



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
“UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD ZACATENCO

INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA

**“PROPUESTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA
NUMERADORA DE LA MARCA FESTO MODELO ST270A.”**

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

PRESENTAN:
DURAN DORANTES CARLOS ERNESTO
TOLENTINO VÁZQUEZ JESÚS ALAN

ASESOR TÉCNICO:
ING. ALFONSO HERNÁNDEZ VILLA

ASESOR METODOLÓGICO:
ING. JORGE RODRÍGUEZ GALVÁN

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2009



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LOPEZ MATEOS"

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
POR LA OPCION DE TITULACION
DEBERA(N) DESARROLLAR

INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
C. CARLOS ERNESTO DURAN DORANTES
C. JESÚS ALAN TOLENTINO VÁZQUEZ

**“PROPUESTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA NUMERADORA DE LA MARCA
FESTO MODELO ST270A.”**

**PROPONER LA AUTOMATIZACIÓN PARA UNA MÁQUINA NUMERADORA UTILIZANDO UN
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.**

- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL
- PROPUESTA TÉCNICA
- ANÁLISIS FINANCIERO

MÉXICO D.F., 22 DE ABRIL 2010.


ING. ALFONSO HERNÁNDEZ VILLA.

ASESORES






ING. JORGE RODRÍGUEZ GALVÁN.

ING. JOSÉ ANGEL MEJÍA DOMÍNGUEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

AGRADECIMIENTOS**A MIS PADRES**

De no haber sido por el apoyo de ustedes, su estímulo y su inquebrantable confianza en mí, jamás habría llegado a la cima. Por eso, con gratitud permanente, emoción y respeto hoy les digo: ¡padres he cumplido! Inicio el camino y de hoy en adelante la responsabilidad es mía. ¡Gracias!

A MIS HERMANOS

Por haber depositado su confianza en mí ya que sin su apoyo no estaría en el lugar en el que me encuentro en estos momentos, además de siempre tener el tiempo suficiente para saber escuchar y darme las fuerzas suficientes para poder cumplir con este objetivo. Por eso y muchas otras cosas más que no se pueden explicar con palabras. ¡Gracias por su incomparable apoyo!

A MIS AMIGOS

Gracias compañeros por haberme apoyado hasta el último momento, de haber vivido momentos que no se van a poder repetir y que solo quedan en la memoria de cada uno, y porque nunca me dieron la espalda en el momento en que los necesite y sabiendo que siempre contare con su incondicional apoyo.

DURAN DORANTES CARLOS ERNESTO

A MI MADRE

Con todo mi amor, en agradecimiento por la comprensión y confianza siempre brindados para la realización de mi carrera profesional. Sabiendo que la única forma de agradecerte es no defraudarte, quiero que sientas que el objetivo logrado también es tuyo, y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue tu apoyo.

Gracias ,,,,,,

A MIS PADRES

“Por todo el esfuerzo que hacen al apoyarme en mis estudios e inculcarme valores que me hacen mejor persona día a día”

Poe eso y muchas otras cosas gracias.....

A MIS HERMANOS

Por todo el apoyo incondicional que me han brindado a largo del tiempo, además de siempre tener palabras reconfortantes que me impulsan a seguir adelante.

Gracias.....

A MIS ABUELOS

Gracias por el apoyo, enseñanza y consejos para seguir adelante en mi persona y mis estudios; y no teniendo otra forma de agradecerles, más que esforzándome por alcanzar el éxito.

A MI SOBRINA

Porque es una razón más que le da sentido a mi vida y una fuente de inspiración para seguir adelante y lograr mis objetivos.

A MIS AMIGOS

Por que estuvieron en el momento preciso que los necesite y nunca me dieron la espalda y sé que contare con su apoyo incondicional siempre que los necesite gracias por esto y más.

TOLENTINO VÁZQUEZ JESÚS ALAN

Índice	Pág.
Título	I
Objetivo general	II
Objetivo particular	II
Justificación	III
Planteamiento del problema	III
Introducción	IV
Capítulo I Conceptos básicos de automatización	8
1.1 Definición de automatización	9
1.2 Objetivos de la automatización	9
1.3 ¿Que necesito para hacer automatización?	9
1.4 Estructura de un sistema automatizado	10
1.5 Técnicas de automatización	11
1.6 Niveles de automatización	12
1.7 Neumática	13
1.7.1 Válvulas	13
1.7.2 Numeración de orificios en la válvula	14
1.7.3 Tipos de actuadores de válvulas	17
1.7.4 Cilindros neumáticos	19
1.8 Sensores	20
1.9 Introducción a los PLC	21
1.10 Definición de PLC	21
1.11 Historia	21
1.12 La evolución de las redes	22
1.13 Estructura de un PLC	23
1.13.1 Estructura interna	23
1.13.2 Estructura externa	24
1.13.3 Estructura compacta	24
1.13.4 Estructura modular	24
1.14 Programación PLC	25
1.15 Campos de aplicación	27
1.16 Ventajas e inconvenientes de los PLC	28
Capítulo II Descripción del sistema actual	30
2.1 Funcionamiento actual	31

Capítulo III Propuesta técnica	35
3.1 Introducción	36
3.2 Especificaciones para la automatización	36
3.3 Requerimientos del cliente	36
3.4 Desempeño funcional del sistema	37
3.5 Descripción de las áreas de proceso	37
3.6 Diagrama de flujo del proceso a automatizar	38
3.6 Lista de equipo a utilizar	39
3.7 Lista de entradas y salidas	40
3.8 Descripción del programa en escalera	41
3.8.1 Programa principal	41
3.8.2 Subrutina automático	42
3.8.3 Subrutina manual	43
3.9 Diagrama neumático	45
3.10 Diagrama de control	46
Capítulo IV Costo-beneficio	48
4.1 Indicadores que Justifican la automatización del nuestro proceso	49
4.2 Beneficios de la automatización	49
4.3 Costos	50
Conclusiones	53
Glosario	54
Índice de figuras y tablas	51
Bibliografía	53
Anexos	54

Título

Propuesta para la automatización de una máquina numeradora de la marca Festo modelo ST270A.

OBJETIVO GENERAL

Proponer la automatización para una máquina numeradora utilizando un controlador lógico programable y optimizar el funcionamiento del proceso actual.

OBJETIVO PARTICULAR

Realizar una propuesta que ofrezca mejoras en la producción de una máquina numeradora. Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos pesados e incrementando la seguridad.

Planteamiento del problema

Se busca automatizar la máquina numeradora ya que actualmente su operación es manual, por lo tanto no realiza el conteo correcto de sellos de plomo (donde se le coloca un número de serie) y existe un margen de error de entre 5 y 10 piezas provocando pérdidas de tiempo y dinero, para resolver esta situación se propone la automatización de la máquina.

Justificación

Para desarrollar un proceso productivo competitivo que considere los mínimos parámetros de calidad, se propone automatizar el funcionamiento de la máquina numeradora de manera que se logre la optimización del proceso la eliminar las perdidas por fallas en el conteo de sellos de plomo.

Introducción

A lo largo de este trabajo se desarrolla una posible solución para la automatización de una máquina numeradora de la marca Festo modelo ST270A, ya que actualmente dicha máquina cuenta con un sistema neumático manual y debido a que el sistema se está volviendo obsoleto y la necesidad de mejorar aspectos de producción y funcionalidad de la máquina la opción factible para cumplir es la automatización.

En el capítulo uno conceptos básicos de automatización se abarcan los conceptos que son importantes para llevar la automatización de la máquina numeradora.

En el capítulo dos, se menciona la descripción del sistema actual, cómo funciona y los elementos que lo componen, ya que es muy importante conocer el funcionamiento en conjunto, al describir la secuencia para realizar el proceso.

En el capítulo tres, empleamos la información obtenida del sistema para realizar el desarrollo de la automatización, así como las especificaciones del cliente, necesidades del sistema, además en este capítulo se realizara el conteo de entradas y salidas del sistema que nos ayudara a determinar el tipo de PLC que utilizaremos, además incluiremos la programación en escalera del PLC, los diagramas neumáticos de sistema para generar la propuesta de solución.

En el capítulo cuatro se realiza el análisis costo-beneficio, aquí se abarcaran los costos de los elementos que se utilizan para la automatización, así como los beneficios que ofrece el sistema automatizado como referente para que el cliente realice un comparativo costo-beneficio, para la toma de decisión acerca de la propuesta.

Capítulo I

Conceptos básicos de automatización

Automatización

1.1 Definición

Es la adquisición de datos y factor de mejoramiento de la calidad de producto, ubicando al hombre en el papel de monitoreo y supervisión.

La automatización está constituida por:

- **Transductores o captadores:**

Son las componentes que sensan lo que ocurre en el proceso de producción que necesitamos controlar (relés, controladores, etc.)

- **Actuadores, accionadores o receptores:**

Son los elementos que actúan sobre el proceso a controlar (motores, órganos de desplazamiento lineal, etc.)

- **Controladores**

Es el cerebro del sistema y el que toma las acciones para el tratamiento de la información.

1.2 Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

1.3 ¿Qué necesito para hacer automatización?

El primer paso es realizar un levantamiento del estado actual de la maquinaria. Este levantamiento nos permite recopilar información de los requerimientos eléctricos para las señales que van a colocarse al equipo, y de eso depende en gran parte el costo del proyecto. Los PLC se han vuelto tan flexibles que pueden automatizar prácticamente cualquier proceso que requiera secuencias. Para hacer el levantamiento se requiere identificar los diferentes tipos de entradas y salidas que se van a manejar. Estas entradas y salidas pueden ser de tipo digital o analógico. Cada una de las entradas analógicas o digitales poseen diferentes características; por ejemplo, los estándares más comunes para señales digitales son los de 24Vcd o los de 110Vca y 220Vca. Para las señales analógicas los estándares más comunes son el de 4 a 20 mA, y los de 110Vca y 220Vca.

Generalmente, un PLC puede manejar cualquiera de estas señales agregando módulos de entradas y salidas.

Algunos proveedores de equipo ofrecen soluciones integradas, en las que entregan un PLC con ciertos módulos de entradas y salidas. La ventaja que esto ha traído al mercado y a los usuarios ha sido el bajo costo de automatización para maquinaria y procesos sencillos. Por otro lado, la desventaja de tener todo integrado en un sólo equipo es que no suponen reparar o reemplazar las entradas y salidas cuando alguna se dañe, en cambio, los equipos modulares permiten hacer este tipo de cambios.

En cualquier caso de automatización con PLC, para mantener el control total de uso y mantenimiento de la aplicación, se requiere de una terminal de programación, o del software y los cables de conexión entre una PC y el PLC y esto incrementa la inversión de la propuesta. Muchos de los integradores hacen proyectos y sólo entregan al usuario el PLC con su programa.

Mucha gente no automatiza porque piensa que va a invertir mucho tiempo y mucho dinero en capacitación. La realidad es que para qué alguien dé mantenimiento y diagnóstico básico a un PLC, sólo se requieren conocimientos muy básicos de electricidad y un poco de información acerca del programa pues los equipos utilizan un estándar de programación llamado "diagrama de escalera" que básicamente es la representación de un diagrama eléctrico. Por otro lado los beneficios que se pueden recibir una vez capacitado el personal y realizada la automatización son muchos y rápidamente nos dejan percibirlo. Será mucho más fácil y mucho más rápido arreglar cualquier falla y detectar cualquier desperfecto en el proceso con la ayuda del PLC y de la computadora

1.4 Estructura de un sistema automatizado

Está clasificado en dos partes:

- **Parte operativa**

Es el área donde se realiza la función de producción y están representados por los dispositivos, maquinas o subproceso.

- **Parte de control o mando**

Es el encargado de realizar las coordinaciones de las distintas operaciones que mantendrá a la parte operativa bajo control.

Esta parte de control esta implementado por tecnología electrónica, neumática, hidráulica, etc.

La coordinación entre la parte operativa y la parte de control es en base al intercambio de información a través de los transductores que pueden ser de tipo analógico, digitales o en su mayor uso de tipo binario, además este intercambio de información debe de ser traducido a los dispositivos de pre accionamiento.

Estos captadores recogen la información de las magnitudes físicas que van a controlar, envían la información a la parte de control para su tratamiento.

Una vez tratada esta información se envían las acciones de mando a través de los preaccionadores.

Las computadoras y el micro electrónico han mejorado estos niveles de integración en el sistema productivo.

1.5 Técnicas de automatización

Son secuencias de fases según un conjunto de reglas preestablecidas. Donde el desarrollo tecnológico trajo innovaciones de controladores más complejos en el campo de la automatización.

- **Lógica cableada.**
- **Lógica programada.**

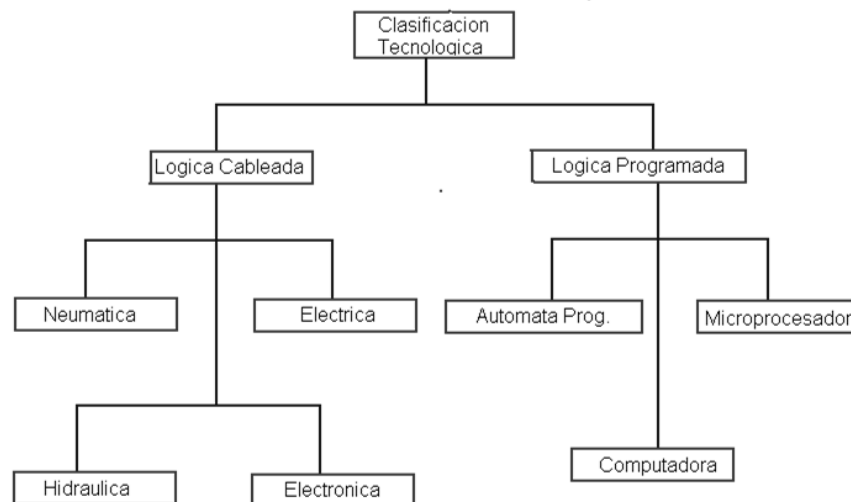


Figura 1.1 clasificación tecnológica.

Lógica cableada

Su aplicación está sujeta al tipo de tecnología implementada en el proceso de producción de una instalación industrial, así.

- **Tecnología eléctrica.**
Se observa que las uniones físicas se realizan mediante cables eléctricos, relés electromagnéticos, interruptores, pulsadores, etc.
- **Tecnología hidráulica.**
Su implementación es efectuada por tubería de acero, cobre, pvc, etc., junto con elementos tales como válvulas distribuidoras, presóstatos, monoreductores, etc.
- **Tecnología neumática.**

De similar aplicación del caso anterior, es utilizado en los automatismos industriales como los accionamientos de cierta potencia.

- **Tecnología electrónica.**

Considera las puertas lógicas que son los elementos fundamentales en los controladores.

Lógica programada

Tecnología desarrollada con la aparición del microprocesador, el control se realiza mediante un programa residente en la memoria de un procesador digital, que utiliza tecnología programable y tecnología de adquisición de datos en tiempo real. La lógica programada frente a la lógica cableada presenta:

- Gran flexibilidad
- Posibilidad de cálculo científico.
- Implementación de algoritmos complejos de control de proceso.

1.6 Niveles de automatización

La automatización depende de los factores de tipo económico y tecnológico y está dividido en niveles que son:

- Nivel elemental
- Nivel intermedio
- Tercer nivel
- Cuarto nivel.

Nivel elemental

Asignado a tareas de vigilancia, posicionamiento de piezas y funciones de seguridad en un proceso de producción. Se distingue tres grados de automatización como son:

- Vigilancia.
- Guía operador.
- Mando.

Nivel intermedio

Es un nivel asignado a un proceso industrial un poco complejo, su aplicación se da en la automatización industrial.

Tercer nivel

Es el proceso completo de la automatización donde además de intervenir el control del proceso, interviene la supervisión. Su evolución se da desde distintas estructuras de automatización y control.

1.7 Neumática

¿Qué es neumática?

Es la generación y utilización del aire comprimido para realizar un trabajo y con ello controlar un proceso.

1.7.1 Válvulas

Los elementos básicos de toda válvula de control direccional son:

- La corredora.
- El asiento.

Válvula tipo corredora

En la figura 1.2 se muestra la válvula de tipo corredora que funciona por medio de una corredora que se mueve en el interior del cuerpo de la válvula, y permite que los orificios de la válvula estén conectados o bloqueados.

Existen diversos mecanismos de sellado para evitar la fugas en las válvulas neumáticas. Su tipo y costo varían. El tipo de junta y de elemento empleado puede determinarse consultando los datos técnicos facilitados por el fabricante.

Se dice que estos elementos (las corredoras) están equilibrados. Están fabricados de tal manera que las fuerzas internas de la válvula se oponen unas a otras. La presión de aire comprimido en la válvula trabaja sobre el área de las juntas de la corredora, que son iguales, proporcionando así una fuerza similar o equilibrio.

Dicho equilibrio resulta crucial ya que evita cualquier presión interna innecesaria que pudiera afectar al funcionamiento de la válvula.

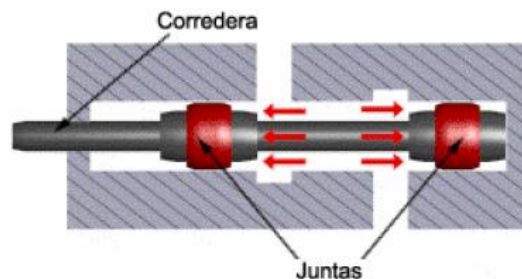


Figura 1.2 Válvula corredora

Algunas válvulas de control direccional también incorporan puntos de ventilación de salida para evitar la acumulación de presión del aire tras las corredoras. Dicha acumulación podría ocasionar el bloqueo de la válvula figura 1.3.

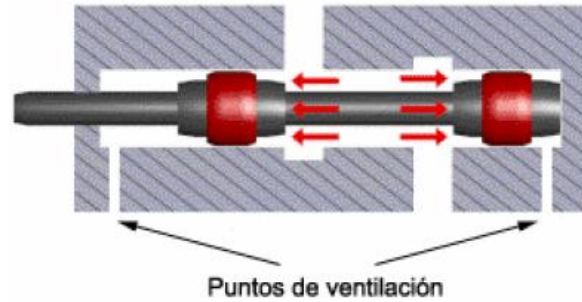


Figura 1.3 Puntos de ventilación

Válvula tipo asiento

La válvula de asiento funciona por el desplazamiento de una pieza contra el asiento de la misma figura 1.4.

De esta manera se forma una junta positiva que permite a los orificios de la válvula conectarse o bloquearse.

Las características principales de las válvulas de asiento son:

- Rapidez de los ciclos.
- Carrera rápida para un caudal máximo.
- Desgaste mínimo.
- Larga vida útil.
- Cierre positivo.
- Autolimpieza.
- Mantenimiento mínimo.
- Servicio sin engrase.



Figura 1.4 Válvula de asiento

1.7.2 Numeración de orificios en la válvula

La numeración de orificios en las válvulas es acorde con la norma ISO 5599.

- El orificio principal o de admisión es el “1”.
- Los orificios de salida son el “4” y el “2”.
- Los orificios de escape son el “3” y el “5”.
- Los orificios piloto son el “10”, “12” y “14”.





Orificio de admisión de la línea principal	1		
Orificios de salida	2, 4, 6 etc.		
Orificios de escape	3, 5, 7 etc.		
Orificios piloto	10, 12, 14		
Símbolo de admisión		o	
Símbolo de escape		o	
	Orificio roscado		Punto de ventilación de salida

Figura 1.5 Numeración orificios válvulas

A menudo las válvulas de control direccional llevan números de referencia tales como:

- 2/2
- 3/2
- 4/2
- 5/2
- 5/3

Válvula 2/2

El primer número en la denominación 2/2 se refiere al número de orificios de la válvula. Por lo tanto, una válvula 2/2 dispone de dos orificios uno de entrada y uno se salida.

El segundo número en la denominación se refiere al número de posiciones que el elemento de la válvula puede ocupar. Se trata de válvulas utilizadas a menudo en circuitos para abrir (paso) o para cerrar (no paso) el caudal para una línea única figura 1.6.

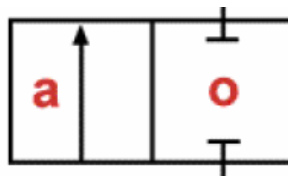


Figura 1.6 Válvula 2/2

Válvula 3/2

La válvula 3/2 dispone de tres orificios y dos posiciones. Se diferencia de la válvula 2/2 en que dispone de un orificio de escape con salida a la atmosfera figura 1.7.

Se trata de válvulas que se utilizan como válvulas de puesta en marcha, válvulas limitadoras o válvulas de posición de prueba.

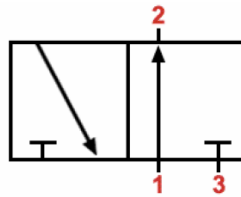


Figura 1.7 Válvula 3/2

Válvula 4/2

La válvula 4/2 dispone de cuatro orificios y de dos posiciones. Tiene dos orificios de salida/líneas operativas, el “4” y el “2”, un orificio principal de suministro el “1” y un orificio de escape el “3” figura 1.8.

Se trata de válvulas normalmente utilizadas en circuitos conjuntamente con cilindros de doble efecto.

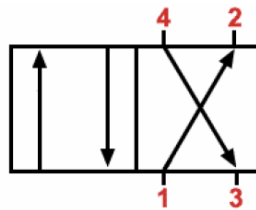


Figura 1.8 Válvula 4/2

Válvula 5/2

La válvula 5/2 dispone de cinco orificios y dos posiciones. Se diferencia de la válvula 4/2 en que dispone de un orificio de escape adicional, normalmente numerado como “5” figura 1.9.

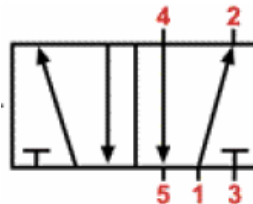


Figura 1.9 Válvula 5/2

Las válvulas 4/2 y 5/2 son los tipos más habituales de válvulas de control direccional que se emplean para activar los cilindros neumáticos de doble efecto.

Válvula 5/3

Esta válvula es una versión de la válvula 5/2 pero dotada de una tercera posición adicional o posición intermedia.

Por lo general, la posición central se denomina posición neutra. Existen numerosas combinaciones de estas válvulas y se emplean en numerosas aplicaciones; por ejemplo en dispositivos de seguridad.

El suministro de aire principal procede del orificio “1”, los orificios “2” y “4” son orificios del actuador/salida. Los orificios “3” y “5” son orificios de escape figura 1.10.

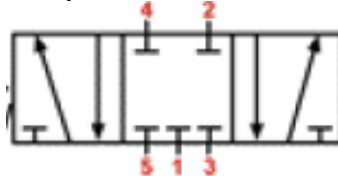


Figura 1.10 Válvula 5/3

1.7.3 Tipos de actuadores de válvulas

Todas las válvulas requieren de alguna forma de actuador para activar o desplazar la corredera o asiento hasta cada una de las posiciones operativas. Abarcan desde los actuadores de muelle, que aseguran que la válvula siempre regrese a su posición de partida, hasta las válvulas eléctricas solenoides que pueden funcionar desde complejos sistemas electrónicos de control instalados en maquinas totalmente automáticas.

Actuadores de palanca.

Funcionamiento manual haciendo que la válvula se coloque en posición operativa.

Un muelle hace que la válvula retorne automáticamente a su posición de partida, siempre que se suelte la palanca.

Si el muelle se sustituye por un símbolo de reten la válvula no regresa a su posición de partida al soltar la palanca. Por el contrario el operador debe invertir el movimiento de la palanca para que la válvula regrese a su posición de partida.

Entre otras formas de control manual de las válvulas cabe citar:

- Control por embolo.
- Control mediante pedal.

En muchos circuitos puede no resultar práctico el control manual de las válvulas. Por ejemplo cuando las válvulas son inaccesibles.

En este caso, las válvulas pueden controlarse a distancia, esto puede realizarse eléctricamente por medio de una válvula solenoide.

Válvulas reguladoras

Las válvulas de control de caudal son muy utilizadas en los sistemas neumáticos para regular la velocidad de los actuadores en caso necesario.

Por lo general, suelen limitar la cantidad de aire saliente del actuador. Las válvulas de control de caudal varían tanto en tamaño como en tipo, la selección de un tipo concreto se determina por su aplicación en el circuito.

Limitación de flujo

Constituye el método más simple de control de caudal, se trata de insertar en la línea de aire un orificio o limitador de flujo figura 1.11. Podría ser un conducto de diámetro interno menor o también un empalme con un pequeño orificio taladrado en el mismo.

Sin embargo, al tratarse de una limitación fija la velocidad del caudal del aire también será fija.



Figura 1.11 Limitador de flujo

Válvula de control de caudal con derivación

En ciertas aplicaciones, solo se precisa la limitación del caudal de aire en una sola dirección. Para conseguirlo se coloca una válvula antirretorno en paralelo al ajuste. De esta manera se bloquea el caudal de aire en una sola dirección, forzando al aire a pasar por el orificio figura 1.12.

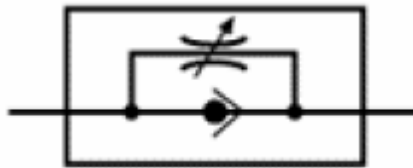


Figura 1.12 Válvula de control de caudal con derivación

No obstante, el aire puede fluir libremente en la dirección opuesta a medida que se fuerza al asiento a alejarse de su asiento por medio del caudal de aire inverso.

Este tipo de válvula puede utilizarse siempre que se trate de actuadores con carreras motrices lentas pero con carreras de retorno rápidas.

Válvula selectora

Se trata de una válvula que dispone de dos entradas “1” y una salida “2” figura 1.13. Resulta de utilidad en circuitos en donde la función de arranque en una máquina puede activarse desde una posición cuando existen dos posibles, o donde las señales de aire procedan de dos fuentes distintas para proporcionar una sola salida.

Cada una de las entradas se encuentra conectada a una válvula de puesta en marcha o de señal. Si no hay admisión, no abra escape.

Sin embargo si se recibe una señal de aire, este fluirá hacia la salida. La entrada de aire procede de una de las entradas bloquea la otra entrada mediante en conjunto de la lanzadera.

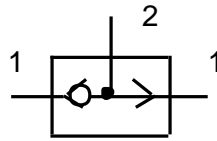


Figura 1.13 Válvula selectora

1.7.4 Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos o pistones son probablemente los actuadores neumáticos más conocidos.

Convierten la presión y el caudal neumáticos en fuerza y movimiento lineales. Los cilindros neumáticos pueden funcionar muy rápidamente, se emplean en numerosas aplicaciones industriales y pueden:

- Empujar.
- Tirar.
- Transferir.
- Estampar.
- Ceñir.
- Cortar

Sus diámetros internos varían de 4mm (3/8 de pulgada) a 350mm (14 pulgadas) y pueden suministrarse en diversas longitudes. Son capaces de reaccionar con rapidez ante los cambios experimentados en la dirección del suministro de aire.

En los sistemas neumáticos se utilizan cuatro tipos principales de cilindros.

- Cilindro de simple efecto.

Son impulsados en una sola dirección, vuelven a su posición de partida por efecto de una fuerza externa, como puede ser la gravedad o la carga, o incluso por el efecto de un muelle interno.

- Cilindros de doble efecto.

Impulsados por aire comprimido en ambas carreras de extensión y de retracción.

- Actuadores de diafragma.

Carecen de piezas sometidas a desgaste. Es esta cualidad que resulta ideal en entornos de trabajo desfavorables como pueden ser los motores de los vehículos. Su carrera es corta en comparación con el tamaño del diafragma, esto la convierte en una unidad potente.

Por su tamaño y su relación peso/potenciase emplea profundamente en sistemas de frenos para vehículos.

- Cilindros sin vástago.

Los cilindros sin vástago son de tipo de doble efecto y son ideales para instalaciones compactas o en aquellas otras en las que el espacio es limitado.

1.8 Sensores

Definición

Es un dispositivo que recibe una señal o estímulo y responde con una señal eléctrica. Además los sensores pueden ser activos o pasivos.

- Sensor pasivo: es un sensor que no requiere una fuente externa de excitación como los termopares o fotodiodos.
- Sensor activo: este sensor requiere una fuente externa de excitación como los RTD o células de carga.

Se pueden clasificar según los parámetros físicos que miden como: presión, temperatura, posición, longitud, nivel, etc.

Microinterruptores

En la figura 1.14 se muestran algunos microinterruptores, estos elementos funcionan como un pulsador, cuya función consiste en determinar la posición o el estado de un proceso automático. Generalmente son muy precisos, con una excelente respuesta de actuación y con diversos tipos actuadores (émbolos de aguja, de palanca, compactos, flexible, rígidos, etc.).



Figura 1.14 Microinterruptores

Interruptores de proximidad

Son sensores para detectar presencia o ausencia de objetos metálicos, están basados en distintos tipos de actuadores siendo los más comunes:

- Sensores inductivos (Detectan materiales férricos basándose en variaciones de campo magnético).
- Sensores capacitivos (En determinados entornos no se pueden utilizar las variaciones de campo magnético y se utilizan otros dispositivos cuya característica de variación es la capacidad eléctrica).

Detectores de movimiento

Son elementos sensores para detectar pequeños o grandes movimientos (por ejemplo el movimiento de una mano) generalmente suelen ser detectores por infrarrojos o por

reflexión directa, muchas veces están protegidos contra la contaminación lumínica y se pueden usar varios sin que interfieran entre sí.

Debido a su utilización como detectores para alarmas o como elementos de seguridad, pueden estar alimentados a pilas (debido a su ubicación en determinadas aplicaciones).

1.9 Introducción a los PLC

En la actualidad el PLC es una herramienta muy poderosa para la industria, ya que el PLC ha pasado a remplazar al control electromagnético, por el espacio reducido que ocupa y las múltiples funciones que tiene.

1.10 Definición de PLC

Un Controlador Lógico Programable (PLC), es un dispositivo electrónico, diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y ejecutar funciones lógicas como son: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, secuencia aritmética, manejo de datos, control de activación y desactivación (On/Off), regulaciones, etc.

1.11 Historia

La historia del PLC (Controlador Lógico Programable) se remonta a la década de los '70, cuando nace como respuesta a la necesidad creciente de implementar un dispositivo flexible a las modificaciones en terreno, resistente a la contaminación ambiental, humedad, vibraciones, temperaturas extremas y perturbaciones eléctricas, las cuales estaban aumentando con la incorporación de la electrónica de potencia y otras nuevas tecnologías.

Los primeros PLC tuvieron un éxito inmediato, ya que funcionaban como reemplazo de los paneles basados en relés electromecánicos, permitiendo reducir dramáticamente el elevado costo que significaba la localización de las fallas, la corrección de problemas, las modificaciones en terreno y, por ende, la cantidad de horas-hombre que se ocupaban en este tipo de tareas.

Otros de los factores que influyeron en su aceptación en el mercado fueron su facilidad de programación y contar con un lenguaje conocido y familiar para los electricistas de esa época, ya que estaba basado en diagramas de escalera y símbolos eléctricos comunes para ellos.

En la actualidad, los principales fabricantes de PLC han normalizado los lenguajes de programación bajo la norma internacional IEC 61131-3, que, entre otros aspectos, considera cinco lenguajes: Diagrama Bloque Funcionales (FBD), Lista de Instrucciones (IL), Diagrama de Escalera (LD), Texto Estructurado (ST) y Gráfica Funciones Secuenciales (SFC).

1.12 La evolución de las redes

Las comunicaciones es otro punto a destacar en este tipo de equipamientos y su evolución se ha potenciado con el avance de la tecnología y la incorporación de protocolos abiertos, como Profibus DP, Modbus-RTU y Ethernet-IP. También nacen las redes de comunicación DeviceNet y CanOpen, esta última como una necesidad de la industria automotriz europea de bajar los costos de cableado, manteniendo una red robusta y asequible para todos los dispositivos de campo.

Estas redes se incorporan en el campo de la automatización para transmitir datos de proceso entre sistemas de control, módulos remotos de entrada/salidas, transmisores, válvulas, variadores de velocidad, partidores suaves, relés de protección de motor, etc.

Sin duda alguna, la evolución de estas redes va de la mano del avance tecnológico, como lo demuestra la aparición de ARNET, una de las pocas redes de campo que pueden operar en cualquier topología de bus, estrella o árbol o combinadas.

Procesamiento más veloz y capacidad de diagnóstico

La velocidad de procesamiento de la información por parte del PLC es otro aspecto que está en un continuo mejoramiento, ya que muchas aplicaciones de automatización requieren de una respuesta rápida ante un objeto que se encuentra frente un sensor en una fracción de segundo.

Hoy en día, el ciclo de operación de un PLC figura 1.15, tiene una serie de etapas que operan en forma secuencial y repetitiva. En un programa típico, el tiempo de scan es de 1 a 25 milisegundos.

El diagnóstico que proporcionan los PLC para localizar y corregir fácilmente las fallas de hardware y software es otro de los beneficios que otorgan estos dispositivos, disminuyendo considerablemente el tiempo de implementación y puesta en marcha.



Figura 1.15 Ciclo de operación de un PLC.

1.13 Estructura de un controlador lógico programable (PLC).

Un controlador lógico programable (PLC) se compone de dos partes distintas, denominadas Hardware y Software respectivamente.

Hardware

Parte física del autómeta, en donde se encuentran principalmente los siguientes elementos:

- Entradas.

Corresponde al módulo de conexión del autómeta con el proceso a controlar, a través del cual, recibe información del proceso.

- Salidas.

Corresponde al módulo de conexión del autómeta con el proceso a controlar, a través del cual, se envía las ordenes al proceso.

- Memoria.

Dispositivo que permite almacenar información en forma de ceros y unos (1 y 0).

- Unidad central de proceso (CPU)

Es la encargada de realizar el control de la maquina y ejecutar los mandatos de las instrucciones del programa.

- Alimentación y circuitos anexos.

Son elementos auxiliares (periféricos) y físicamente separadas del autómeta.

- Equipos y o unidades de programación.

Son el medio material del que se vale el programador para grabar o introducir las instrucciones del programa en la memoria del usuario: siendo las principales funciones que permiten ejecutar, lo siguiente:

Programación.

Grabación de programas.

Visualización y verificación dinámica del programa.

Cambio de los modos de servicio.

Software

Son programas de instrucciones que cada PLC tiene, en donde permite cargar información y simular el estado y funcionamiento del Autómeta programable.

1.13.1 Estructura interna de un PLC

Los controladores lógicos programables se componen esencialmente de tres bloques, tal y como se representa a continuación en la figura 1.16.

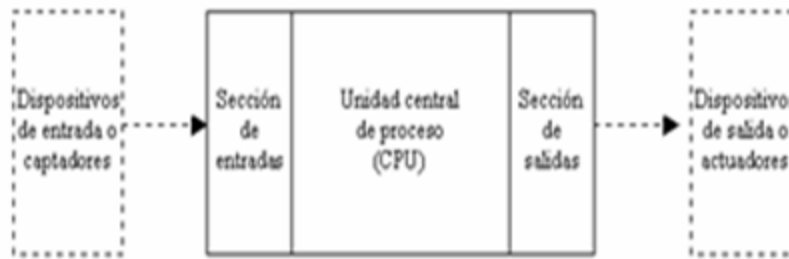


Figura 1.16 Estructura interna de un PLC

1.13.2 Estructura externa

El término estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido, etc. desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no solo por el fabricante del mismo, sino por la tendencia existente en el área al que perteneciese: europea o norteamericana, actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta.
- Estructura modular.

1.13.3 Estructura compacta

Este tipo de PLC se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, estos es, fuente de alimentación, cpu, memorias, entradas/salidas, etc. en cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones: unidad fija o enchufable directamente en el autómata; enchufable mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones. Si la unidad de programación es sustituida por un PC, nos encontraremos que la posibilidad de conexión del mismo será mediante cable o conector.

1.13.4 Estructura modular

Como su nombre indica, la estructura de este tipo de autómatas se divide en módulos o partes del mismo que realizan funciones específicas. Aquí cabe hacer dos divisiones para distinguir entre las que denominaremos estructura americana y europea.

- Estructura americana.
Se caracteriza por separar las E/S del resto del Autómata; de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las unidades de E/S en los bloques o tarjetas necesarias.
- Estructura europea.
Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La unidad de programación se une mediante cable y conector.

1.14 Programación de los PLC

Existen muchos lenguajes destinados a la programación de los autómatas, entre los cuales podemos mencionar:

- LADDER o diagrama en escalera.
- Mnemónico
- instrucciones booleanas.
- Diagramas de bloques de funciones.
- Instrucciones de alto nivel.

Programación en lenguaje de escalera (ladder)

Este lenguaje permite realizar la gran mayoría de las aplicaciones diseñadas para automatización de procesos industriales. Este modo de programación está basado en una serie de líneas o renglones (rungs) figura 1.17, que poseen una o varias entradas o condiciones al lado izquierdo y una salida o resultado al lado derecho.

La programación en escalera permite una fácil comprensión e interpretación gracias a que sus renglones se asemejan al circuito eléctrico equivalente que se formaría con las entradas y salidas.

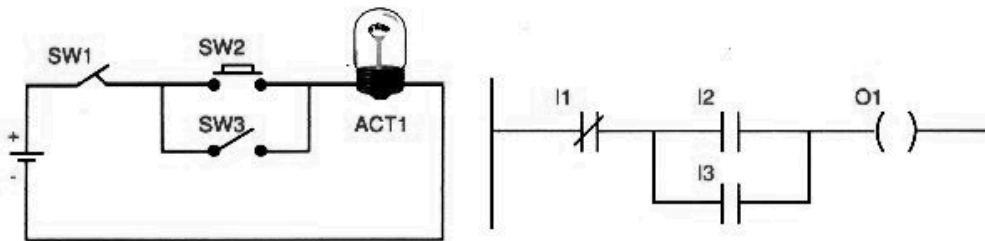


Figura 1.17 Programación en lenguaje de escalera

Contactos y relés lógicos

Representan directamente entradas y salidas del PLC, ya sea de tipo físico (proveniente de los terminales del PLC) o de tipo lógico (proveniente de posiciones de memoria o FLAGS).

En la figura 1.18 podemos apreciar los símbolos utilizados comúnmente para representar los contactos o relés lógicos de un PLC en lenguaje LADDER.

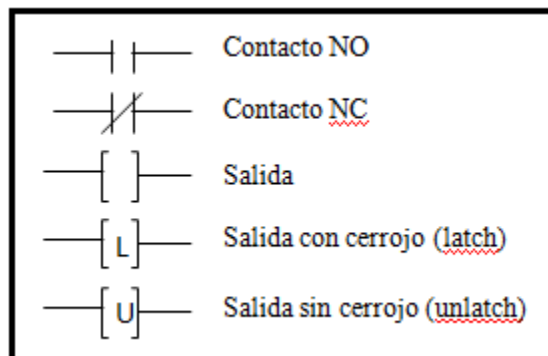


Figura 1.18 Símbolo básico de entrada y salida en programación LADDER.

Los contactos, hacen referencia específica a las entradas o condiciones que tienen que cumplirse para activar la salida.

Cada contacto puede representar una entrada física del PLC, un bit de una posición de memoria, un dato de la imagen de salidas, el estado de un temporizador o contactor, etc. Los contactos pueden ser normalmente abiertos (NO Normal Open) o normalmente cerrados (NC normal closed). Estos últimos se denominan contactos negados.

Los relés lógicos hacen referencia a las salidas o resultados de las operaciones indicadas por cada renglón del programa. Cada resultado puede representar una salida física del PLC, una posición de memoria específica, la activación o desactivación de un temporizador, el incremento de un contador, etc.

Instrucciones Booleanas

Función OR

Esta función se utiliza cuando se requiere que por lo menos una condición se cumpla de entre varias. Su representación es por medio de contactos en paralelo figura 1.19.

BA	BB	SALIDA
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabla 1.1 función OR

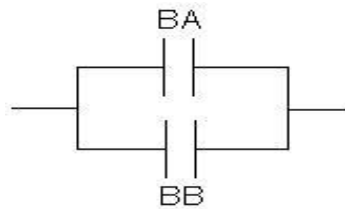


Figura 1.19 Conexión de 2 contactos en paralelo (OR).

Función AND

Esta función se utiliza cuando se requiere que todos sus dispositivos sean simultáneos para poder tener una salida figura 1.20.

BA	BB	SALIDA
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla 1.2 Función AND

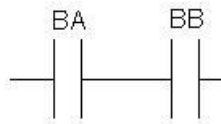


Figura 1.20 Conexión de 2 contactos en serie (AND)

Función NOT

Esta función se utiliza cuando se requiere tener un estado opuesto al que se tiene figura 1.21.

BA	SALIDA
0	1
1	0

Tabla 1.3 Función NOT



Figura 1.21 Conexión NOT

Lenguaje Mnemónico

Corresponde a un lenguaje literal, y consiste en instrucciones que se escribe en forma de expresiones literales Ej.:

AWL	
:	U E0.0
:	U E0.1
:	= A2.2
:	BE

Figura 1.22 Ejemplo lenguaje Mnemónico

1.15 Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maquinaria industrial de plástico.
- Maquinaria de embalajes.
- Maniobra de instalaciones.
- Instalación de aire acondicionado, calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Señalización y control.

1.16 Ventajas e inconvenientes

No todos los PLC ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones me obligan a referirme a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El costo inicial también puede ser un inconveniente.

Cualquier equipo en ambiente industrial está sujeto a condiciones rigurosas de operación. Esto hace que el equipo eventualmente pueda tener fallas. Cuando tenemos un equipo eléctrico o electromecánico con componentes que se mueven, cada punto que tiene movimiento es una posibilidad más de falla. Un PLC no tiene partes móviles y entonces el desgaste mecánico es nulo.

Cuando ocurre una falla la facilidad del mantenimiento es mucho mayor, porque los PLC nos dan herramientas que ayudan en estas situaciones. Tal es el caso del monitoreo de señales en pantalla, con lo cual podemos verificar donde se encuentra el desperfecto. Si se

llega a dañar algún módulo de entrada o salida, es posible simplemente cambiar la dirección a la que se encuentra conectada y seguir trabajando mientras se repone la tarjeta o módulo.

La automatización con PLC incrementa la repetibilidad del proceso, ya que éste deja depender del criterio del operador. También integra los diferentes sistemas del control de un equipo en un solo bloqueo, lo cual no hace mucho más confiable y limpio en cuestión de presentación y mantenimiento. Se ahorra mucho dinero en tiempo puesto que las fallas se resuelven con mucha mayor rapidez.

Capítulo II

Descripción del sistema actual

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

2.1 Funcionamiento actual

En el plato giratorio se colocan los sellos de plomo, cuando el plato empieza a girar y llega a la posición en donde se encuentra el cabezal dicho elemento baja e imprime un número consecutivo en el sello cambia de estación el plato y una salida de aire expulsa al sello para que este caiga en una bolsa plástica.

El sistema es en su totalidad neumático y manual. Debido a la presencia de nuevas tecnologías y al auge que hoy en día presenta la automatización se ha decidido dar una propuesta de automatización sobre una máquina numeradora de la marca Festo modelo ST270A.

La máquina cuenta con un plato giratorio de ocho estaciones (piezas) con un diámetro de 7³/₄ y soporta una carga de 180 a 460 lb (81.6 a 208.6 Kg), a su vez también tiene un cabezal, este mecanismo es el encargado de imprimir un número consecutivo (número de serie) a los sellos de plomo (estilo troquelador).

Los elementos actualmente presentes en la máquina numeradora ST270A son los siguientes:

- Plato giratorio.
- Cabezal.
- 2 actuadores.
- Estación de botones.

Los lotes de producción que actualmente se hacen son de 50, 100 y 500 piezas por bolsa.



Figura 2.1 Sello de plomo

Pasos para la colocación del número consecutivo (número de serie) sobre el sello de plomo.

- Se colocan los sellos en cada estación sobre el plato giratorio.
- Gira el plato y llega a la posición en donde se encuentra en cabezal.
- Se para el plato.

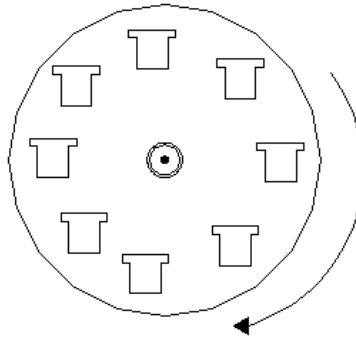


Figura 2.2 Plato giratorio

En esta parte del proceso el operario coloca los sellos de plomo en cada estación del plato giratorio, gira el plato y llega a la estación de numeración.

- El cabezal baja e imprime el número de serie.
- Vuelve a girar el plato y llega a la estación de expulsión.

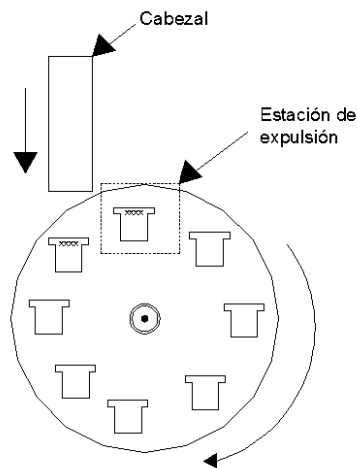


Figura 2.3 Sello en estación de numeración

Una vez que el plato se encuentre en la estación de numeración el cabezal baja e imprime el número de serie y vuelve a su posición, el plato gira y llega a la estación de expulsión, en esta estación mediante aire el sello sale expulsado.

- El sello sale expulsado para su empaquetado.
- Y se repite el proceso, hasta llegar al número de piezas deseadas.

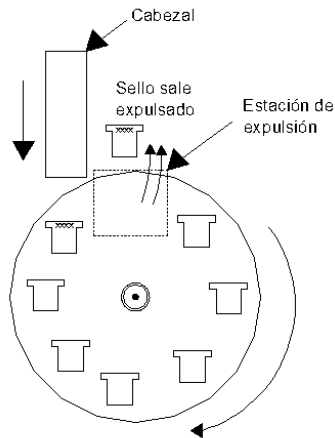


Figura 2.4 Sello en estación de expulsión

Ya que el sello ha sido expulsado el operario acomoda los sellos en una bolsa plástica por lotes de 50, 100 o 500 piezas según lo requiera su cliente.

En el siguiente diagrama a bloques reducido se muestra el funcionamiento la maquina numeradora.

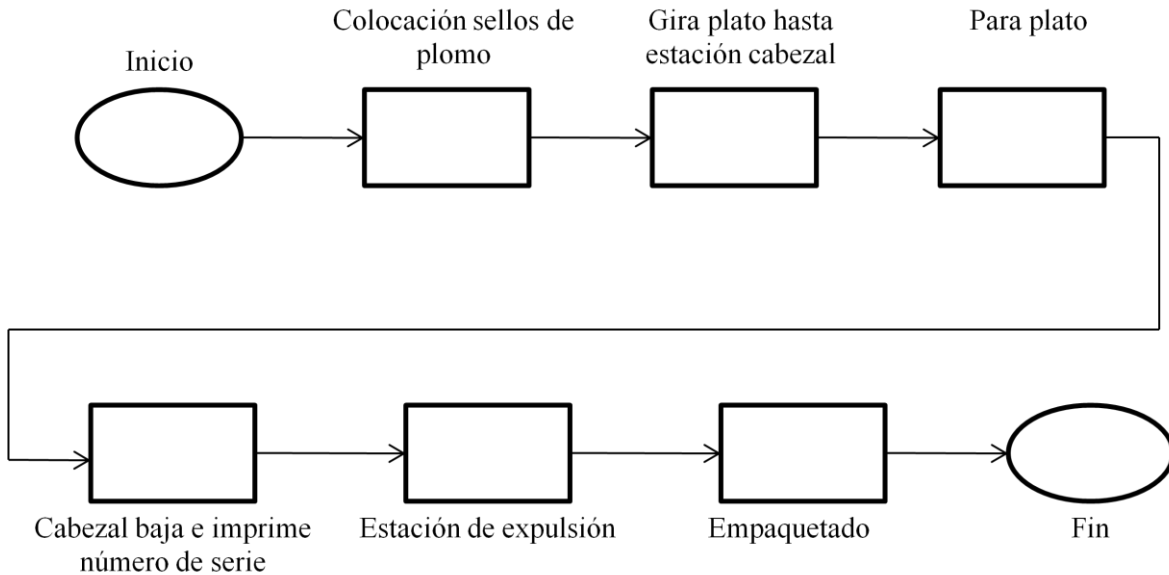


Figura 2.5 Diagrama de bloques de sistema

A continuación se presenta el diagrama neumático con el que actualmente se encuentra funcionando la máquina.

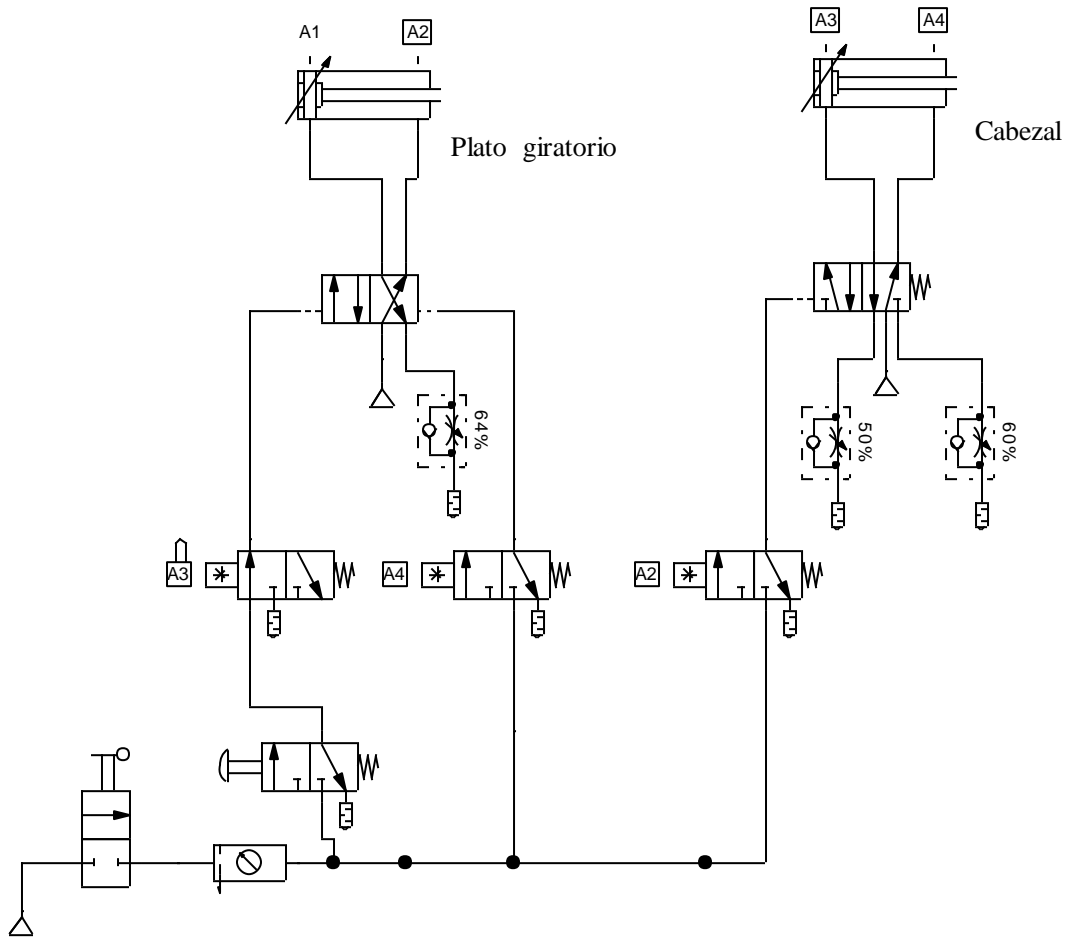


Figura 2.6 Diagrama neumático

Capítulo III

Propuesta técnica

3.1 Introducción

En este capítulo se desarrolla la propuesta de automatización, se hará un inventario de los componentes necesarios para la misma, así como la realización de la programación del PLC, diagramas esquemáticos sobre las conexiones que deberán realizar entre los dispositivos y el controlador.

Esta propuesta de automatización tiene como objetivo mejorar la producción, reducir significativamente el trabajo del operador y costos de mantenimiento.

El diseño de la automatización brindará un sistema de control moderno que ofrezca seguridad y continuidad en el proceso, así como la flexibilidad de ampliaciones o cambios futuros.

En la actualidad no se concibe un proceso sin automatizar.

3.2 Especificaciones para la automatización

- Nuestra propuesta de automatización para la numeración de sellos debe incluir la opción de funcionamiento tanto manual y automático.
- En la forma manual el funcionamiento será el mismo que se llevaba hasta antes de automatizar.
- En la opción automático deberá empezar el proceso de numeración con solo oprimir un botón para eso se harán uso de sensores que permitan realizar la secuencia del proceso.
- El proceso consta de tres etapas donde se debe llevar una secuencia
 - Estación de carga manual.
 - Estación de numeración de producto.
 - Estación de expulsión de producto.

3.3 Requerimientos del cliente

- Cambio de tecnología.
- Piezas y herramientas de fácil adquisición y económicas.
- Montaje sencillo.
- Durabilidad del equipo.
- Bajo costo.
- Equipo sea ligero.
- Equipo seguro.

3.4 Desempeño funcional de sistema

- Innovación tecnológica.
- Limite de espacio.
- Montaje sencillo adaptación a la máquina existente.
- Piezas de repuesto de fácil adquisición.
- Mantenimiento predictivo del equipo en general para su optimo desempeño.

3.5 Descripción de las áreas de proceso

Estación de carga manual

En esta área se colocan los sellos de plomo sobre la mesa giratoria que tiene espacio para ocho piezas

Estación de numeración de producto

En esta área se lleva a cabo la numeración de los sellos con un número consecutivo.

Estación de expulsión del producto

Una vez numerado el producto se expulsa por un accionamiento neumático para ser empaquetado

3.6 Diagrama de flujo del proceso a automatizar

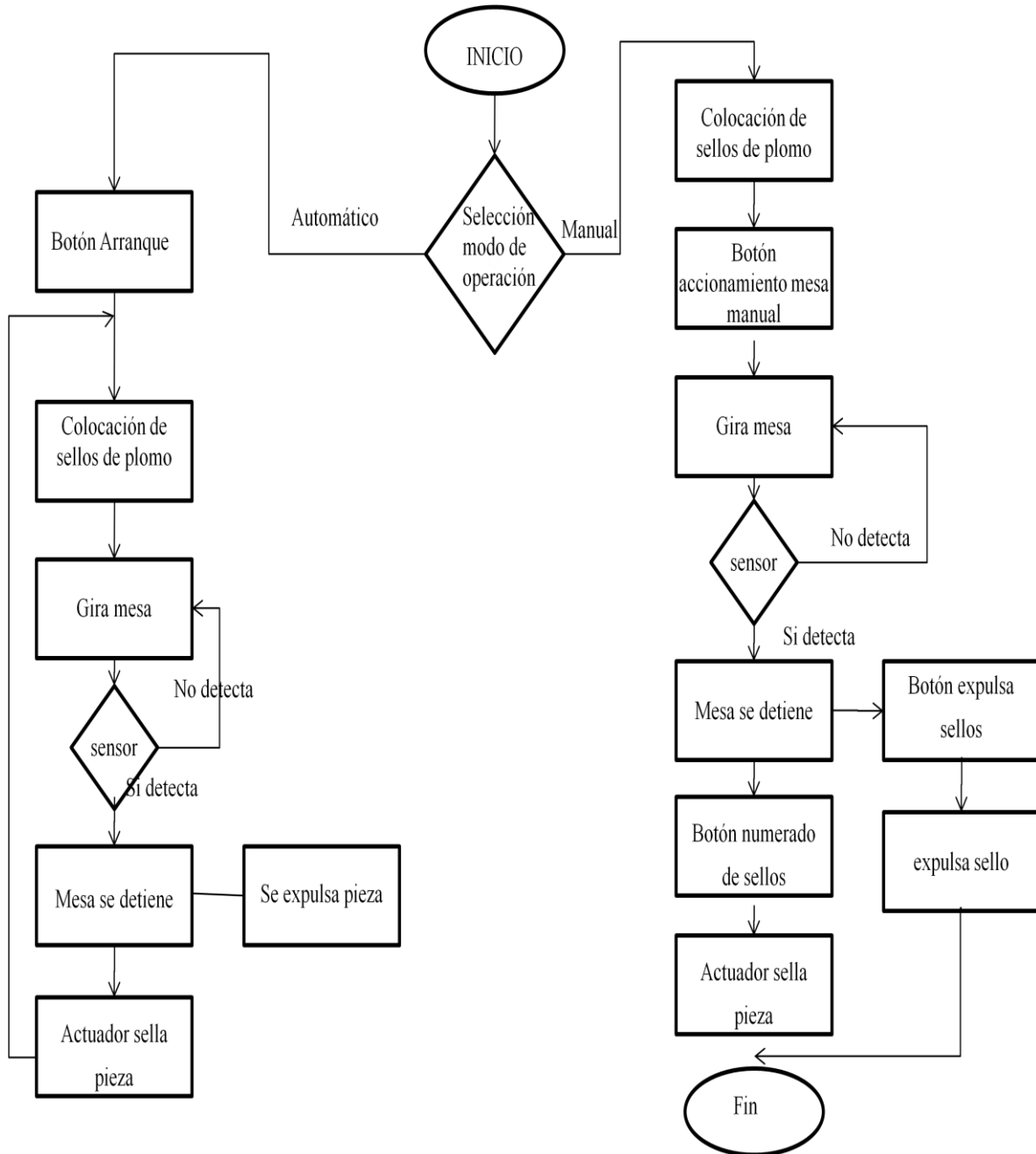


Figura 3.1 Diagrama de flujo

Para la selección del PLC se hizo un conteo de entradas y salidas que se tienen obteniendo los siguientes resultados.

N° DE ENTRADA	DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
1	Botón selección automático	BSA
2	Botón selección manual	BSM
3	Botón paro	BP
4	Botón arranque	BA
5	Botón avanza mesa (manual)	BMM
6	Botón numera sello (manual)	BNS
7	Botón expulsa sello(manual)	BESM
8	Sensor de limite del numerador	SLN
9	Sensor de presencia de sello	SPS

Tabla 3.1 Entradas

N° DE SALIDA	DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
1	Mesa giratoria	MG
2	Actuador del numerador	AN
3	Expulsión del sello	ES
4	Luz indicadora Alto	LSTOP
5	Luz indicadora en marcha	LRUN
6	Luz indicadora Manual	LM
7	Luz indicadora Automático	LA
8	Luz indicadora Proceso terminado	LPT

Tabla 3.2 Salidas

Teniendo un total de 9 entradas discretas y 8 salidas discretas.

Se eligió un PLC de Allen-Bradley de la serie Micrologix 1000; 1761-I32

Ya que cubre los requerimientos del proceso (cuenta con las salidas y entradas necesarias), la marca Allen-Bradley es reconocida, el costo del equipo en comparación con otros como siemens no existe una diferencia considerable, la programación puede realizarse en el entorno de diagrama de escalera.

En caso de que el cliente requiera la utilización de un PLC con características específicas se realizara sin ningún problema.

3.7 Lista de equipo a utilizar en la automatización

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	PLC MICROLOGIX 1000
3	ELECTROVÁLVULAS
5	LUCES DE SEÑALIZACIÓN
1	SELECTOR DE 3 POSICIONES
5	BOTONES PULSADORES
1	SENSOR DE PROXIMIDAD
1	SENSOR DE LÍMITE

Tabla 3.3 Lista del equipo a utilizar

3.8 Lista de entradas y salidas empleadas en la programación

Para el desarrollo del software de control del PLC, es indispensable conocer la dirección de cada una de las salidas como de las entradas.

Lista de entradas

DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
I:1/0	Selector en automático	BSA
I:1/1	Selector en manual	BSM
I:1/2	Botón de paro general	BP
I:1/3	Botón de arranque general	BA
I:1/4	Sensor de presencia de sello	SPS
I:1/5	Sensor de límite del numerador	SLN
I:1/6	Botón avanza mesa (manual)	BMM
I:1/7	Botón numera sello (manual)	BNSM
I:1/8	Botón expulsa sello(manual)	BESM

Tabla 3.4 Lista de entradas

Lista de salidas

DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
O:2/4	Luz indicadora automático	LM
O:2/5	Luz indicadora manual	LA
O:2/6	Luz indicadora en Marcha	LRUN
O:2/7	Luz indicadora Alto	LSTOP
O:2/8	Luz indicadora Fin del proceso	LPT
O:2/0	Mesa giratoria	MG
O:2/1	Actuador del numerador	AN
O:2/2	Expulsión del producto	ES
O:2/3	Separador del producto	SP

Tabla 3.5 Lista de salidas

Relevadores auxiliares (internos por programación)

Dirección	Descripción	ETIQUETA
B3:0/5	Salida para señalización automático	SSA
B3:0/6	Salida para señalización manual	SSM
B3:0/1	Bit general del programa	BGP
B3:0/2	Bit auxiliar para control de variables	BACV

Tabla 3.6 Lista relevadores auxiliares

Contadores

Dirección	Descripción	ETIQUETA
C5:0	Contador de producto 1	CTU1
C5:1	Contador de producto 2	CTU2

Tabla 3.7 Lista de contadores

3.9 Descripción del programa en escalera

En la realización de este programa se emplean subrutinas para poder lograr la acción del selector.

Se utilizan dos subrutinas, una de ellas empleada para el modo de operación automático y la otra para la opción manual

Dentro del programa principal se direccionan las subrutinas utilizando una entrada que en nuestro caso será el selector, además de colocar las luces de señalización involucradas en las subrutinas.

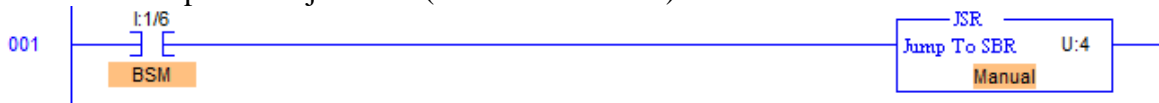
Diagrama en escalera del proceso para el PLC micrologix1000

3.9.1 Programa principal

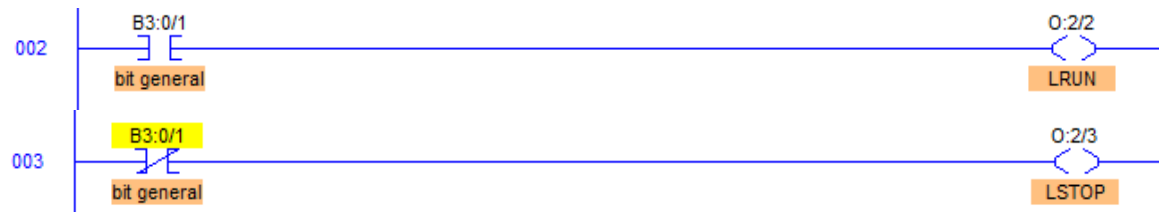
000 Al encontrarse el selector en la opción automático la función JSR accionara el programa dentro de la subrutina U:3 (ver subrutina U:3)



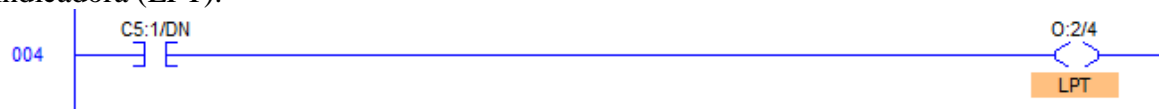
001 Al encontrarse el selector en la opción manual la función JSR activa el programa de la subrutina U: 4 para ser ejecutado (ver subrutina U: 4)



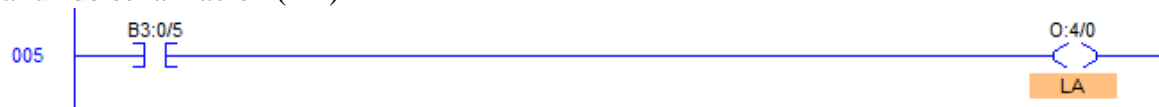
002 y 003 El bit general es que se encarga de tener un arranque de proceso o detención del mismo y nos indicara el estado en que se encuentra.



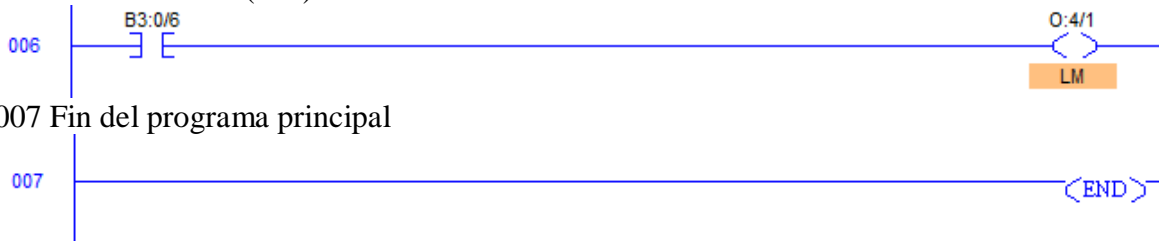
004 Una vez que se concluida la numeración de los sellos será indicado por la luz indicadora (LPT).



005 Cuando se esté ejecutando la subrutina automático (U:3) será indicado en el tablero con la luz de señalización (LA)



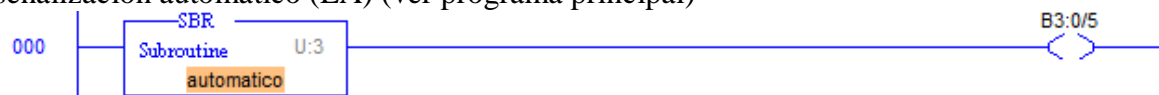
006 Cuando se esté ejecutando la subrutina manual (U:4) será indicado en el tablero con la luz de señalización (LM)



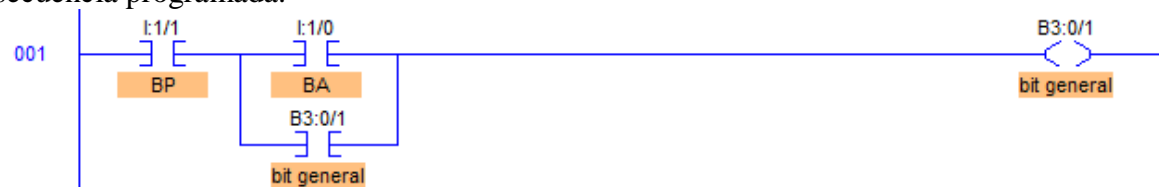
3.9.2 Subrutina U: 3 Automático

En esta primera subrutina una vez seleccionada en el programa principal, bastará con oprimir el botón de arranque para que el proceso comience su funcionamiento.

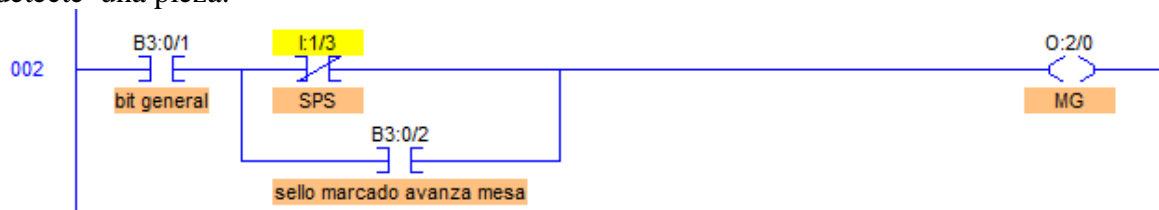
000 Subrutina en el modo de operación automático, el bit auxiliar activara la luz de señalización automático (LA) (ver programa principal)



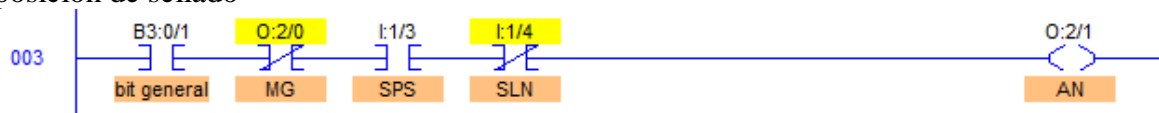
001 Bastará con oprimir el botón de arranque para activar el bit general y así ejecutar la secuencia programada.



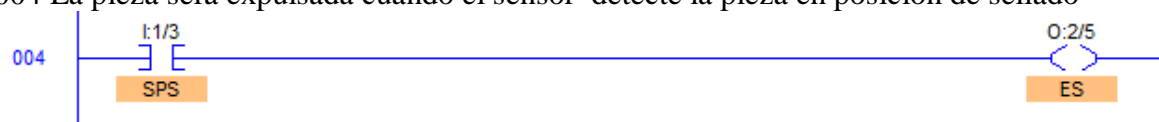
002 La mesa giratoria comenzará a operar y se detendrá en el momento que el sensor detecte una pieza.



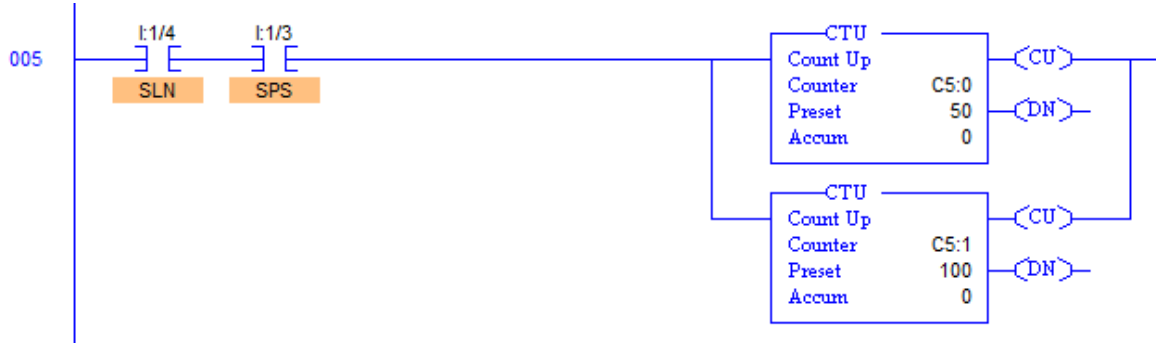
003 El actuador del numerador se accionará cuando el sensor detecte alguna pieza en la posición de sellado



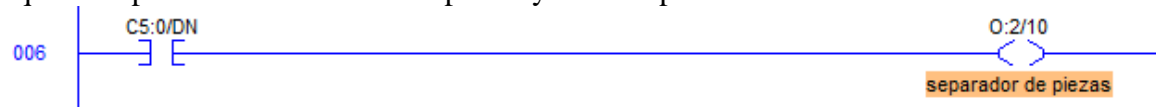
004 La pieza será expulsada cuando el sensor detecte la pieza en posición de sellado



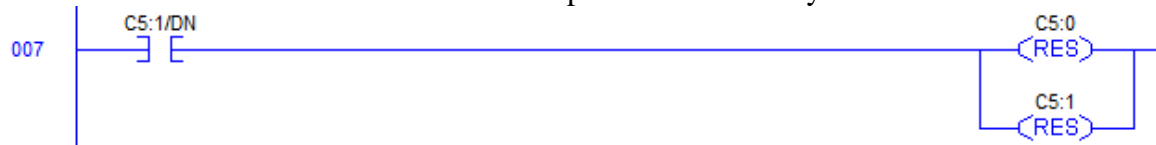
005 Se contarán las piezas siempre y cuando se encuentre una pieza en la posición de sellado y haya sido marcada. Para el conteo de las piezas sea efectivo debe estar activado el sensor del sello y el fin de carrera (señal de que fue sellada la pieza) de lo contrario no se contará



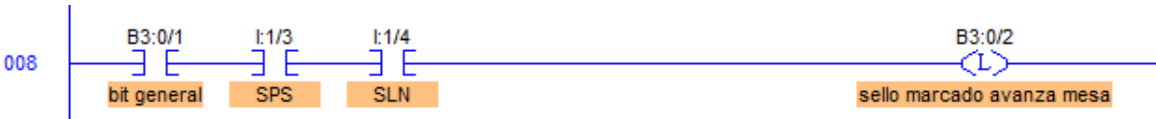
006 Se activará el separador siempre y cuando la cantidad de piezas selladas sean las requeridas para formar lotes de 50 piezas y sean empacados.



007 Se reiniciarán los contadores cuando las piezas deseadas hayan sido selladas.



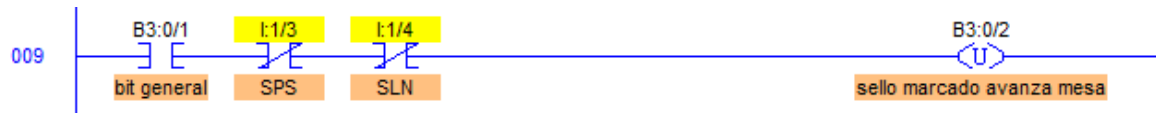
008 Esta función activará el contacto auxiliar para que la mesa vuelva a girar cuando la pieza este sellada.



009 Esta función desactivará el contacto auxiliar y por lo tanto detendrá la mesa.



010 Fin del la subrutina automático



Una vez concluido el proceso este volverá a repetirse hasta que el operador de la orden de paro.

3.9.3 Subrutina U: 4 Manual

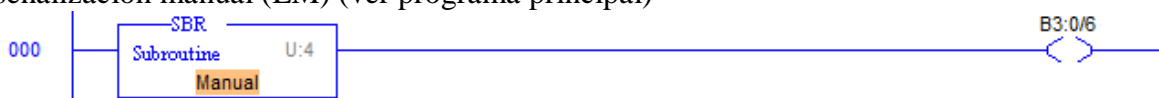
En esta segunda subrutina una vez seleccionada en el programa principal, se debe oprimir el botón de arranque para poder acceder al las etapas proceso manualmente.

En este programa todo lo tiene que realizar el operador pero funciona con las mismas condiciones del sistema automático ofreciendo la seguridad de que en cada etapa se llevará la acción correspondiente.

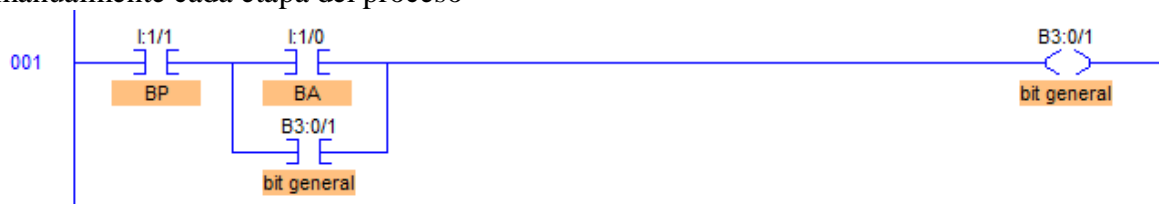
Consta de cuatro botones.

- Botón de arranque.
- Botón de la mesa.
- Botón de actuador numerador.
- Botón de expulsión de sello.

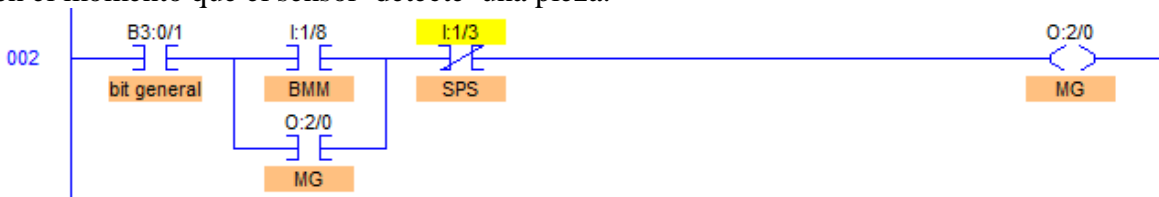
000 Subrutina en el modo de operación manual, el bit auxiliar activará la luz de señalización manual (LM) (ver programa principal)



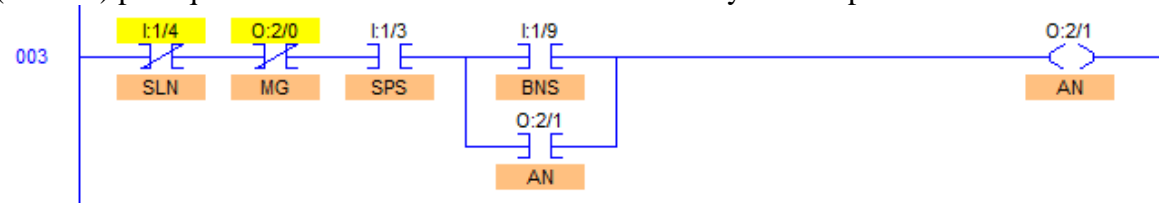
001 Se deberá oprimir el botón de arranque para activar el bit general y así poder ejecutar manualmente cada etapa del proceso



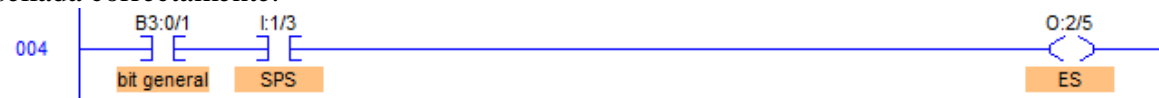
002 Se debe accionar el botón de la mesa (BMM) la mesa comenzará a operar y se detendrá en el momento que el sensor detecte una pieza.



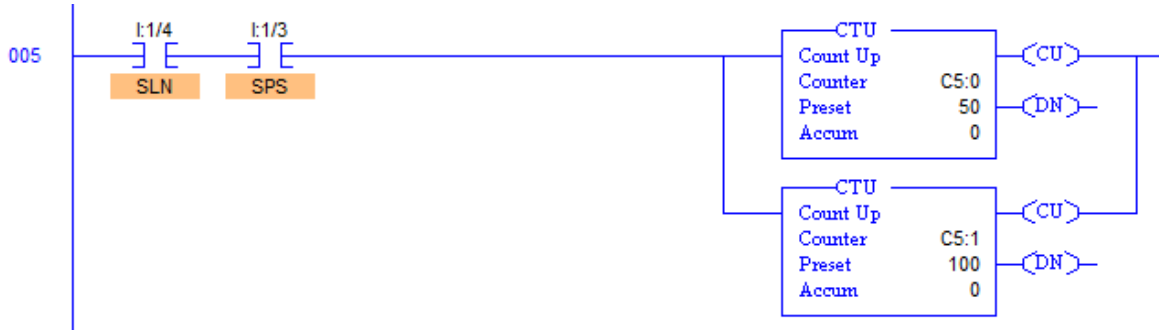
003 Una vez la pieza en posición de sellado se debe presionar el botón del numerador (BANM) para que el actuador del numerador se accione y selle la pieza



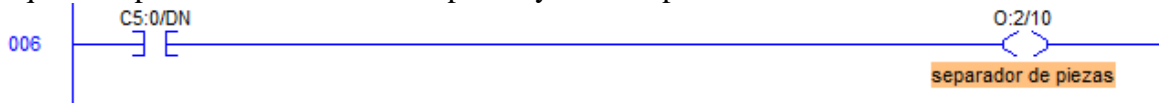
004 Al oprimir el botón de expulsión (BESM) la pieza será expulsada cuando haya sido sellada correctamente.



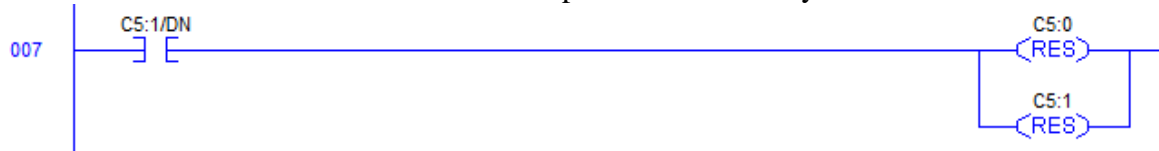
005 Se contarán las piezas siempre y cuando se encuentre una pieza en la posición de sellado y haya sido marcada. Para que el conteo de las piezas sea efectivo debe estar activado el sensor del sello y el fin de carrera (señal de que fue sellada la pieza) de lo contrario no se contará



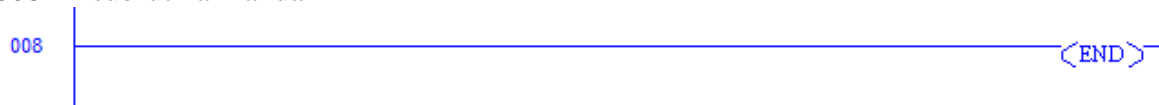
006 Se activará el separador siempre y cuando la cantidad de piezas selladas sean las requeridas para formar lotes de 50 piezas y sean empacados.



007 Se reiniciarán los contadores cuando las piezas deseadas hayan sido selladas.



008 Fin subrutina manual



Una vez concluido el proceso este volverá a repetirse cuando el operador realice la secuencia anterior manualmente.

3.10 Diagrama neumático de los actuadores del proceso de numeración de sellos

En el siguiente diagrama se puede observar las conexiones neumáticas para el proceso de numeración de sellos.

ACTUADOR	REPRESENTA EN EL PROCESO
Actuador 1	Mesa giratoria
Actuador 2	Actuador numerador
Actuador 3	Expulsor de sellos

Tabla 3.8 Conexión neumática

La velocidad de la máquina numeradora dependerá directamente de la toma de aire al circuito neumático, el PLC está configurado a mantener su funcionamiento con cualquier velocidad mejorando así la producción.

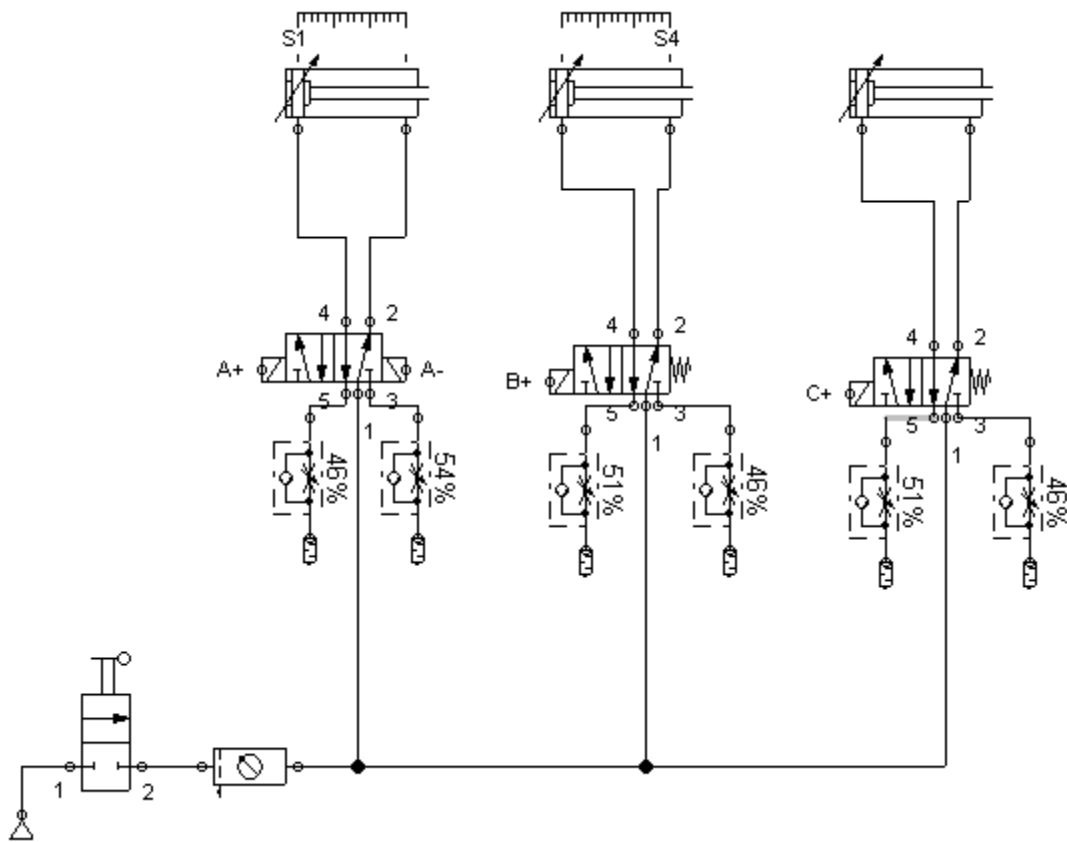


Figura 3.2 Diagrama de fuerza neumático

3.11 Diagrama de control

En el siguiente diagrama se muestra el funcionamiento de la numeración de sellos de plomo.

ETIQUETA DEL COMPONENTE	REPRESENTACIÓN EN EL SISTEMA
BA	Botón de arranque
R1	Bobina auxiliar
R2	Salida del sensor de sellos
BS	Sensor de sellos
S4	Sensor de Limite del actuador numerador

Tabla 3.9 Numeración sellos

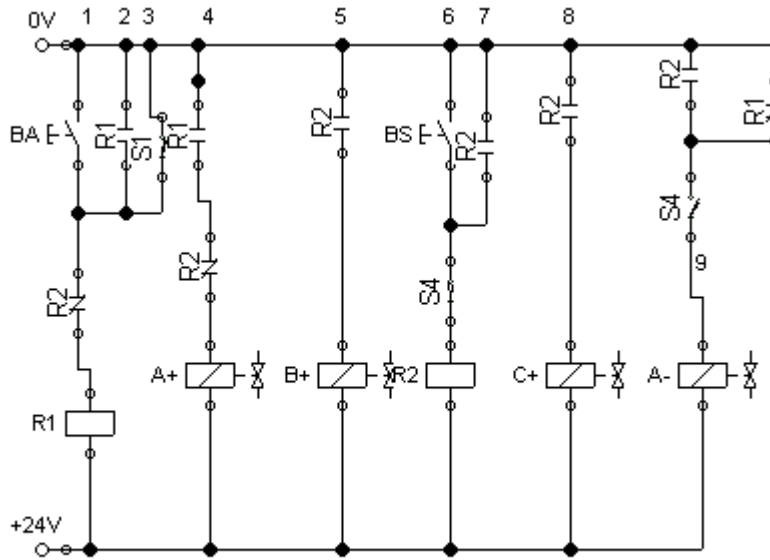


Figura 3.3 Diagrama de control electromagnético

Capítulo IV

Costo – beneficio

4.1 Indicadores que justifican la automatización del nuestro proceso

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertos parámetros que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, algunos de los principales indicadores que se consideraron para realizar la propuesta de automatización son los siguientes:

- Requerimientos de un aumento en la producción.
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos.
- Necesidad de bajar los costos de producción.
- Necesidad de brindar seguridad al personal.
- Desarrollo de nuevas tecnologías.
- Escasez de refacciones para el equipo.

4.2 Beneficios de la automatización

En la propuesta automatización del proceso frente al control manual que existía del mismo, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, pudiéndose resaltar las siguientes:

- Con el sistema implementado se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se organiza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información. (interoperabilidad).
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

Nuestra propuesta para automatización se conforman de dos partes: parte de mando y parte operativa.

PARTE DE MANDO: Es la estación central de control (PLC). Es el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación.

PARTE OPERATIVA: Es la parte que actúa directamente sobre la máquina numeradora, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones. Los actuadores.

4.3 Costos

En esta sección mostramos el presupuesto calculado para esta propuesta de automatización, donde los proveedores de las marcas Allen Bradley y RASS presentan sus precios en dólares, indicando por lo tanto que están sujetos a la tasa cambio con respecto al dólar. Para presentar un presupuesto en pesos fue necesario tomar la tasa de cambio de \$12.50.

DISPOSITIVO	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
ALLEN-BRADLEY MICROLOGIX 1000 : 1761-L32 BWB	1	\$463.00	\$463.00
PLC SIEMENS CPU:224 12INPUT/10 OUTPUT	1	\$530.00	
SENSOR CILÍNDRICO DE PROXIMIDAD OMRON	1	\$73.50	\$200
BOTÓN PULSADOR RAAS	5	\$10.90	\$54.50
SELECTOR DE POSICIONES RAAS	1	\$20.00	\$20.00
LUCES INDICADORAS	5	\$19.00	\$95.00
RIEL DIN	2 metros	\$3.00	\$6.00
GABINETE DE 40X50	1	\$91.00	\$91.00
CLEMAS DE CONEXIÓN	10	\$0.55	\$5.55
CLEMAS FUSIBLE	10	\$2.75	\$27.5
TOTAL EN DÓLARES	28		\$962.55
TOTAL EN PESOS MX			\$12031.87

Tabla 4.1 Costos materiales diversos

El PLC cuenta con software y cable con comunicación.

Se anexo a la tabla el costo del PLC siemens para realizar una comparativa en cuanto a costos, pero no considera en el total.

Solo se está considerando las materiales necesarias para realizar la automatización ya que se utilizaran equipos ya existentes dentro del proceso.

Salario ingeniero

Actividades que realiza el ingeniero durante el proyecto.

Actividades	Horas por semana
Diseñar	18 horas
Programación	15 horas
Pruebas y puesta en marcha	8 horas

Tabla 4.2 Actividades realizadas por el ingeniero

Descripción		Costo	Observaciones
Costo por hora		\$80.00	Considerando un sueldo mensual neto de \$9600.
*Prestaciones (IMSS, séptimo día, infonavit, prima vacacional, aguinaldo)	+	\$48.00	Se considera aproximadamente un 60% del costo por hora.
Total		\$128.00	Es el costo por hora a cliente

Tabla 4.3 Costo salario ingeniero

Salario técnico

Actividades que realiza el técnico en el proyecto:

- Desmontar equipo que será remplazado.
- Montar dispositivos nuevos para la automatización.
- Montaje del tablero.
- Alambrado.
- Conexión
- Pruebas.

Se considera que el técnico trabajara 5 días de 8 horas.

Descripción	Costo	Observaciones
Costo por hora	\$40.00	Considerando un sueldo mensual neto de \$9600
*Prestaciones (IMSS, séptimo día, infonavit, prima vacacional, aguinaldo)	\$24.00	Se considera aproximadamente un 60% del costo por hora
Total parcial	\$64.00	Resultado de la suma de costos más prestaciones
Ganancia	\$13.00	Se considera una ganancia de 20%
Total	\$77.00	Es el costo por hora a cliente

Tabla 4.4 Costo salario técnico

Número de personas	Puesto desempeñado	Costo hora por hombre con prestaciones	Número de horas desempeñadas	Costo a la semana
1	Ingeniero en control y automatización	\$128.00	48	\$6,144.00
1	Técnicos	\$77.00	40	\$3080.00
Total				\$9,224.00

Tabla 4.5 Costo mano de obra empleada

Descripción	Costo
Equipo	\$12,031.87
Material	\$500.00
Mano de obra técnica	\$3,080.00
Ingeniería	\$6,144.00
Indirectos	\$3,941.00
Total parcial	\$25,696.87
I.V.A. 15%	\$3,854.53
Costo total	\$29,551.40

Tabla 4.6 Costo total del proyecto

Recuperación de la inversión

Se considera una ganancia mínima neta por pieza final de 0.02 pesos, considerando los demás gastos operativos, como son energéticos, operadores, materia prima, maquila de piezas de plomo, administrativos, por mencionar algunos, de tal forma, la ganancia estimada por mes de operación con la producción promedio de 1,100,000 piezas se determina la recuperación total en 1 mes una semana después de la liquidación del proyecto, teniendo así una alta rentabilidad y recuperación a corto plazo.

Se toma en cuenta que la realización de una pieza ya numerada es de 1½ segundos, realizado un total de 40 piezas en un minuto.

piezas por hora	2,400 piezas
piezas por turno	18,000 piezas
piezas por día	54,000 piezas
piezas por mes	1,296,000 piezas

Tabla 4.7 Producción numeradora

Es importante aclarar que los turnos se establecieron de 7½ horas.

Conclusiones

En esta propuesta de automatización se logro reducir costos de mantenimiento ya que con el sistema anterior era necesario realizarlo con cierta continuidad debido a que contaba con gran cantidad de dispositivos neumáticos, además de que era casi imposible conseguir refacciones debido a que el equipo era obsoleto, con el cambio de los dispositivos las refacciones que se puedan necesitar está garantizada.

Esta propuesta se puede seguir automatizando en caso de que el cliente lo desee ya que cuenta con las características necesarias para realizarlo.

En cuanto a la producción se mejora hasta en un 64% y con un margen de error en el numerado de sellos de 0% debido a las condiciones de operación que se consideraron.

El operario se verá beneficiado ya que no realizara esfuerzo físico que pueda atentar contra su integridad y además el manejo del proceso muy cómodo, fácil y practico.

La principal desventaja es de que el operador no puede realizar una variación del producto obtenido ya que no incluye una interfaz hombre-máquina que le permita variar el número de piezas deseadas y se debe realizar en la programación, como solución se ofrece al cliente realizar el HMI en caso de que la requiera y sea necesaria para su proceso tener lotes de producto diferente

Con esta propuesta de automatización se cubren los requerimientos del cliente.

Glosario

Automatización: Es la adquisición de datos y factor de mejoramiento de la calidad de producto, ubicando al hombre en el papel de monitoreo y supervisión.

Controlador: Compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección de acuerdo a la desviación.

CPU (unidad central de proceso): la sección de toma decisiones y almacenamiento de datos de un controlador programable.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional es la organización líder a nivel mundial encargada de preparar y publicar Normas Internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines.

Mnemónico: Un término simple y fácil de recordar que se usa para representar un conjunto de información complejo o largo.

PLC: Controlador lógico programable un dispositivo electrónico, diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales.

Red: Una serie de estaciones (nodos) conectados por algún tipo de medio de comunicación. Una red puede estar hecha de un solo vínculo o múltiples vínculos.

Relé: Un dispositivo operado eléctricamente que conmuta circuitos eléctricos de manera mecánica.

Riel DIN: Fabricado de acuerdo a estándares DIN (Deutsche Industrie Normenausschuss), un riel metálico diseñado para facilitar la instalación y montaje de su controlador.

Índice de figuras

	Pág.
Capítulo I	
Figura 1.1 Clasificación tecnológica.	11
Figura 1.2 Válvula corredora	13
Figura 1.3 Puntos de ventilación.	14
Figura 1.4 Válvula de asiento.	14
Figura 1.5 Numeración orificios válvulas.	15
Figura 1.6 Válvula 2/2.	15
Figura 1.7 Válvula 3/2.	16
Figura 1.8 Válvula 4/2.	16
Figura 1.9 Válvula 5/2.	16
Figura 1.10 Válvula 5/3.	17
Figura 1.11 Limitador de flujo.	18
Figura 1.12 Válvula de control de caudal con derivación.	18
Figura 1.13 Válvula selectora.	19
Figura 1.14 Microinterruptores.	20
Figura 1.15 Ciclo de operación de un PLC.	22
Figura 1.16 Estructura interna de un PLC.	24
Figura 1.17 Programación en lenguaje de escalera.	25
Figura 1.18 Símbolo básico de entrada y salida en programación LADDER.	25
Figura 1.19 Conexión de 2 contactos en paralelo (OR).	26
Figura 1.20 Conexión de 2 contactos en serie (AND).	26
Figura 1.21 Conexión NOT.	26
Figura 1.22 Ejemplo lenguaje Mnemónico.	27
Capítulo II	
Figura 2.1 Sello plomo.	31
Figura 2.2 Plato giratorio.	32
Figura 2.3 Sello en estación de numeración.	32
Figura 2.4 Sello en estación de expulsión.	33
Figura 2.5 Diagrama de bloques de sistema.	33
Figura 2.6 Diagrama neumático.	34
Capítulo III	
Figura 3.1 Diagrama de flujo	38
Figura 3.1 Diagrama de fuerza neumático.	46
Figura 3.3 Diagrama de control electromagnético.	47

Índice de tablas

	Pág.
Capítulo I	
Tabla 1.1 Función OR.	26
Tabla 1.2 Función AND.	26
Tabla 1.3 Función NOT.	26
Capítulo III	
Tabla 3.1 Entradas.	39
Tabla 3.2 Salidas.	39
Tabla 3.3 Lista del equipo a utilizar.	39
Tabla 3.4 Lista de entradas.	40
Tabla 3.5 Lista de salidas.	40
Tabla 3.6 Lista relevadores auxiliares.	40
Tabla 3.7 Lista de contadores.	40
Tabla 3.8 Conexión neumática.	45
Tabla 3.9 Numeración sellos.	46
Capítulo IV	
Tabla 4.1 Costos materiales diversos.	50
Tabla 4.2 Actividades realizadas por el ingeniero	50
Tabla 4.3 Costo salario ingeniero.	51
Tabla 4.4 Costo salario técnico.	51
Tabla 4.5 Costo mano de obra empleada.	51
Tabla 4.6 Costo total del proyecto.	52
Tabla 4.7 Producción numeradora	52

BIBLIOGRAFÍA

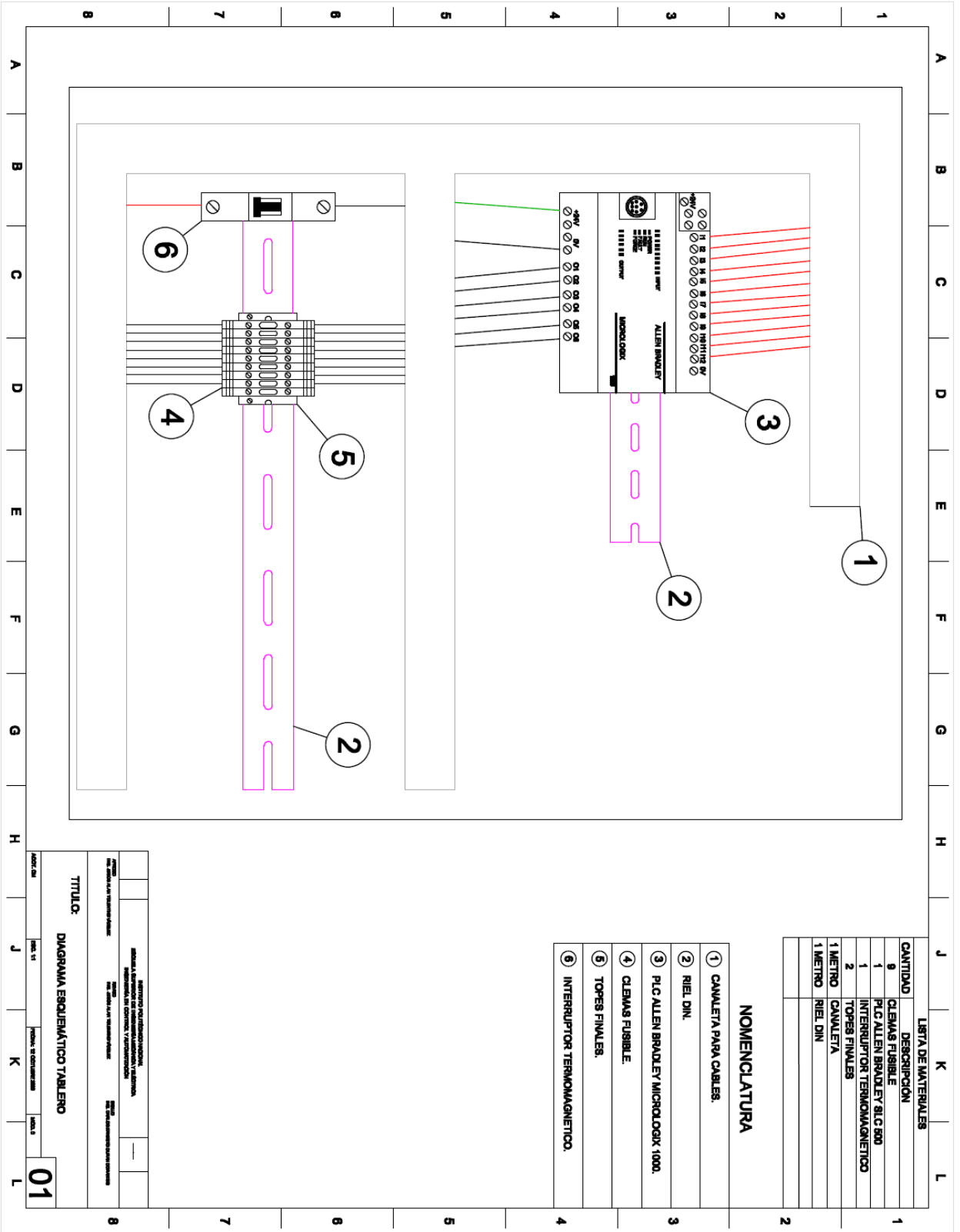
Manuales y catálogos

- Manual del usuario micrologix 1000
Editorial: Allen Bradley
- Neumática nivel básico
Autor: P.Croser
Editorial: FESTO didactic
- Revista electro industria
- artículo: **PLC: La evolución de un pequeño gigante.**

Páginas web

- www.ab.com
- www.infopl.com

ANEXOS



LISTA DE MATERIALES	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
9	CLEMAS FUSIBLE
1	PLC ALLEN BRADLEY SILC 600
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
2	TOPES FINALES
1 METRO	CAVALETA
1 METRO	RIEL DIN

NOMIENCLATURA

1	CAVALETA PARA CABLES.
2	RIEL DIN.
3	PLC ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1000.
4	CLEMAS FUSIBLE.
5	TOPES FINALES.
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATENCO ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN	
TÍTULO: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TABLERO	NO. 01

