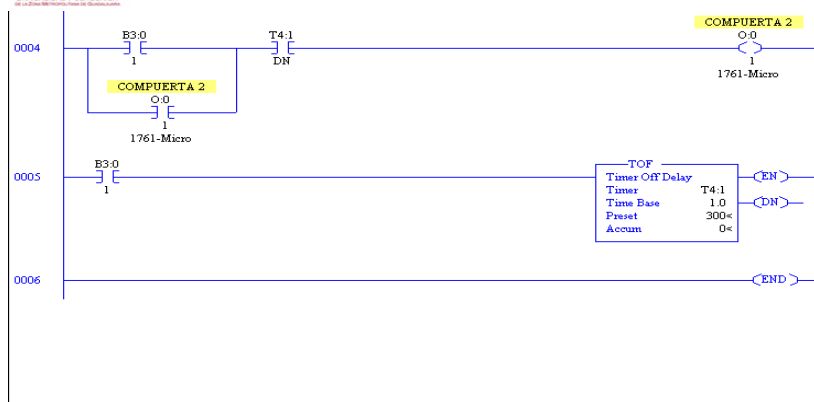


Figura 3.6 Diagrama ladder, programación del PLC.

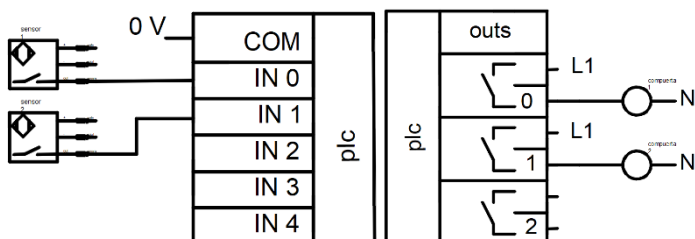


Figura 3.7 Diagramas de conexión eléctrica en el PLC.

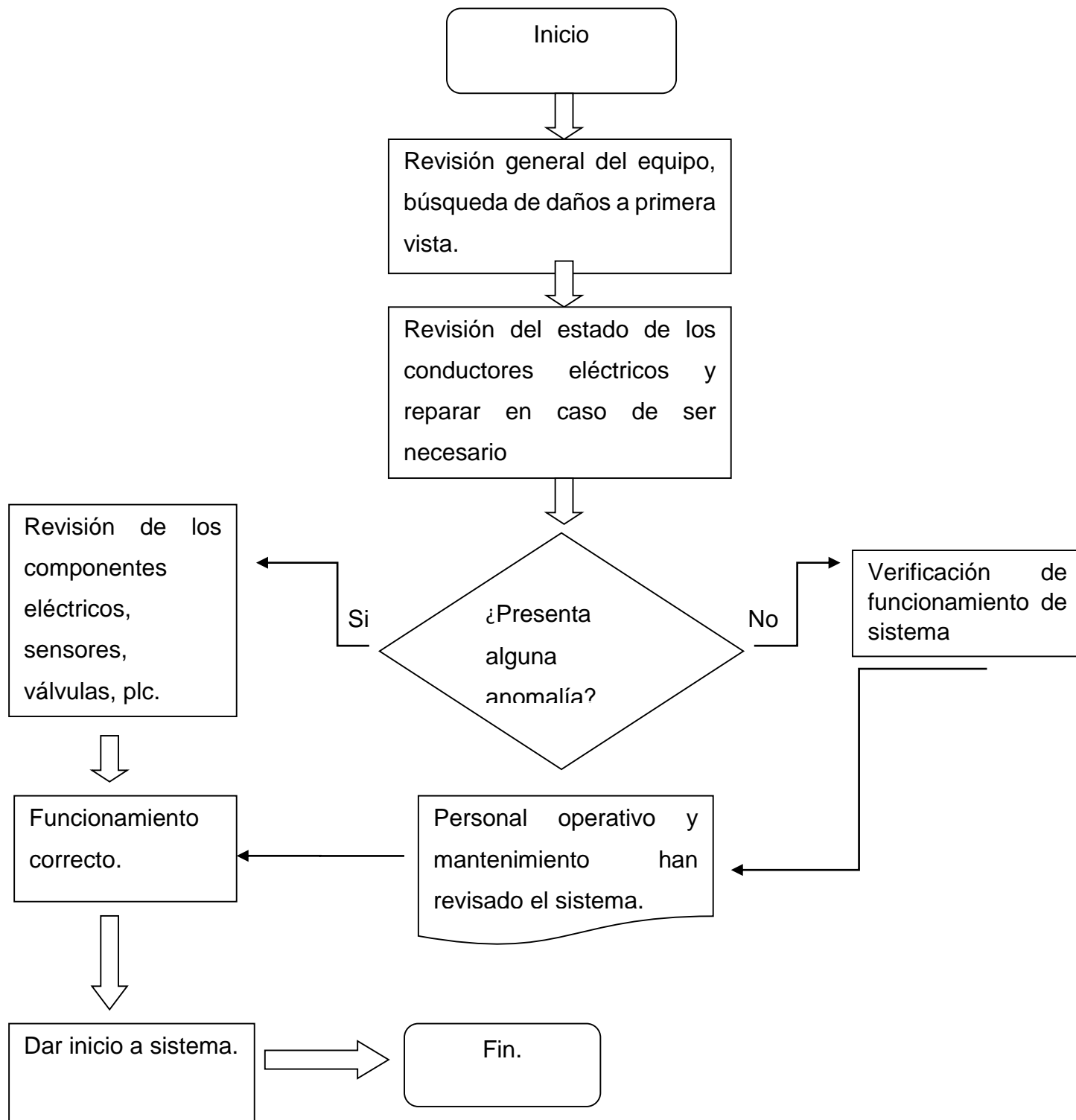


Figura 3.8 Diagrama de flujo para dar inicio a sistema de vacío piab.

## Resultados

Con base al funcionamiento del sistema piab se dio a la tarea de realizar un diagrama de flujo (Figura 3.8), en el cual podremos corroborar el buen funcionamiento del sistema antes de ser operado, la revisión ayudará al técnico operador a no tener problemas que generen contratiempos en los procesos es por eso que será de suma importancia realizar un chequeo al sistema y reparar o reportar posibles anomalías en el equipo, esto se hará en conjunto con personal de mantenimiento.

Una vez que ya se tenía fabricada la base para montar el modulo de vacío se continua con la limpieza del mismo por el motivo de que será instalado en un área de manufactura y podría tener contacto con el producto, es por eso que se le realizo una limpieza profunda aplicandole un producto químico llamado decapante esto para poder eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos y escoria de aleaciones de metales.



Figura 3.9 Base fabricada para montar sistema.

Una vez que ya se tenía comprado y listos todos los componentes y materiales que se necesitarán en la implementación del sistema se comenzó con el desarrollo de la instalación, se desempacó todas y cada una de las piezas que conforma el sistema Piab (sistema de alimentación por vacío). Se verificó que las partes que lo

conforman sean las adecuadas y en las cantidades correctas, esto con el fin de no tener demoras a la hora de realizar el armado. Todas las piezas que se utilizarán son de material inoxidable.



Figura 3.10 Apertura y despiece de sistema.

Después de tener listas todas las piezas se comienzan con el armado del sistema, se da indicaciones a personal supervisor de manufactura que será necesario que durante el tiempo de capacitación estén los operadores de cada turno para que la capacitación sea aprovechada de manera efectiva y sea más fácil aclarar dudas en cuanto al armado y funcionamiento del Piab.



Figura 3.11 Montaje de modulo, pieza por pieza.

El personal de mantenimiento será el encargado de proporcionar toda la información necesaria para que el operador pueda armar el modulo del sistema, se estará trabajando de manera conjunta para aclarar todas las dudas que lleguen a presentarse.



Figura 3.12 Armado y montaje de modulo, aclaración de dudas.



Se procede a realizar la instalación de todos los empaques del sistema para evitar haya perdidas de presión de aire y fugas de vacío, pues si no son instaladas y se llegará a presentar alguno de estos dos problemas el funcionamiento del equipo no será el correcto y se tendrá que desarmar para corregir el problema ocasionando aumento en el tiempo de instalación y tardanza en iniciar procesos.



Figura 3.13 Montaje empaques en modulo.

Una vez que el sistema haya estado armado en su totalidad se procederá a montar la base de inoxidable en el equipo (máquina tableteadora) y después se continuará instalando el módulo del sistema Piab.



Figura 3.14 Bases de acero inoxidable montadas.



Figura 3.15 Instalación de sistema de vacío.

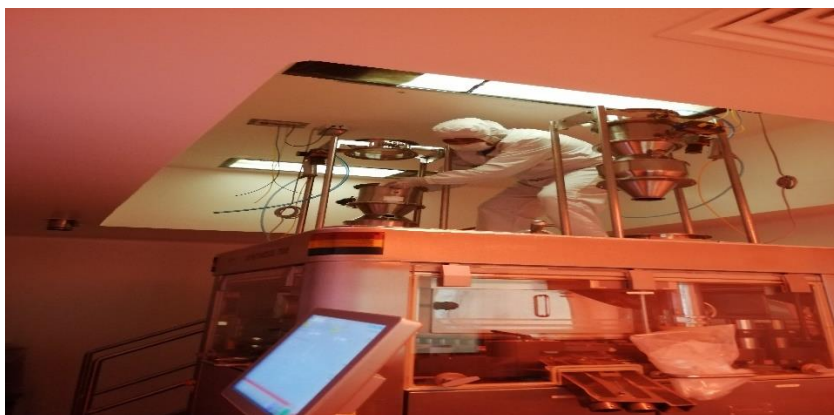


Figura 3.16 Instalación de sistema de vacío.



Las bases quedaron instaladas, se fijaron al equipo de manera que sea imposible caerse y evitar algún accidente futuro. Ahora ya es posible montar el sistema de vacío, de igual manera tendrá que hacerse cuidadosamente pues el operador tendrá que subirse a la máquina para instalarlo.

Se facilitó el trabajo del operador así mismo se redujo el tiempo de operación y el riesgo del mismo al realizar esta actividad.

Después de los resultados positivos y adecuados para la tableteadora se pondrá a prueba en otros equipos que se encuentren en la misma situación de alimentador manual.