

---

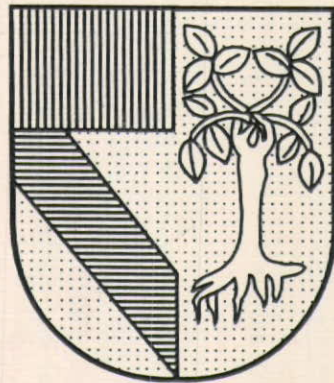
---

**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
**SEDE GUADALAJARA**

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA,  
SEGUN ACUERDO No. 00933087 CON FECHA DEL 29 DE ENERO DE 1993.

---

---



**DISEÑO Y ANALISIS DE LA SIMULACION DE LA  
AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CHAPEADO EN ORO  
DE LA FABRICA DE ARTICULOS DE JOYERIA  
EXPORTADORA DE MEDALLAS S. A.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN  
INGENIERIA ELECTROMECHANICA**

**P R E S E N T A**

**ESTEBAN ARCOS GARCIA**

**ZAPOPAN, JALISCO FEBRERO DE 1995**



54929

---

---

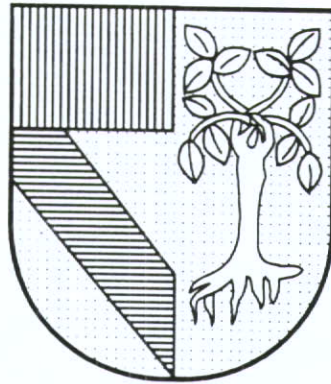
# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS DE LA SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA,  
SEGUN ACUERDO No. 00933087 CON FECHA DEL 29 DE ENERO DE 1993.

---

---



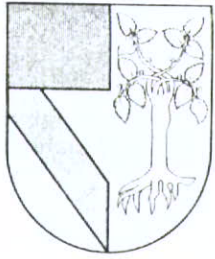
**DISEÑO Y ANALISIS DE LA SIMULACION DE LA  
AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CHAPEADO EN ORO  
DE LA FABRICA DE ARTICULOS DE JOYERIA  
EXPORTADORA DE MEDALLAS S. A.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN  
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

**P R E S E N T A**

**ESTEBAN ARCOS GARCIA**



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

## SEDE GUADALAJARA

### *DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION*

Esteban Arcos García

Presente

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa tesis titulado "**DISEÑO Y ANALISIS DE LA SIMULACION DE LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CHAPEADO EN ORO DE LA FABRICA DE ARTICULOS DE JOYERIA EXPORTADORA DE MEDALLAS S. A.**", presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado de Examen Profesional, por lo que deberá entregar ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente,

EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan Jal. Marzo 10. de 1995

CLASIF: 925 ACC  
ADQUIS: 54929  
FECHA: 21/10/04  
DONATIVO DE \_\_\_\_\_  
\$ \_\_\_\_\_

*[Faint handwritten signature]*

Tipos Proceso por lotes  
rack-modelos  
\$22500.-

I 2  
Programa de actividades  
productivas  
cobrarians

### DEDICATORIAS

Mi. bonta  
neutral competitiva  
cuant tiempo

A DIOS. Gracias por darme la oportunidad de recorrer un camino lleno de enseñanzas y en el que nunca luché solo.

A MIS PADRES. A quienes les debo todo lo que soy, a los que nunca olvidaré por su inagotable paciencia para dotarme de lo mejor de ellos para poder seguir recorriendo la vida.

A MIS HERMANOS. De quienes aprendí que en la vida no importa qué tan diferente sea uno con respecto a los demás sino que lo principal es la autenticidad.

A MIS AMIGOS. A quienes agradezco el que me enseñaran que la amistad es el sentimiento del que me siento más orgulloso.

A MI ASESOR DE TESIS. Ing. Luis Felipe Guerrero por su gran mano amiga de principio a fin de la carrera.

Como controlador  
Sales de  
oro  
en c. g. g. m.  
destilado  
Como lo  
modelamos  
en el laboratorio  
Aportación a  
Financiero

# INDICE

	<b>PAGINA</b>
<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1      Fundamentos de la robótica</b>	<b>8</b>
1.1   Automatización y robótica	9
1.2   Transductores y sensores	13
1.3   Características deseables de los sensores	15
1.4   Actuadores	19
1.5   Cilindros y distribuidores neumáticos	21
1.6   Indicaciones técnicas	24
1.7   Presión-fuerza	24
1.8   Pandeo permisible y consumo de aire	25
1.9   Motores paso a paso	26
<b>Capítulo 2      Máquinas y procesos automáticos</b>	<b>30</b>
2.1   Sistemas de control electromecánicos	30
2.2   Circuitos relevadores de control	31
2.3   Controlador lógico programable	33
2.4   Computadoras personales	36
2.5   Diagrama escalera y programación STL	36
2.6   Álgebra Booleana	38
2.7   Operaciones lógicas	40
2.8   Diferencia entre el control por cableado y control por programa	42

<b>Capítulo 3</b>	<b>Celdas electrolíticas</b>	<b>49</b>
3.1	Galvanoplastia	50
3.2	Aspectos cuantitativos de la electrólisis	51
<b>Capítulo 4</b>	<b>Sistema de automatización</b>	<b>54</b>
4.1	Diagrama del flujo del proceso	54
4.2	Descripción de la problemática	57
4.3	Programa (STL y diagrama escalera)	61
<b>Capítulo 5</b>	<b>Selección de los componentes</b>	<b>84</b>
5.1	Pistones neumáticos (tope)	84
5.2	Electroválvula para pistón tope	85
5.3	Pistones neumáticos (elevador y sujetador)	85
5.4	Electroválvula para pistón elevador y sujetador	87
5.5	Compresor	87
5.6	Microswitchs	87
5.7	Motores	88
5.8	Relevadores y contactor-inversor	88
5.9	PLC y accesorios	89
<b>Capítulo 6</b>	<b>Cálculo financiero</b>	<b>91</b>
6.1	Cálculo financiero	91
	<b>Conclusiones</b>	<b>93</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>96</b>



## INTRODUCCION.

*A lo largo de esta tesis poco a poco se irá adentrando en los principios básicos de la automatización. Se iniciará tocando como primer tema la Robótica, cómo fue su inicio, su clasificación, sus avances y su estrecha relación con la automatización. Se analizará ésta, como forma de mejorar la producción, los dispositivos que ésta requiere para llevarse a cabo. Se conocerá el controlador lógico programable (PLC) como recurso para el control de procesos, su manera de programarse (diagrama de escalera y STL) así como las grandes ventajas que existen entre el control por programa sobre el control por cableado.*

*Como el sistema a automatizar es el de una planta de chapeado en oro, se conocerán los principios básicos de las celdas electrolíticas, así como de la galvanoplastia y cómo a partir de estas se obtienen diferentes acabados, entre ellos el chapeado en oro.*

*Se analizará minuciosamente el sistema de producción con el que cuenta la fábrica hasta lograr detectar su mayor problemática y sobre ésta se partirá para encontrar la manera más adecuada de combatirla y llegar a una solución.*

*El programa del controlador lógico programable se explicará paso a paso para lograr una debida comprensión de lo que realiza cada parte de éste. Se obtendrá una lista de los accesorios que necesitará el PLC y a qué partes controlará. Con un adecuado análisis financiero de lo que costaría el automatizar el proceso y el tiempo en que este se pagará, se sabrá si este diseño es viable.*

## **CAPITULO 1**

# **FUNDAMENTOS DE LA ROBOTICA**

## 1- FUNDAMENTOS DE LA ROBOTICA.

El campo de la robótica tiene sus orígenes en la ciencia ficción. El término robot proviene del checo y lo usó por primera vez el escritor Karel Capek en <sup>1911<sup>2</sup></sup> 1971 para referirse en sus obras a máquinas con forma humanoide. Tuvieron que transcurrir otros cuarenta años antes de que se iniciara la moderna tecnología de la robótica industrial. Actualmente los robots son manipuladores mecánicos automatizados controlados por computadoras.

En 1954 el inventor británico C. W. Kenward solicitó una patente para el diseño de un robot. La patente británica fue emitida en 1957. En 1959 se introduce el primer robot comercial por Planet Corporation, controlado por interruptores de fin de carrera y levas. Poco tiempo después de esto se introduce la robótica a la industria. En 1961 un robot para atender una máquina de fundición en troquel se introduce por Ford Motor Company. Posteriormente surgen aplicaciones como robots para pintura, desplazamiento para materiales, soldadura, etc. Con el desarrollo de los robots, se desarrolla también la programación y el control de los mismos, de modo que surge lo que hoy se conoce como cad-cam (computer aided design- computer aided manufacturing), es decir, diseño asistido por computadora, manufactura asistida por computadora y junto con esto surge también el desarrollo de los PLC's (Programmable Logic Controllers) controladores lógicos programables.

El desarrollo actual de la robótica es para muchos de nosotros increíble de creer, pues tan solo hace una generación lo que hoy podemos observar en, por ejemplo, plantas automotrices, era tan solo tema de ciencia ficción.

Aquí la definición de un robot industrial proporcionada por la Robotics Industries Association (RIA) antes el Robotics Institute of America (RIA):

Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para desplazar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales mediante movimientos programados variables para la ejecución de una diversidad de <sup>a</sup> tareas.

*de sabe como ha afectado su vida*  
La robótica es un componente esencial de la automatización de la fabricación, que afectará la mano de obra humana en todos los niveles, desde los trabajadores no especializados hasta los técnicos profesionales y directores de producción. Los futuros robots pueden encontrar aplicación fuera de la fábrica en bancos, restaurantes e incluso en los propios hogares. Es posible, y quizá probable, que la robótica llegue a ser un campo, como el de la informática actual, que invada nuestra sociedad.

### **1.1- Automatización y robótica.**

La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial podemos definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos, neumáticos y basados en computadoras en la operación y control de la producción.

Ejemplos de esta tecnología son : líneas de transferencia, máquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación (aplicados a los procesos industriales),

*máquinas-herramientas con control numérico y robots. En consecuencia, la robótica es una forma de automatización industrial.*

*Hay tres clases amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable y automatización flexible. La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por lo tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto (o un componente de un producto) con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción. Un buen ejemplo de la automatización fija puede encontrarse en la industria del automóvil, en donde las líneas de transferencia muy integradas constituidas por varias decenas de estaciones de trabajo se utilizan para operaciones de mecanizado en componentes de motores y transmisiones.*

*La economía de la automatización fija es tal que el costeo de los equipos puede dividirse entre un gran número de unidades y los costos unitarios resultantes son bajos en relación con los métodos de producción alternativos.*

*El riesgo encontrado con la automatización fija es que al ser el costeo de inversión inicial elevado, si el volumen de producción resulta ser más bajo de lo previsto, los costos unitarios se harán más grandes que los considerados en las previsiones.*

*Otro problema con la automatización fija es que el equipo está especialmente diseñado para obtener el producto, y una vez que se haya acabado el ciclo de la vida del producto es probable que el equipo quede obsoleto. Para productos con ciclos de vida cortos el empleo de la automatización fija representa un gran riesgo.*

*La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener . En este caso el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se realiza haciendo funcionar el equipo bajo el control de un "programa " de instrucciones que se preparó especialmente para el producto dado. El programa se introduce por lectura en el equipo de producción y este último realiza la secuencia particular de operaciones de procesamiento (o montaje) para obtener el producto.*

*En términos de economía, el costo del equipo programable puede repartirse entre un gran número de productos diferentes. Gracias a la característica de programación y a la adaptabilidad resultante del equipo, muchos productos diferentes y únicos en su género pueden obtenerse económicamente en pequeños lotes.*

*Existe un tercera categoría entre la automatización fija y la automatización programable que se denomina "automatización flexible". Otros términos utilizados por la automatización flexible incluyen "los sistemas de fabricación flexible" ( o fms) y los "sistemas de fabricación integrados por computadora". El concepto de automatización flexible solo se desarrolló en la práctica en los últimos quince o veinte años. La experiencia adquirida con este tipo de automatización indica que es mas adecuado para el rango de producción de volumen medio. Tal como se indica por su posición relativa con los otros dos tipos, los sistemas flexibles tienen algunas de las características de la automatización fija y de la automatización programable.*

*Debe programarse para diferentes configuraciones de productos, pero la diversidad de las configuraciones suele estar mas limitada que para la automatización programable, lo*

*que permite que se produzca un cierto grado de integración en el sistema.. Los sistemas automatizados flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo que están interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales.*

*Una computadora central se utiliza para controlar las diversas actividades que se producen en el sistema , encaminando las diversas piezas a las estaciones adecuadas y controlando las operaciones programadas en las diferentes estaciones.*

*Una de las características que distingue la automatización programable de la automatización flexible es que con la automatización programable los productos se obtienen en lotes.*

*Cuando se completa un lote, el equipo se programa para completar el siguiente lote. Con la automatización flexible, diferentes productos pueden obtenerse al mismo tiempo en el mismo sistema de fabricación .*

*Esta característica permite un nivel de versatilidad que no está disponible en la automatización programable pura.*

*Esto significa que pueden obtenerse productos en un sistema flexible en lotes si esto fuera deseable, o varios estilos de productos diferentes pueden mezclarse en el sistema . La potencia de cálculo de la computadora de control es la que posibilita esta versatilidad.*

*La figura 1.1 indica la relación de la automatización fija, automatización flexible y automatización programable como una función del volumen de producción y de la diversidad del producto.*

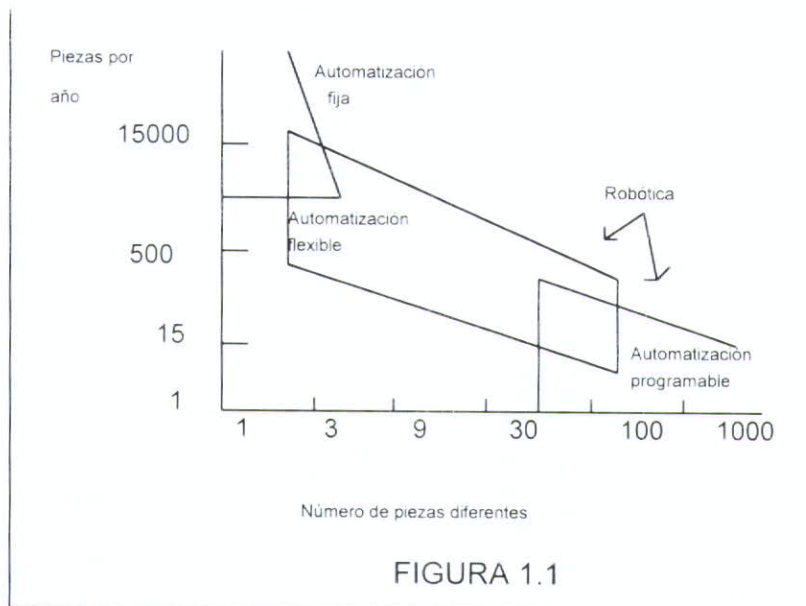


FIGURA 1.1

## 1.2 Transductores y sensores:

*Un transductor es un dispositivo que transforma un tipo de variable física( presión, temperatura, velocidad, caudal, etc. ) en otro.*

*La transformación mas común es la que se produce a la tensión eléctrica y la razón por la que se realiza esta conversión es que es mas fácil trabajar con la señal convertida.*

*Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés.*

*Existen una gran variedad de sensores como :*

- *Sensor de proximidad.*
- *Sensor de velocidad.*
- *Sensor de longitud.*
- *Sensor de caudal.*



- *Sensor de posición, etc.*

*Estos los hay de distintas clases :*

- *Sensores Ópticos.*

- *Sensores Magnéticos.*

- *Sensores Inductivos*

- *Sensores Neumáticos*

- *Sensores de presión.*

*Los transductores y sensores los podemos clasificar en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida.*

- *Transductores analógicos*

- *Transductores digitales.*

*Los transductores analógicos proporcionan una señal de manera continua, como voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se está midiendo.*

*Los transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser controladas. En una o en otra forma las señales digitales representan el valor de la variable medida.*

*Los transductores digitales han llegado a ser más populares a causa de la facilidad con la que se pueden emplear como instrumentos de medición independientes. Además,*

suelen ofrecer la ventaja de ser mas compatibles con las computadoras o controles digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

### 1.3 Características deseables de los sensores.

**Exactitud :** *La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Lo que se pretende es que en varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tienda a ser cero.*

**Precisión :** *La precisión significa que existe o no, una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión entre los valores de una serie de mediciones debe ser la menor, se debe de tratar que la precisión de la medición sea la mas alta posible.*

**Rango de funcionamiento :** *El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.*

**Velocidad de respuesta :** *El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.*

**Calibración :** *El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica frecuentemente para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria una recalibración.*

**Fiabilidad** : El sensor debe tener alta fiabilidad, no debe estar sujeto a fallas frecuentes durante el funcionamiento.

**Costo y facilidad de funcionamiento** : El costo para comprar, instalar, y manejar el sensor debe ser tan bajo como sea posible, además, lo ideal sería que la instalación y el manejo del dispositivo no necesite de ningún operador altamente calificado.

Son pocos los sensores que tienen todas estas características pero se debe de establecer un compromiso entre ellos para seleccionar el mejor sensor para una aplicación.

Los sensores más utilizados en automatización incluyen una amplia gama de dispositivos que se pueden dividir en las siguientes categorías generales :

**Sensores táctiles** : Estos son dispositivos que indican el contacto entre ellos mismos y algún otro objeto sólido. Los sensores táctiles se pueden dividir en dos clases : Sensores de contacto y sensores de fuerza. Los sensores de contacto proporcionan una señal de salida binaria que indica si se ha establecido o no contacto con la pieza.

Los sensores de fuerza también llamados sensores de esfuerzos, indican no sólo si el contacto ha sido establecido con la pieza, si no que también determinan la magnitud de la fuerza de contacto entre los dos objetos.

**Sensores de proximidad y alcance** : Los sensores de proximidad son dispositivos que indican cuando un objeto esta próximo a otro. Cuán próximo debe estar el objeto para poder activar el sensor dependerá del dispositivo partícula. Las distancias pueden ser entre

*varios milímetros o entre varios centímetros. Algunos de estos sensores pueden ser utilizados para medir distancias entre el objeto y el sensor, a estos sensores se les conoce como sensores de alcance. Los sensores de alcance son de gran utilidad para determinar la localización de un objeto, la distancia que existe entre él y el sensor.*

*Existen una diversidad de técnicas para hacer posibles estos sensores, estas técnicas incluyen dispositivos ópticos, elementos acústicos, técnicas de campos eléctricos y algunas otras.*

*Los sensores de proximidad ópticos pueden diseñarse utilizando fuentes de luz invisible ( infrarrojos ) o visibles.*

*Los sensores infrarrojos pueden ser activos o pasivos. los activos envían un haz de rayos infrarrojos y responden a la reflexión del haz contra un blanco.*

*El sensor de infrarrojos activo puede emplearse para indicar no solamente si está presente o no una pieza, sino también para señalar la posición de la misma. Temporizando el intervalo apartir de cuando se envía la señal y se recibe el eco puede realizarse una medida de la distancia entre el objeto y el sensor.*

*Los sensores infrarrojos pasivos son simplemente dispositivos que detectan la presencia de la radiación infrarroja en el entorno.*

*Los sensores de proximidad basados en el uso de campos eléctricos están disponibles en el mercado, dos de los tipos en esta categoría son los sensores de corrientes parásitas y los de campos magnéticos.*

*Los dispositivos de corrientes parásitas crean un campo magnético alterno primario en la pequeña zona cerca de la sonda. Este campo induce corrientes parásitas en un objeto situado en la zona, en tanto que el objeto esté constituido por un material conductor. Estas corrientes parásitas producen su propio campo magnético que interacciona con el campo primario para cambiar su densidad de flujo. La sonda detecta el cambio en la densidad del flujo y esto indica la presencia del objeto.*

*Los sensores de proximidad de campos magnéticos son relativamente simples y pueden obtenerse utilizando un conmutador de láminas y un imán permanente.*

*El imán puede formar parte del objeto que se detecta o puede ser parte integrante del dispositivo del sensor.*

*En uno u otro caso puede diseñarse de modo que la presencia del objeto en la zona del sensor complete el circuito magnético y active el conmutador de láminas. Este tipo de diseño de sensor de proximidad es atractivo debido a que es de gran sencillez y porque no requiere ninguna fuente de alimentación exterior para su funcionamiento.*

***Tipos diversos :** Estos incluyen la clase restante de sensores como, sensores de temperatura, sensores de presión y sensores de otras variables.*

***Visión de máquina :** Un sistema de máquina es capaz de visionar el espacio de trabajo e interpretar lo que ve. estos sistemas se emplean para algunas tareas de inspección, tareas de reconocimiento de piezas y otras tareas similares.*

#### **1.4 Actuadores:**

*Los actuadores son dispositivos que proporcionan la fuerza motriz a las articulaciones. Los actuadores suelen obtener su fuerza electromotriz a partir de tres principales fuentes de energía :*

- Aire comprimido*
- Fluido por presión*
- Electricidad*

*Estos actuadores reciben el nombre de actuadores neumáticos, hidráulicos o eléctricos respectivamente.*

*La capacidad de manipulación de un objeto lo proporcionará el actuador. El actuador que se seleccione determinará la velocidad de movimiento, el actuador determinará el tipo de movimiento que se podrá realizar.*

*Los actuadores de impulsión hidráulica y eléctrica son los mas utilizados para sistemas sofisticados.*

*La impulsión hidráulica proporcionan una mayor velocidad y resistencia mecánica. Los inconvenientes de estos sistemas radica en que suelen añadir mas necesidades de espacio y que un sistema hidráulico es propenso a fugas de aceite, lo cual resultaría muy sucio.*

*Los actuadores hidráulicos tienen un funcionamiento muy similar a los actuadores neumáticos, pero su diferencia radica en el fluido de trabajo y en su capacidad para contener la presión del fluido. Los sistemas hidráulicos suelen operar a unas 1,000 a 3,000 libras por pulgada cuadrada.*

*La impulsión neumática suele reservarse para mecanismos mas sencillos que no requieren de gran libertad, se utilizan para operaciones simples como coger y situar con ciclos rápidos. La potencia neumática puede adaptarse fácilmente a la actuación de dispositivos de pistón para proporcionar un movimiento de traslación. También puede emplearse para accionar actuadores giratorios para elementos rotativos.*

*Los movimientos son de punto a punto, es un movimiento completo.*

*Estos sistemas son mas limpios, requieren un menor mantenimiento, el fluido de trabajo por lo general es aire y por tanto si existieran fugas no ensucia, se utiliza principalmente cuando se requiere mover menos de 200 Lb / in<sup>2</sup> . y suelen operar a unas 100 Lb / in<sup>2</sup> .*

*Los actuadores eléctricos no suelen proporcionar tanta velocidad o potencia como los hidráulicos, pero la exactitud y la repetibilidad de estos mecanismos de impulsión eléctrica suelen ser mucho mejores. En consecuencia este tipo de mecanismos suelen ser más pequeños, con menos exigencias de espacio y sus aplicaciones tienden hacia un trabajo preciso.*

*Este tipo de mecanismos principalmente están conformados por motores paso a paso o servomotores de corriente continua. Estos motores son idóneos para el accionamiento de pequeñas articulaciones y también se puede lograr un movimiento lineal.*

*Otro factor importante es el costo de los actuadores, los actuadores de impulsión hidráulica suelen ser de costos mas altos debido a los requerimientos mismos del sistema. La tendencia en la industria es la utilización de actuadores eléctricos, por que representan un costo menor, no requieren de fluídos, no tienen fugas, no ensucian, proporcionan un excelente control, requieren un mínimo de mantenimiento, etc.*

### **1.5 Cilindros y distribuidores neumáticos.**

*Un cilindro neumático es un accionador lineal en el cual, la energía del aire comprimido se transforma en trabajo mecánico. Este accionador de concepción robusta y de sencilla puesta en marcha, se utiliza en todas las industrias.*

***Cilindros de simple efecto** Un cilindro de simple efecto no trabaja más que en un sentido. La llegada de la presión no se realiza más que en un sólo orificio de alimentación que arrastra el pistón en un sentido, su retorno se efectúa bajo la acción de un resorte. Un distribuidor de una sola salida es, por lo tanto suficiente. El empleo de estos cilindros está limitado a las pequeñas carreras.*

***Cilindros de doble efecto** Un cilindro de doble efecto tiene dos sentidos de trabajo. Está provisto de dos orificios de alimentación y aplicándosele la presión alternativamente a cada lado del pistón provoca su desplazamiento en un sentido y después en el otro. La presión del aire comprimido está distribuida por un distribuidor de dos salidas.*



*Los hay en varias configuraciones :*

*Con un vástago :* La fuerza es menor en el retroceso que en avance, debido a la diferencia de superficies del émbolo.

*Con doble vástago :* En estos cilindros la fuerza es igual en ambas direcciones, la superficie del émbolo es igual.

*Distribuidores asociados a cilindros:* Como el contactor se asocia a un motor eléctrico, el distribuidor es el preaccionador asociado a un cilindro neumático. Su talla y su tipo están en función del cilindro.

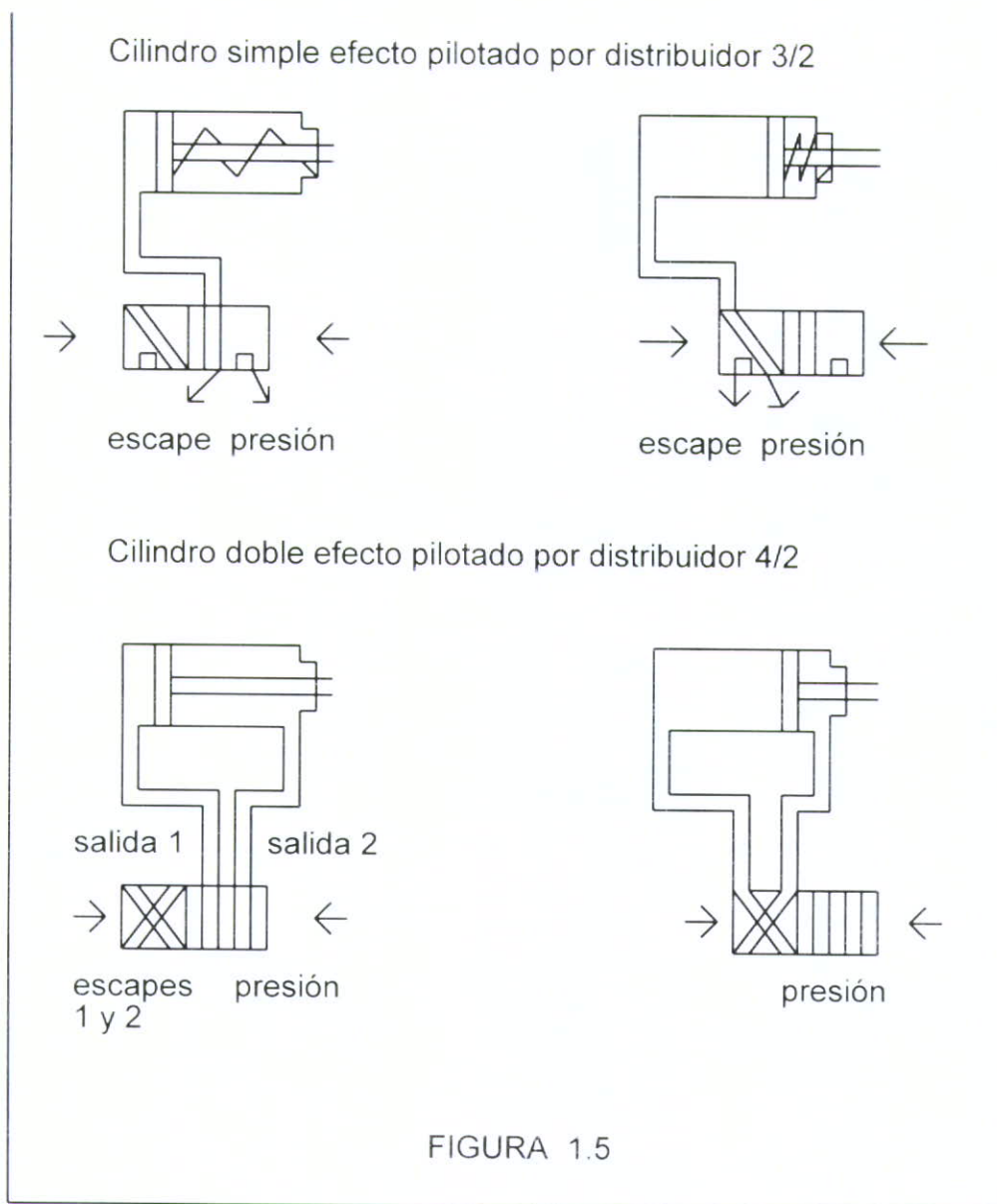
*-Si el cilindro es de simple efecto y sólo tiene un orificio de alimentación, se utiliza un distribuidor que solo tenga un orificio de salida: distribuidor 3/2 de tres orificios (presión, salida, escape) y dos posiciones.*

*-Si el cilindro es de doble efecto y tiene dos orificios sobre los cuales es necesario alternar los estados de presión y de escape, se utiliza un distribuidor que tenga dos orificios de salida. Se ofrecen dos posibilidades:*

*\*Distribuidores 4/2 de cuatro orificios (presión, salida 1, salida 2, escape) y dos posiciones.*

*\*Distribuidores 5/2 de cinco orificios (presión, salida 1, salida 2, escape 1, escape 2) y dos posiciones.*

En algunos casos particulares cuando se necesita inmovilizar o cortar la energía al cilindro de doble efecto, se utiliza un distribuidor 5/3 (cinco orificios, tres posiciones) de centro cerrado o abierto.



La figura 1.5 nos muestra diferentes pistones con sus distribuidores.

## 1.6- Indicaciones técnicas.

*Características como presión de trabajo, pandeo, así como fuerza de avance y retroceso, se pueden ver en las tablas especializadas en cilindros neumáticos. Generalmente los cilindros se construyen de acero o de aluminio. El vástago es de acero inoxidable, las juntas de pernuban y los casquillos auto lubricantes.*

## 1.7- Presión - Fuerza.

*El primer dato para la elección del diámetro de un cilindro es la fuerza que se precisa, en relación con la presión de servicio. La fuerza del émbolo se emplea en un pequeño tanto por ciento de rozamiento y el resto en la carga. Se considera una fuerza de fricción empírica del 10% aproximadamente.*

*El diámetro del pistón se calcula apartir de la siguiente fórmula :*

$$F = (P) \frac{(3.1416)(d^2)}{4} - R$$

*F = Fuerza efectiva del vástago.*

*P = Presión de trabajo ( bar )*

*d = Diámetro del embolo ( cm. )*

*R = Rozamientos ( N )*

*Solo pueden darse valores orientativos, puesto que los valores de la fuerza de fricción depende de muchos factores ( lubricación, presión de trabajo, forma de la junta, etc. ). La contra presión genera una fuerza que actúa en dirección contraria y se presenta*

particularmente cuando se estrangula el aire de escape. Se tiene en cuenta una fuerza de fricción empírica del 10% aproximadamente.

### 1.8 Pandeo permisible y consumo de aire.

La carga admisible del vástago, para grandes carreras, debido al esfuerzo de pandeo, es inferior a la que resulta de la presión de trabajo y la superficie del émbolo dada. La carga no debe sobrepasar en ese caso de determinados valores máximos, que dependen de la carrera del émbolo y del diámetro del vástago. El pandeo se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Fk = \frac{(3.1416)^2 (E)(J)}{(I)^2 (S)}$$

$Fk$  = Fuerza de pandeo admisible.

$E$  = Modulo de elasticidad (  $N/mm^2$  )

$J$  = Momento de inercia (  $cm.$  )

$I$  = Longitud de pandeo = 2 X Carrera (  $cm.$  )

$S$  = coeficiente de seguridad ( elegido 5 )

### Consumo de aire.

El consumo de aire se calcula a partir de la siguiente fórmula :

$$Q = \frac{(3.1416)}{4} (d^2)(h)(p)(10^{-6})$$

$Q$  = Volumen de aire por  $cm.$  de carrera (  $Lts$  )

$d$  = Diámetro del émbolo o vástago. ( mm. )

$h$  = carrera ( mm. )

$P$  = Presión de trabajo ( bar )

*Los valores determinados solo son valores orientativos, puesto que cuando el número de ciclos es elevado, las cámaras no son completamente vaciadas, de manera que el consumo total de aire puede ser considerablemente menor.*

## **1.9 Motores paso a paso.**

*Estos motores también son denominados motores de velocidad gradual, son un tipo de actuador único en su género, se utilizaron principalmente en los periféricos de computadoras, por ejemplo en la unidad de disco.*

*Estos tipos de motores proporcionan una salida en forma de incrementos discretos de movimiento angular. Son objeto de actuación por una serie de impulsos eléctricos discretos. Para cada impulso eléctrico hay una rotación de paso único en el eje del motor. Esos actuadores se suelen utilizar en sistemas de bucle abierto y bucle cerrado.*

*Un factor importante en estos actuadores es la resolución, la cual esta determinada por el número de pasos por revolución, en un motor paso a paso viene determinada por el número de polos del estator y el rotor.*

*El control de un motor paso a paso depende de la capacidad del sistema electrónico de conmutación en efectuar la conmutación de los devanados en el momento preciso.*

## **CAPITULO 2**

### **MAQUINAS Y PROCESOS AUTOMATICOS**

## **2- MAQUINAS Y PROCESOS AUTOMATICOS.**

*En la industria comúnmente se usan máquinas y procesos automáticos para muy diversos procesos (proceso es un método usado para desarrollar o producir un artículo deseado). Estas máquinas y procesos automáticos comenzaron a desarrollarse para acrecentar la producción, controlar operaciones muy complicadas y controlar maquinarias para períodos muy largos de tiempo. Estas han remplazado muchas decisiones, intervenciones y observaciones humanas.*

*Las máquinas originalmente fueron controladas por dispositivos mecánicos, más tarde por dispositivos electromecánicos y hoy en día están siendo controladas por dispositivos electrónicos a través de controladores programables o computadoras. El control de máquinas o procesos puede ser dividido en las siguientes categorías:*

- \*Controles electromecánicos*
- \*Controles electrónicos*
- \*Controles electrónicos programables*
- \*Controles programables*
- \*Controles por computadora.*

### **2.1 Sistemas de control electromecánicos.**

*El sistema de control electromecánico fué el primer escalón después del control puramente mecánico; actualmente éste se ha extendido por toda la industria.*



*Los controles electromecánicos se basan en interruptores, botones, controladores eléctricos, actuadores hidráulicos o neumáticos, etc., manejados por un panel central. El panel central está constituido por interruptores que pueden encender o apagar los sistemas básicos de la maquinaria y así llevar un control lógico del proceso requerido.*

*Estos sistemas tienen limitadas aplicaciones. Son usados en pequeños y simples sistemas que no podrán cambiarse. El sistema cuenta con contadores y relevadores, pero si los períodos son muy largos el costo de estos se ve incrementado seriamente*

## **2.2 Circuitos relevadores de control.**

*Los circuitos relevadores de control usan símbolos eléctricos estándares dentro de los diagramas de escalera, usando un método de documentación por sistemas de control electromecánico.*

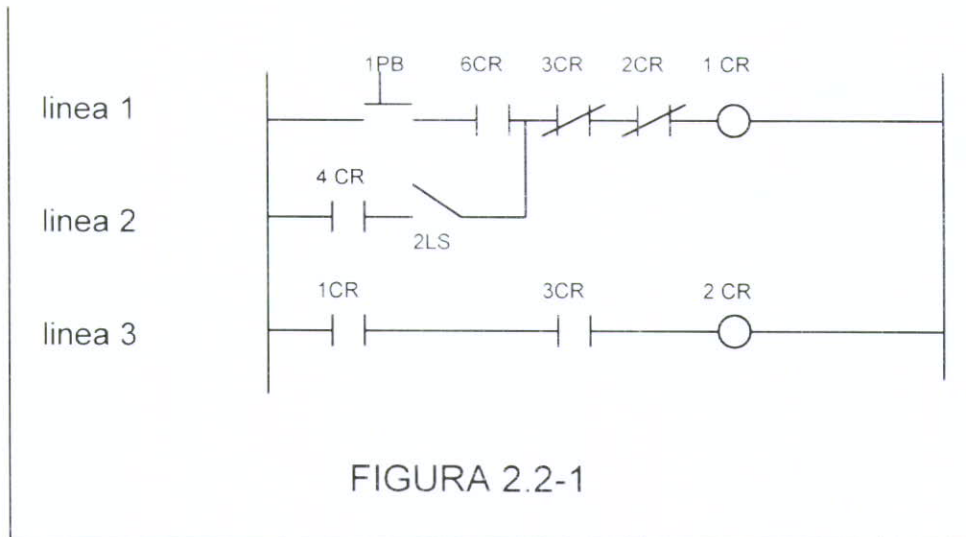


FIGURA 2.2-1

Es apropiado examinar un formato del diagrama de escalera debido a su estrecha relación con los circuitos controladores programables . La figura 2.2-1 es un simple diagrama de un circuito de relevadores de control . El circuito es representado por dos líneas verticales paralelas que actúan como si fueran el positivo y el negativo del suministro de corriente directa o como el activo y el neutro en corriente alterna. Hay varios dispositivos y relevadores localizados horizontalmente en medio de las líneas verticales. Cada conexión horizontal representa una línea en los diagramas de escalera. El campo de los dispositivos de entrada está a la izquierda de cada línea que es el área de condiciones del diagrama, el lado derecho de cada línea es donde se encuentran los relevadores de salida. En cada línea de esta figura se representan los requerimientos lógicos para operar un relevador u otro dispositivo de salida.

Los símbolos usados en el diagrama son:

*PB* = Interruptores de botón

*CR* = Relevador de control

*LS* = Interruptor limitante

### **2.3 Controlador lógico programable.**

*El controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico computarizado cuyas características son las funciones controladoras de varios niveles de complejidad. Este puede ser programable, controlable y ser operado por una persona capacitada. El PLC está designado en el campo de las terminales de entrada y salida.*

*En 1978 la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (N.E.M.A.) dió su definición de un controlador programable:*

*El controlador programable es un dispositivo digital de una memoria programable para implementación de funciones específicas como: lógicas, secuenciales, relojes, contadores y aritméticas; para el control digital o analógico de salidas y entradas para diversos tipos de máquinas y procesos.*

*Inicialmente el PLC fue usado para reemplazar los relevadores lógicos, pero su potencial se fue incrementando al grado de contar con aplicaciones de mayor complejidad como en los robots.*

*El PLC puede ser usado en cualquier operación industrial donde los requerimientos son complejos, repetitivos y estén previstos para cambios.*

*El PLC es un dispositivo manejador, es decir, al llegarle cierta información la procesa y la envía para realizar una función predeterminada.*

*Un controlador secuencial tiene una estrecha relación con el PLC debido a que éste puede ser programado por un controlador secuencial.*

*El PLC es una computadora industrial que ha sido diseñada para ser programada e instalada por personal sin conocimientos profundos de programación. El programar es fácil por su formato de escalera. Los PLC's se han desarrollado enormemente, debido a que en el mercado los podemos encontrar en diferentes tamaños y con diversas funciones adicionales.*

*Hay desventajas de usar PLC como la gran dificultad para detectar los errores, con respecto a los relevadores por su mayor complejidad. Hay herramientas diagnosticadoras de errores, sin embargo la tarea aún es difícil.*

*Los PLC's sin embargo son muy rentables en servicio y operación, rara vez desarrollan fallas. En la industria está reconocida su alta rentabilidad por no tener que darles mantenimiento y tener garantizado su funcionamiento durante períodos muy largos. Por esta razón la gente capacitada en PLC's son considerados esenciales .*

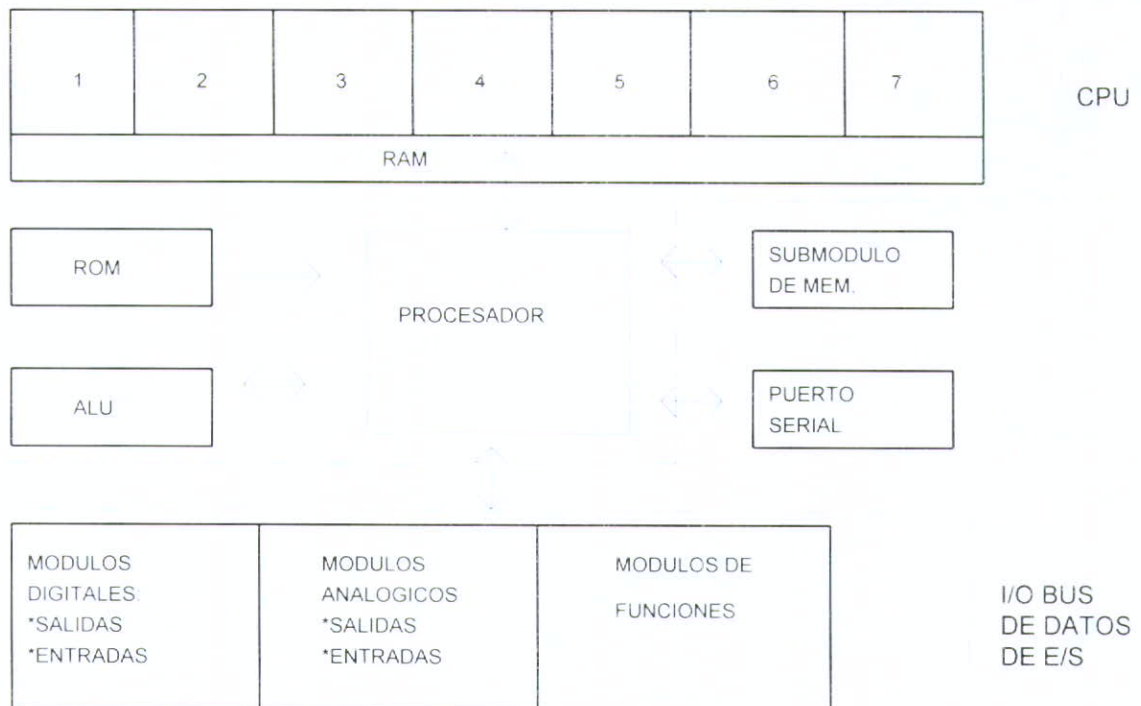


FIGURA 2.3-1

### Operación de un controlador lógico programable.

La figura 2.3-1 nos muestra el principio de operación de un controlador lógico programable donde:

- 1.-Memoria programable.
- 2.-Temporizador.
- 3.-Contadores.
- 4.-Banderas.
- 5.-Imágenes de procesos I/O.
- 6.-Interrupción de imágenes de procesos I/O.
- 7.-Sistema de información de imágenes.
- 8.-E/S = Entrada / Salida

## **2.4 Computadoras personales.**

*Las computadoras, particularmente las personales han sido aceptadas por ser dispositivos fáciles de usar en control de procesos.*

*Los costos de una computadora son similares a los de un controlador programable, pero las computadoras pueden aceptar grados más complejos que son requeridos en los procesos industriales. Las computadoras sin embargo no fueron diseñadas para ambientes industriales ásperos, por lo que se requiere de tener un area especial para su trabajo.*

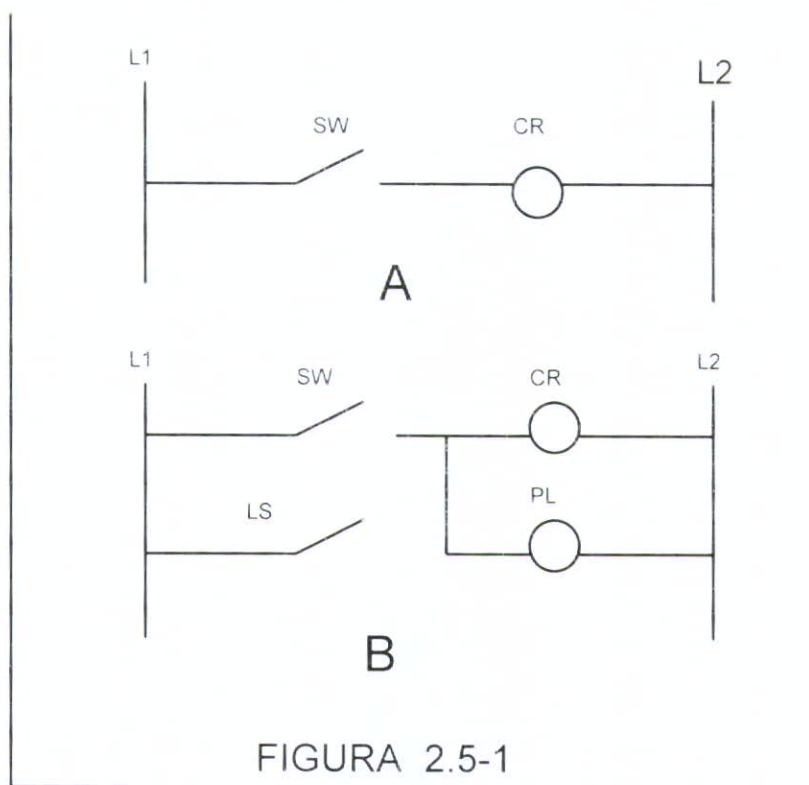
## **2.5 Diagramas escalera y programación STL.**

*Los diagramas escalera son los más usados para el control de circuitos electrónicos. También son llamados "diagramas elementales" o "diagramas de línea". En muchas ocasiones estos son considerados como un subtipo de diagramas esquemáticos. Entonces, ¿porqué este tipo de diagramas son llamados diagramas escalera? Al observarlos de frente es como si se estuviera observando una escalera recargada sobre una pared. En ellos se tiene que comenzar a trabajar en la cima de la escalera, y, generalmente, se prosigue para abajo.*

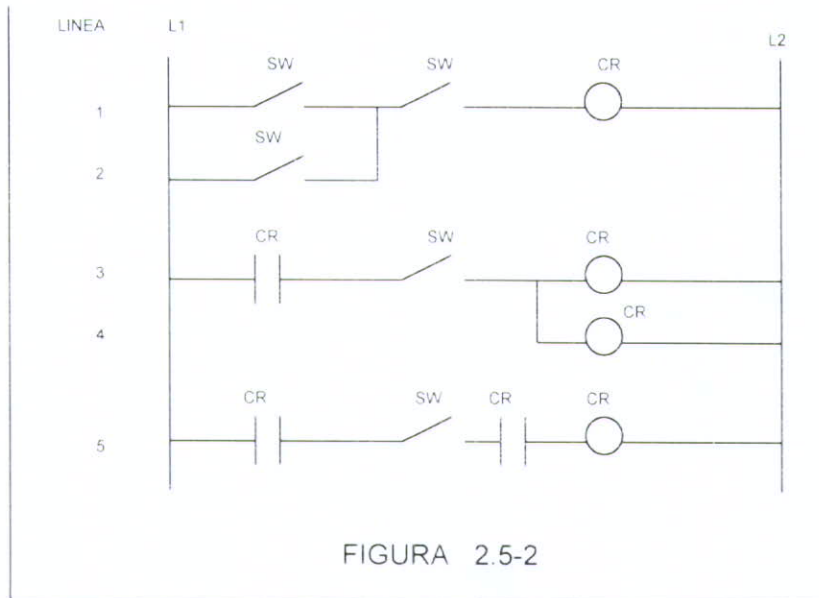
*Dos tipos de diagramas escalera son usados en los sistemas de control: los diagramas de control de escalera y los diagramas de poder de escalera.*

*La figura 2.5-1 A nos muestra dos diagramas de control de escalera básicos. El primero ,A, nos muestra un interruptor que maneja un dispositivo apagándolo o prendiéndolo. La segunda, B, es un diagrama con doble función con líneas paralelas para*

controlar y líneas paralelas para mandar una señales al exterior. También ambos interruptores manejan la salidas exteriores como la luz piloto.



La figura 2.5-2 tiene dos líneas activas funcionales. Varias de las prácticas comunes para dar el formato a los diagramas de control de escalera son ilustrados en esta figura.



La programación STL es otra forma de manejar un PLC, en la que las instrucciones no son tan claras como en los diagramas de escalera debido a que cada instrucción se debe introducir en una sola línea y en el momento de ver un listado es muy difícil poder encontrar un error. Este tipo de programación funciona al igual que el diagrama de escalera basado en el álgebra booleana.

## 2.6 Álgebra Booleana.

El álgebra booleana difiere de manera importante del álgebra ordinaria en que las constantes y variables booleanas sólo pueden tener dos valores posibles, 0 ó 1. Una variable booleana es una cantidad que puede, en diferentes ocasiones, ser igual a 0 ó 1. Las variables booleanas se emplean con frecuencia para representar el nivel de voltaje presente en un alambre o en las terminales de entrada y salida de un circuito. Por ejemplo, en cierto sistema digital el valor booleano de 0 podría asignarse a cualquier voltaje en el intervalo de 0 a 0.8V, en tanto que el valor booleano de 1 podría ser asignado a cualquier voltaje en el ámbito de 2 a 5 V.



Así pues, el 0 y el 1 booleanos no representan números, sino que en su lugar representan el estado de una variable de voltaje o bien lo que se conoce como su **nivel lógico**. Se dice que un voltaje en un circuito digital se encuentra en un nivel lógico 0 ó en el 1, según su valor numérico real. En el campo de la lógica digital se emplean otros términos como sinónimos de 0 y 1.

El álgebra booleana se utiliza para expresar los efectos de los diversos circuitos ejercen sobre las entradas lógicas y para manipular variables lógicas con el objeto de determinar el mejor método de ejecución de cierta función de un circuito.

Ya que sólo puede haber dos valores, el álgebra booleana es relativamente fácil de manejar en comparación con la ordinaria. En el álgebra booleana no hay fracciones, decimales, números negativos, raíces cuadradas, raíces cúbicas, logaritmos, números imaginarios, etc. De hecho, en el álgebra booleana sólo existen tres operaciones básicas:


1.- Adición lógica, también llamada adición OR o simplemente operación OR. El símbolo común de esta operación es el signo más (+).

2.- Multiplicación lógica, denominada asimismo multiplicación AND o simplemente operación AND. El símbolo común de esta operación es el signo de multiplicación (\*).

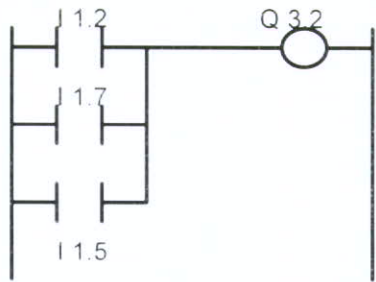
3.- Complementación o inversión lógica, denominada operación NOT. El símbolo común de esta operación es la barra elevada (̅).

## 2.7 Operaciones lógicas Booleanas.

Operación AND.

STL	ESCALERA
A I 1.1 A I 1.3 A I 1.7 = Q 3.5	
<p>La salida Q 3.5 es "1" cuando las tres entradas están en "1"            La salida Q 3.5 es "0" si alguna de las tres salidas esta en "0"</p>	

Operación OR.

STL	ESCALERA
O I 1.2 O I 1.7 O I 1.5 = Q 3.2	
<p>La salida Q 3.2 es "1" cuando al menos una salida es "1"            La salida Q 3.2 es "0" cuando todas las salidas son "0" simultaneamente</p>	

*Operación AND antes de una OR.*

STL	ESCALERA
A I 1.5 A I 1.6 O A I 1.4 A I 1.3 = Q 3.1	
La salida Q 3.1 es "1" cuando al menos una condición de AND es satisfecha La salida q 3.1 es "0" cuando ninguna de las dos condiciones son satisfechas	

*Operación OR antes de un AND.*

STL	ESCALERA
O I 6.0 O A I 6.1 A( O I 6.2 O I 6.3 ) = Q 2.1	
La salida q 2.1 es "1" cuando : * La entrada I 6.0 es "1" * La entrada I 6.1 y 6.2 o 6.3 son "1" La salida Q 2.1 es "0" cuando ninguna de las condiciones AND son satisfechas.	

Operación OR antes de un AND.

STL	ESCALERA
<pre> A( O   I   1.4 O   I   1.5 ) A( O   I   2.0 O   I   2.1 ) =   Q   3.0                     </pre>	
<p>La salida Q 3.0 es "1" cuando ambas condiciones OR son satisfechas.                      La salida Q 3.0 es "0" cuando al menos una de las condiciones OR no es satisfecha</p>	

## 2.8 Diferencia entre control por cableado y control por programa.

En la técnica de control por cableado o mejor conocida como control convencional, la unión física de diferentes elementos tales como botones pulsadores, reales, contactores, etc. es la que determina la lógica o secuencia según la cual trabajará el control.

**Conexión:** Al pulsar el botón de arranque (S1) se acciona el contactor K1, el contacto de autoretencción K1 se cierra y el motor queda conectado.

**Desconexión:** Pulsando el botón de paro (S0), o al accionarse el bimetálico (F2) se abre el contactor K1 y el motor se desconecta.

**Señalización:** Al accionarse el contacto auxiliar K1 se desconecta la lámpara H1, señalizando el estado de operación "conectado" del motor.

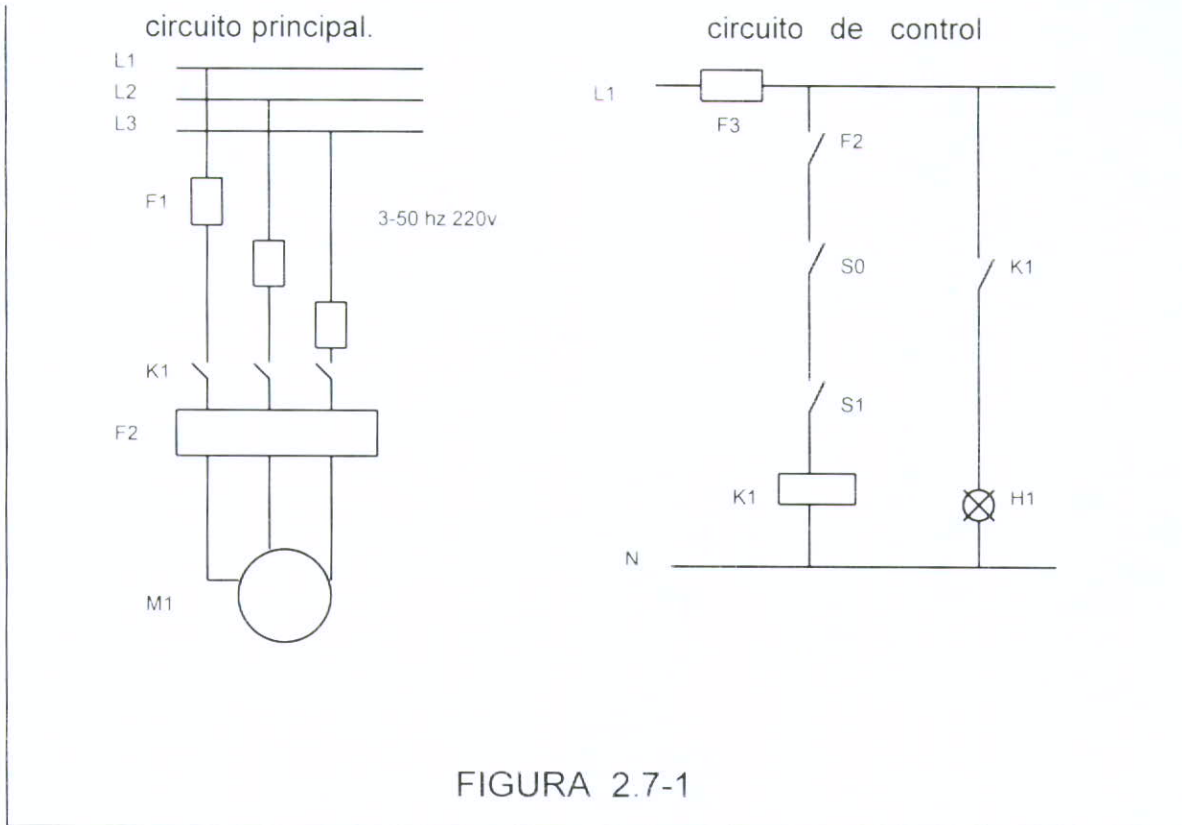


FIGURA 2.7-1

En la figura 2.7-1 muestra el circuito principal de un motor y su circuito de control por cableado. En el circuito de control puede observarse como las conexiones serie y paralelo hechas entre elementos "Hardware" permiten comandar el motor y señalar su estado de operación. La lógica o secuencia de control es la siguiente:

*SO: Pulsador de paro*

*S1: Pulsador arranque*

*F2: Relevador bimetálico*

*K1: Contactador motor*

*H1: Lámpara*

Si en este ejemplo deseáramos modificar la lógica de control necesitaríamos hacer cambios en el cableado, reorganizando los diversos elementos que participan en el circuito de control.

En la técnica de control por cableado o control convencional modificar una secuencia implica descablear y recablear para obtener lo que se desea. En un ejemplo tan sencillo como el anterior esto puede parecer un problema sin importancia. Pero, ¿Que sucede cuando en el control están involucradas decenas o centenas de señales? En un caso así, hacer modificaciones al cableado resulta un problema relevante.

En la técnica de control por programa este inconveniente ha sido resuelto. El correspondiente cableado es independiente de la lógica o secuencia de control deseada.

En el control por programa, los contactos de los emisores del proceso y los contactos de los elementos finales de control se conectan a un PLC.

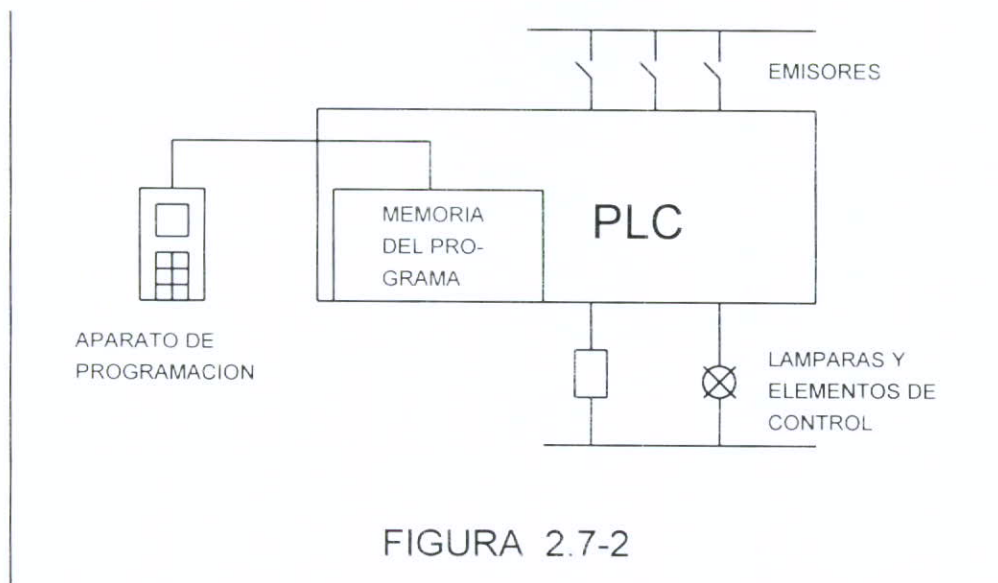


FIGURA 2.7-2

*La figura 2.7-2 nos indica cómo es el funcionamiento de un PLC en relación con las entradas, salidas y su módulo de programación.*

*La lógica o secuencia según la cual trabaja el control se escribe en forma de programa en la memoria del PLC con la ayuda de un aparato de programación. Este programa se compone de una serie de instrucciones equivalentes a las conexiones serie y paralelo del control convencional.*

*La unidad de control del PLC lee una tras otra las instrucciones almacenadas, interpreta su contenido y se encarga de su ejecución. Al hacerlo, el controlador consulta los estados de los emisores (botones pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, etc.) y produce resultados a las salidas, tales como conexión o desconexión de bobinas, lámparas, etc.*

*En caso de querer hacer una variación a la secuencia de control, no es necesario modificar el cableado, sino solamente el contenido de la memoria del controlador.*

*La independencia del cableado con la lógica o secuencia de control es una de las diferencias fundamentales entre el control por cableado y el control por programa. Tal diferencia establece una clara ventaja en el uso de los controladores lógicos programables (PLC's) para la implementación de las tareas de automatización.*

## **VENTAJAS DEL CONTROL POR PROGRAMA.**

*La independencia con respecto al cableado y la facilidad de modificación son algunas de las ventajas que ofrece la técnica de control por programa. A continuación se enlistan las ventajas fundamentales obtenidas por el uso de esta técnica.*

*\* **Independencia con respecto al cableado.** La lógica o secuencia de control no depende de la conexión de elementos Hardware.*

*\* **Facilidad de modificación.** Para modificar una secuencia de control no es necesario cablear y descablear, basta reescribir el programa de control escrito en el controlador.*

*\* **Reducción de espacio.** Los diversos elementos Hardware que intervienen en la lógica cableada como relevadores de tiempo, contactores, contactos auxiliares, etc. son sustituidos por estructuras software dentro del controlador. Estas estructuras no requieren espacios especiales (gabinetes o tableros) como ocurre en el control convencional.*

*\* **Facilidad en la prueba y puesta en marcha.** La lógica de control se prueba por secciones o en su totalidad con la ayuda del programador, y ahí mismo se hacen las modificaciones necesarias.*

*\* **Rápida detección de fallas y averías.** Existen utilerías software que facilitan la detección de fallas, tanto del programa de control, como del controlador.*

*\* **Independencia de voltajes.** Los voltajes de operación de los emisores pueden ser distintos a los voltajes de operación de los elementos finales de control, es decir, la línea emisor/elemento de control es independiente, no está unida mediante conexiones como*



*ocurre en control convencional; por tanto los elementos involucrados (por ejemplo los pulsadores) no necesitan ser necesariamente robustos y soportar el mismo paso de corriente que el elemento final del control.*

*Todas estas ventajas son razones que explican porqué la técnica de control por programa se ha impuesto en los últimos años. La gran aceptación que, como recurso de automatización, han tenido los controladores lógicos programables y la favorable evolución de los circuitos electrónicos han impulsado el desarrollo de esta técnica.* 54929

## **CAPITULO 3**

### **CELDA ELECTROLITICA**

### 3- CELDAS ELECTROLITICAS.

*Por medio de un dispositivo conocido como celda electrolítica es posible usar energía eléctrica para producir una reacción no espontánea de oxidación-reducción. Para comprender como funciona esta celda, consideremos el diagrama de una de ellas figura 3.1-1. La batería reproducida a la izquierda que proporciona corriente eléctrica continua podría sustituirse por una celda seca simple o por un generador de corriente continua. Desde las terminales de la batería, indicada por los signos + y -, dos alambres comunican con la celda electrolítica, la cual consta de dos electrodos, A y C, sumergidos en un líquido que contiene iones  $M^{+}$  y  $K^{-}$ .*

*La batería actúa como una bomba electrónica y así impulsa electrones en C y los extrae de A. Para que se mantenga la neutralidad eléctrica ha de ocurrir en la celda un proceso que consuma electrones en C y los produzca en A. Este proceso es una reacción-oxidación al aceptar electrones. En el ánodo, A, se producen electrones por oxidación de un ion o una molécula. La reacción total en la celda es la suma de dos semirreacciones que ocurren en los electrodos. Mientras están en curso la electrólisis, hay un flujo continuo de iones a los dos electrodos. Los iones positivos (cationes) se mueven hacia el cátodo; los iones negativos (aniones) se dirigen al ánodo. En una celda electrolítica el cátodo es -, el ánodo es +.*

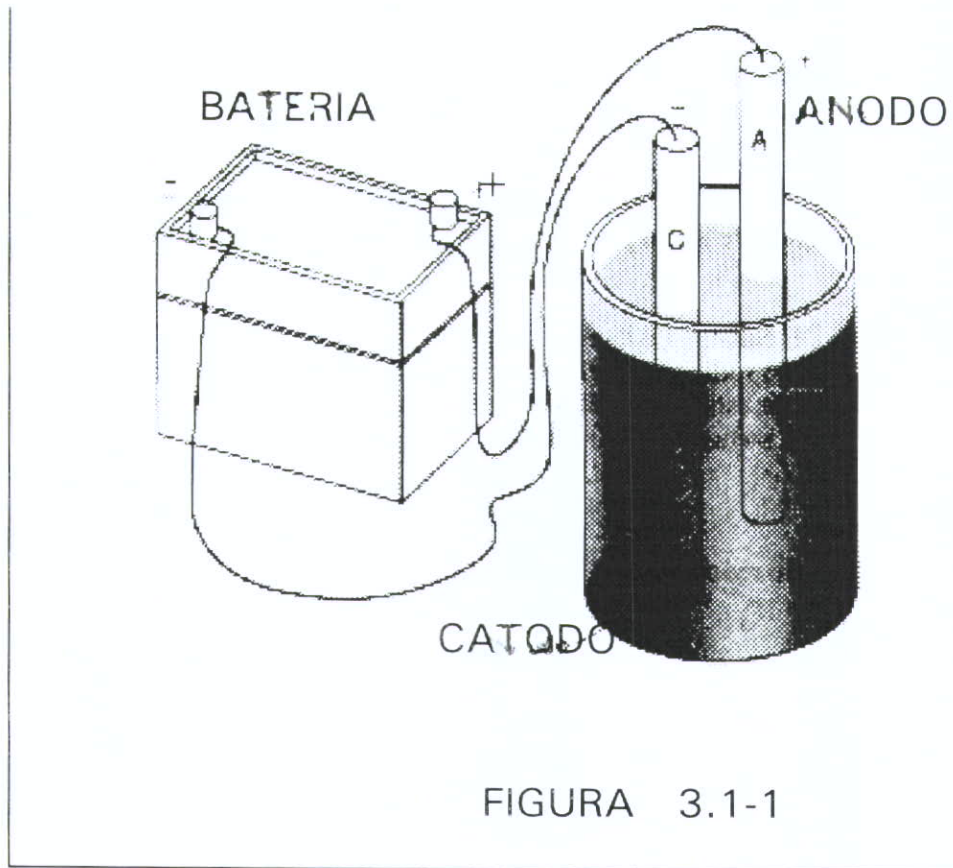


FIGURA 3.1-1

La fig. 3.1-1 Diagrama general de la celda electrolítica. Ocurre reducción en el cátodo(C) y oxidación en el ánodo (A). Durante la electrólisis los cationes se mueven hacia el cátodo y los aniones hacia el ánodo.

### 3.1- Galvanoplastia.

Destaca como una de las aplicaciones más importantes de las celdas electrolítica el proceso de galvanoplastia, por virtud del cual se deposita una delgada capa de metal (de espesor rara vez superior a 0.3175 cm.) sobre una superficie conductora de electricidad. Se emplea la galvanoplastia para cubrir muchos y diferentes objetivos. A veces tiene como fin incrementar el valor o mejorar el aspecto de un objeto, como es el caso de la galvanización

con oro y plata. El cromado pretende proporcionar una superficie brillante y atractiva que mejore las propiedades de uso de un objeto. Ciertos metales como el zinc o el estaño se galvanizan sobre el acero para protegerlo de la corrosión.

### 3.2- Aspectos cuantitativos de la electrólisis

#### Métodos de galvanoplastia:

<i>Metal</i>	<i>Anodo</i>	<i>Electrolítico</i>	<i>Aplicación</i>
<i>Cu</i>	<i>Cu</i>	<i>CuSO<sub>4</sub> al 20%</i> <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 3%</i>	<i>Electrotipos</i>
<i>Ag</i>	<i>Ag</i>	<i>AgCN al 4%</i> <i>KCN al 4%</i> <i>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 4%</i>	<i>Artículos de joyería</i>
<i>Au</i>	<i>Au, C, Ni-Cr</i>	<i>AuCN al 3%</i> <i>KCN al 19%</i> <i>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> amortiguador</i>	<i>Joyería</i>
<i>Cr</i>	<i>Pb</i>	<i>CrO<sub>3</sub> al 25%</i> <i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al .25%</i>	<i>Partes de automóvil.</i>
<i>Ni</i>	<i>Ni</i>	<i>NiSO<sub>4</sub> al 30%</i> <i>NiCl<sub>2</sub> al 2%</i> <i>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 1%</i>	<i>Placa base para Cr</i>

Zn	Zn	Zn(CN) <sub>2</sub> al 6%	Acero galvanizado
		NaCN al 5%	
		NaOH al 4%	
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> al 1%	
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> al .5%	
Sn	Sn	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> al 8%	Botes y cajas de
		Sn al 3%	lata
		ácido cresol sulfúri-	
		co al 10%	

Desde el punto de vista económico, uno de los aspectos más importantes de un proceso electroquímico es la relación entre la cantidad de electricidad que se pasa por la celda y las cantidades de substancias producidas por oxidación y reducción en los electrodos. La naturaleza de esta relación se deriva fácilmente de la semiecuación para el proceso de los electrodos.

<i>semiecuación</i>	<i>cantidad de carga</i>	<i>cantidad de producto</i>
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	1 mol e <sup>-</sup> =	1 mol Na = 23 g Na
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	2 moles e <sup>-</sup> =	1 mol Mg = 24.3g Mg
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	3 moles e <sup>-</sup> =	1 mol Al = 27 g Al

Según estas relaciones, al pasar un mol de electrones através de una celda electrolítica se producirá:

1 mol (23.0 g) de Na  
o 1/2 mol (12.2 g) de Mg

*o 1/3 mol (9.0 g) de Al*

*La cantidad de carga eléctrica asociada con un mol de electrones recibe un nombre especial, Faraday, en honor de Michael Faraday, científico inglés quien estudió por primera vez los aspectos cuantitativos de la electroquímica hace más de un siglo. En términos de la unidad práctica de carga eléctrica, el culombio:*

$$1 \text{ mol de electrones} = 1 \text{ faraday} = 96,500 \text{ culombios}$$

*Al calcular las cantidades de sustancias que se producen en celdas electrolíticas frecuentemente se emplea la unidad de flujo de corriente, el amperio. Cuando una corriente de un amperio fluye en un circuito eléctrico, pasa un culombio por un punto dado del circuito en un segundo. El número de amperios por segundo que pasan por la celda puede calcularse multiplicando la velocidad de flujo en amperios por el tiempo transcurrido en segundos*

$$\text{número de culombios} = (\text{número de amperios}) * (\text{número de segundos})$$

## **CAPITULO 4**

### **SISTEMA DE AUTOMATIZACION**



## **4.-SISTEMA DE AUTOMATIZACION.**

### **4.1 DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO.**

*Es muy importante señalar que la producción de esta fábrica de chapeado en oro es de cerca de 1500 artículos, todos ellos diferentes y como la joyería tiene gran dependencia de la moda, cada mes existen artículos nuevos al igual que muchos de los ya existentes no se vuelven a producir.*

*Un artículo para poder ser chapeado necesita pasar por 25 diferentes baños, y como hay gran diversidad de artículos cada uno de estos cuenta con un tiempo independiente.*

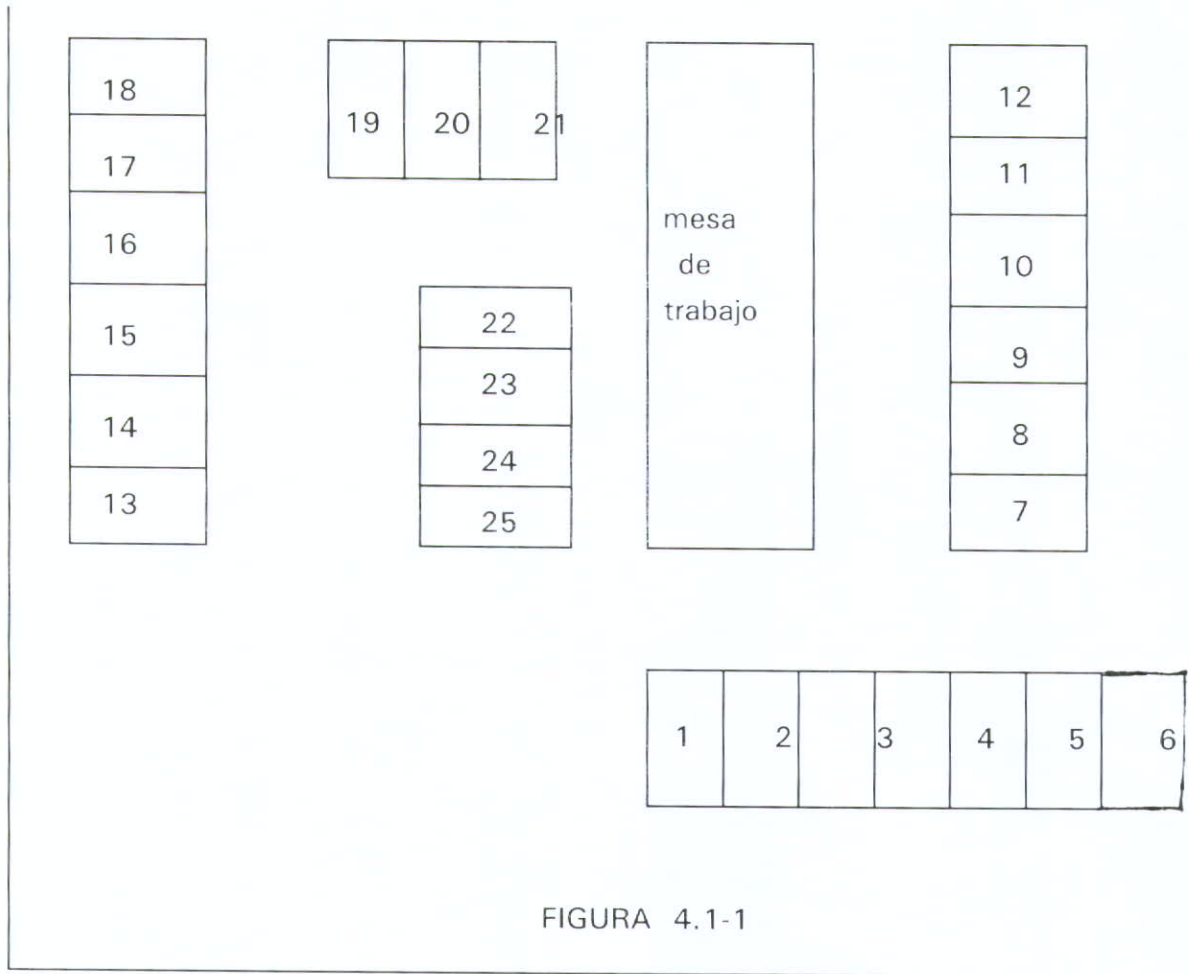


FIGURA 4.1-1

La figura 4.1-1 nos muestra la vista aérea de la planta de chapeado

el flujo de un producto es el siguiente:

<b>BAÑO DE:</b>	<b>TIEMPO</b>
1- Desengrasante	1 a 3 minutos
2-Desengrasante	5 a 10 segundos
3- Enjuague	5 a 10 segundos
4-Enjuague	5 a 10 segundos

recupera éste para volverlo a usar. En la fábrica existe un ingeniero químico que constantemente está checando que los baños de cada tina estén en su punto óptimo; este punto con la automatización no se modificara por lo que seguirá igual.

## **4.2 Descripción de la problemática.**

La fábrica actualmente cuenta con un volumen de venta aproximadamente de 450 kilogramos de producto terminado mensualmente, de lo cual se percibe N\$ 1000 por cada kilogramo. Con esto estamos hablando de un volumen de venta de N\$ 450,000 de los cuales hay 5% de pérdidas por mermas con lo cual la fábrica está perdiendo N\$ 22,500 .00 mensualmente.

*Las mermas en el proceso de chapeado son:*

\* El producto se deja mas tiempo en el baño de oro de lo requerido, por error del operador y esto representa una gran pérdida para la empresa debido a que el producto sale a la venta con más oro de lo cotizado.

\* El producto no obtuvo la pigmentación deseada y se tendrá que dar nuevos baños

\* El producto adquiere mas níquel en el baño de lo requerido, esto ocasiona la pérdida total de éste, ya que no se puede corregir este error.

*Como se ha podido observar las dos grandes problemáticas de esta fábrica son:*

*\* Que el tiempo de bañado en el oro y en el níquel no sean los óptimos. Por lo que los productos tendrán que ser reprocesados, considerarlos como pérdida total o en su mayor defecto que estos lleven mayor cantidad de oro de la que fue considerada.*

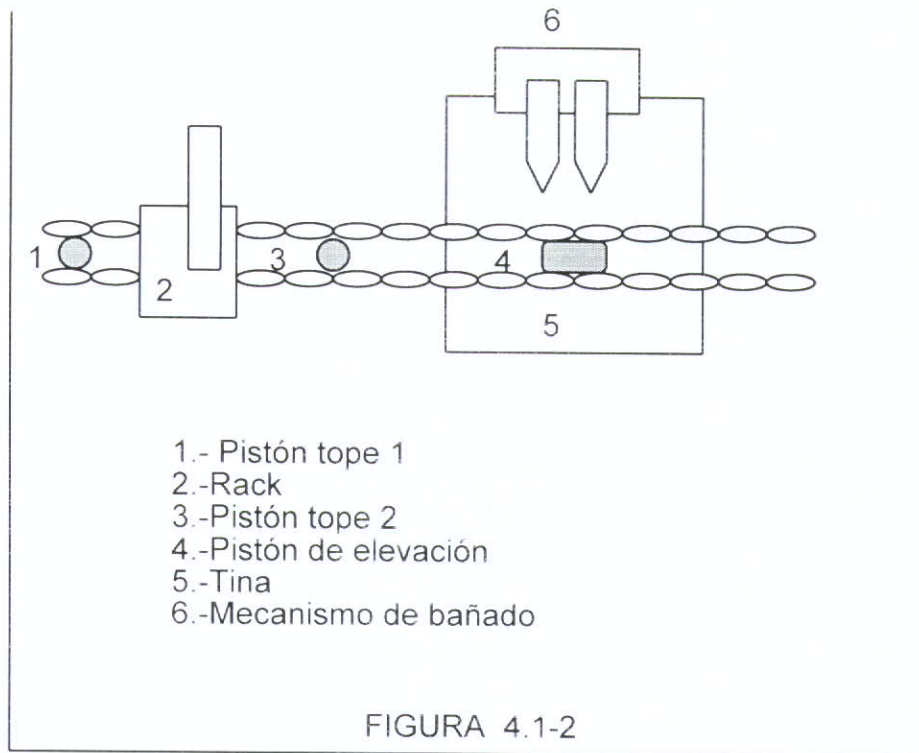
*\* En la línea de bañado nuestros "cuellos de botella" o tiempos críticos son el bañado en oro y níquel, por lo que al mejorar estos tiempos la producción se incrementará notablemente.*

*La primera solución al problema sería incrementar el tamaño de las tinas de oro como la de níquel para obtener una mayor producción en proporción del incremento de tamaño que se requiera; pero con esto también se incrementarán las pérdidas por mermas en la línea de producción, por lo que nuestro mayor enfoque en la automatización será reducir nuestras mermas en la mayor proporción posible.*

*El mayor problema de las mermas es que el tiempo de bañado para cada producto tiene que ser el exacto para obtener una calidad uniforme.*

*Se diseñó un programa para ser manejado por un controlador lógico programable (PLC) en el que se tendrán los diferentes tiempos de bañado que requiera cada producto por lo que no se podrá tener ningún error en este aspecto, como sucedía en la operación manual.*

*A continuación se analizará el programa que ejecute la secuencia necesaria para lograr el objetivo deseado.*



La figura 4.1-2 nos muestra el proceso de chapeado en una tina

En cada tina se requiere de lo siguiente:

Mecanismo	Nombre en el programa	
Pistón tope 1	Q 1.0	
Pistón tope 2	Q 1.1	
Pistón elevador	Q 1.3	
Pistón sujetador	Q 1.4	
Motor	Q 1.5	(baja)
	Q 1.6	(sube)
Botón 1	I 0.0	(arranque)
Botón 2	I 0.1	(paro)

<i>Switch 1</i>	<i>I 0.2</i>
<i>Switch 2</i>	<i>I 0.3</i>
<i>Switch 3</i>	<i>I 0.4</i>

*Además el proceso contará con un mecanismo de transportación que será independiente del programa.*

*El programa será representado de dos manera : en la forma de diagrama escalera y en la forma STL. En cada segmento se comentará lo necesario para la comprensión de éste.*

*La secuencia del programa es la siguiente:*

- 1.- En cualquier momento todo el proceso es interrumpido al accionarse el botón I 0.0.*
- 2.- Se colocarán los racks en la posición de espera.*
- 3.- El proceso arrancará al accionarse el botón I 0.1*
- 4.- El pistón Q 1.0 se activará dejando pasar solo un rack a la cadena transportadora.*
- 5.- El rack es detenido por Q 1.1*
- 6.- El rack activa el switch I 0.2*
- 7.- Se activa el pistón Q 1.2 levantando el rack.*
- 8.- Se activa el pistón Q 1.3 sujetando el rack.*
- 9.- Se desactiva el pistón Q 1.2 regresando a su posición inicial.*
- 10.- Se desactiva el pistón Q 1.3 regresando a su posición original con el rack sujetado.*
- 11.- Se activa el switch I 0.3*
- 12.- El motor Q 1.4 comenzará a bajar.*

- 13.- Se activa el switch I 0.4
- 14.- El motor se detiene con el rack en posición de bañado.
- 15.- El programa dejará bañando el rack el tiempo que el producto lo requiera.
- 16.- El motor comenzará a subir finalizando el bañado del rack.
- 17.- Es desactivado el switch I 0.3
- 18.- Se activa el pistón Q 1.2
- 19.- Se activa el pistón Q 1.3 dejando el rack sobre el pistón Q 1.2
- 20.- Se desactiva el pistón Q 1.3 regresando a su posición original.
- 21.- Se desactiva el pistón Q 1.2 dejando el rack sobre la cadena transportadora.
- 22.- El pistón Q 1.1 es activado dejando pasar el rack hacia otro baño.
- 23.- El proceso se repetirá hasta que botón I 0. se accione.

#### 4.3 Programa (STL y diagrama escalera)

```

DB10  C:CHAPA@ST.S5D                LEN=9 /4
                                           PAGE  1

0:    KT = 010.2;
1:    KT = 020.2;
2:    KT = 030.2;
3:    KT = 040.2;

```

```

PB 2          C:CHAPA@ST.S5D          LEN=10
                                           PAGE  1
SEGMENT 1    0000  Rack en Posicion 1

```

Este bloque llama al PB3 una vez que el rack  
llego a la posición 1.  
Se activa F 0.2 para indicar el paso del rack  
por esta posición.

0000 :A I 0.2  
0001 :S F 0.2  
0002 :A F 0.2  
0003 :JC PB 3  
0004 :BE

PB 3

C:CHAPA@ST.S5D

LEN= 49

PAGE 1

SEGMENT 1 0000 Subida y Sujetado

En este bloque sube P2, se dan 3 segundos para que P3 salga, despues otros 3 segundos para que P2 baje y finalmente 3 seg para que P3 se meta.

0000 :AN F 0.3  
0001 :S F 0.3  
0002 :S Q 1.1  
0003 :L KT 003.2  
0005 :SS T 2  
0009 :A T 2  
000A :R T 2  
000D :S Q 1.2  
000E :AN F 0.4  
000F :A Q 1.2  
0010 :L KT 003.2  
0012 :SS T 3  
0016 :S F 0.4  
0017 :A T 3  
0018 :R Q 1.1  
0019 :R T 3  
001C :A F 0.4  
001D :AN Q 1.1  
001E :AN F 0.5  
001F :L KT 003.2  
0021 :SS T 4  
0025 :S F 0.5  
0026 :A T 4  
0027 :R T 4  
002A :R Q 1.2  
002B :BE



SEGMENT 1      0000      Bajada

Este segmento activa el contactor K1 para que el rack baje al proceso de electrodepositado.

0000    :A I 0.3  
0001    :AN F 0.6  
0002    :AN Q 1.4  
0003    :S Q 1.3  
0004    :S F 0.6  
0005    :\*\*\*

SEGMENT 2      0006      Detener abajo

El motor se detiene una vez que el rack está abajo.

0006    :A I 0.3  
0007    :A I 0.4  
0008    :R Q 1.3  
0009    :\*\*\*

SEGMENT 3      000A      Electrodepositado

En este segmento se activa el T5 para esperar el tiempo especificado, despues activar K2 y subir el rack, deteniéndolo al llegar arriba.

000A    :A I 0.3  
000B    :A I 0.4  
000C    :AN Q 1.3  
000D    :AN Q 1.4  
000E    :AN F 2.3  
000F    :A I 0.6  
0010    :A I 0.7  
0011    :L DW 0  
0012    :SS T 5  
0013    :S F 2.3  
0014    :A I 0.3

0015 :A I 0.4  
0016 :AN Q 1.3  
0017 :AN Q 1.4  
0018 :AN F 2.4  
0019 :AN I 0.6  
001A :AN I 0.7  
001B :L DW 1  
001C :SS T 5  
001D :S F 2.4  
001E :A I 0.3  
001F :A I 0.4  
0020 :AN Q 1.3  
0021 :AN Q 1.4  
0022 :AN F 2.5  
0023 :AN I 0.6  
0024 :A I 0.7  
0025 :L DW 2  
0028 :SS T 5  
0029 :S F 2.5

PB 4

C:CHAPA@ST.S5D

LEN=74

PAGE 2

002A :A I 0.3  
002B :A I 0.4  
002C :AN Q 1.3  
002D :AN Q 1.4  
002E :AN F 2.6  
002F :A I 0.6  
0030 :AN I 0.7  
0031 :L DW 3  
0032 :SS T 5  
0033 :S F 2.6  
0034 :A T 5  
0035 :AN Q 1.3  
0036 :R T 5  
0039 :S Q 1.4  
003A :A Q 1.4  
003B :AN I 0.3  
003C :R Q 1.4  
003D :\*\*\*



0011 :R T 7  
0012 :R Q 1.2  
0013 :AN F 1.1  
0014 :AN Q 1.2  
0015 :A Q 1.1  
0016 :L KT 003.2  
0018 :SS T 8  
0019 :S F 1.1  
001A :A T 8  
001B :R T 8  
001C :R Q 1.1  
001D :AN Q 1.1  
001E :AN F 1.2  
001F :A F 1.1  
0020 :S F 2.5  
0021 :\*\*\*

PB 6

C:CHAPA@ST.S5D

LEN=25

PAGE 1

SEGMENT 1 0000  
0000 :AN Q 1.1  
0001 :AN I 0.3  
0002 :AN I 0.2  
0003 :AN Q 1.2  
0004 :AN I 0.4  
0005 :A F 1.1  
0006 :AN F 1.2  
0007 :L KT 003.2  
0009 :SS T 9  
000A :S F 1.2  
000B :S Q 1.5  
000C :A T 9  
000D :R Q 1.5  
000E :R T 9  
000F :S F 1.3  
0013 :BE

PB 7

C:CHAPA@ST.S5D

LEN=14

PAGE 1

SEGMENT 1 0000  
0000 :A F 1.3

0001 :AN Q 1.5  
0002 :R F 2.3  
0003 :L KH 0000  
0005 :T FW 0  
0006 :T FW 2  
0007 :S F 0.0  
0008 :BE

OB 1 C:CHAPA@ST.S5D LEN=20

PAGE 1

SEGMENT 1 0000 Principal

Este Bloque se encarga de permitir que se realice el proceso, mientras la bandera F 0.0 = 1, es decir, que el botón de Stop este desactivado y el de Start se haya presionado por lo menos una vez.

0000 :C DB 10  
0001 :A I 0.0  
0002 :AN I 0.1  
0003 :S F 0.0  
0004 :A I 0.1  
0005 :R F 0.0  
0006 :A F 0.0  
0007 :JC PB 1  
0008 :JU PB 2  
000A :JU PB 4  
000B :JU PB 6  
000C :A F 1.3  
000D :JC PB 7  
000E :BE

OB 21 C:CHAPA@ST.S5D LEN=12

PAGE 1

SEGMENT 1 0000

0000 :L KH 0000  
0002 :T FW 0  
0003 :R F 2.3  
0004 :R F 0.2

0005 :T FW 2  
0006 :BE

OB 22

C:CHAPA@ST.S5D

LEN=12

PAGE 1

SEGMENT 1 0000

0000 :L KH 0000

0002 :T FW 0

0003 :R F 2.3

0004 :R F 0.2

0005 :T FW 2

0006 :BE

DB10 C:CHAPA@ST.S5D

LEN=9 /4

PAGE 1

0: KT = 010.2;  
1: KT = 020.2;  
2: KT = 030.2;  
3: KT = 040.2;  
4:



SEGMENT 1 0000 Rack en posición 1

Este bloque llama al PB3 una vez que el rack llegó a la posición 1.  
Se activa F 0.2 para indicar el paso del rack por esta posición



SEGMENT 2 0003



:RL











SEGMENT 1 0000 Regreso a la Línea de Transporte

En este segmento el P3 sale y espera 3 seg. para que P2 suba. P2 espera 3 seg. a que P3 se meta para despues bajar y dejar al rack sobre la línea de transporte, para que lo pase através del tope (P4).

!
!F 0.7
+---|/|-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+---(S

SEGMENT 2 0003
! T 6
!F 0.7 +-----+
+---| |-----+!T!-!S!
!KT 003.2 --!TV BI!-
! ! BI!-
! ! !
!T 6 ! !
+---| |-----+!R Q!+-----+-----+-----+-----+-----+---(S

SEGMENT 3 000E
!
!F 1.0 Q 1.1 Q 1.2 F 1.0
+---|/|-----+---| |-----+---| |-----+-----+-----+-----+-----+---(S

SEGMENT 4 0013
! T 7
!F 1.0 +-----+
+---| |-----+!T!-!S!
!KT 003.2 --!TV BI!-
! ! DE!-
! ! !
!T 7 ! !
+---| |-----+!R Q!+-----+-----+-----+-----+-----+---(R

SEGMENT 5 001E
! T 8
!F 1.1 Q 1.2 Q 1.1 +-----+
+---|/|-----+---|/|-----+---| |-----+---+!T!-!S!
! KT 003.2 --!TV BI!-
! ! DE!-
! ! !
!T 8 ! !
+---| |-----+-----+-----+---!R Q!+-----+-----+-----+---(S



SEGMENT 1 0000

```

!
!Q 1.1      I 0.3      I 0.2      Q 1.2
+---|/|---+---|/|---+---|/|---+---|/|---+-----+-----+-----+
!
!F 6.2      F 1.1      F 1.2      +-----+
+---|/|---+---| |---+---|/|---+---| |---| |---|S|
!
!T 9
+---] |---+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
!R      Q!-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+
!
!F 1.3
+---(S )
!
!BE

```

SEGMENT 2 0006

```

!
!F 6.2      F 1.1      F 1.2      +-----+
+---|/|---+---| |---+---|/|---+---| |---| |---|S|
!
!T 9
+---] |---+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
!R      Q!-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+
!
!F 1.3
+---(S )
!
!BE

```

SEGMENT 1 0000

P 1,3 Q 1,5

P 2,3  
(R )

SEGMENT 2 0004

- 004 :AN F 2,3
- 005 :I KH 0000
- 007 :I FW 0
- 008 :I FW 2
- 009 :S F 0,0
- 00A :BE



SEGMENT 1 0000  
 0000 :AN 1 0.3  
 0001 :I KF 00.3.2  
 0003 :SE T 1  
 0004 :S F 0.1  
 0005 :A T 1  
 0006 := Q 1.0  
 0007 :\*\*\*

SEGMENT 2 0008

! F 0.1  
 +---| |-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+  
 ! Q 2.2  
 ! (E  
 !  
 !  
 !  
 ! :BE

SEGMENT	1		0000
0000	:C	DB	10
0001	:A	F	0.0
0002	:AN	F	0.1
0003	:S	F	0.0
0004	:A	F	0.1
0005	:R	F	0.0
0006	:A	F	0.0
0007	:JC	PB	1
0008	:JU	PB	2
0009	:		
000A	:JU	PB	4
000B	:JU	PB	6
000C	:A	F	1.3
000D	:JC	PB	7
000E	:BE		

SEGMENT	4		0000
0000	:L	KH	0000
0002	:T	FW	0
0003	:R	F	2,3
0004	:R	F	0,2
0005	:T	FW	2
0006	:BE		

SEGMENT	:	T	:	0000
0000	:	KT	:	0000
0002	:	FW	:	0
0003	:	F	:	2,3
0004	:	F	:	0,2
0005	:	FW	:	2
0006	:	BE	:	

## **CAPITULO 5**

### **SELECCION DE COMPONENTES**

## 5.- SELECCION DE COMPONENTES

### 5.1 Pistones neumáticos (tope) .

Para la selección de estos dos pistones su fuerza requerida es mínima ya que no empujarán ni levantarán nada solo servirán de obtáculo para el rack, por lo que se especificará una fuerza de 5 kg. y una carrera de 50 mm.

Bajo estas consideraciones se tiene :

$$F = (p) \frac{(3.1416)(d^2)}{4} - R$$

$$F = 5 \text{ Kg. fuerza} = 50 \text{ Newtons.}$$

$$p = 6 \text{ bar.}$$

$$R = 10\% \text{ de } F = 5 \text{ Newtons}$$

Sustituyendo y despejando para el diámetro del émbolo resulta :

$$d = \sqrt{\frac{4(F + R)}{(p)(3.1416)}} = \sqrt{\frac{4(50 + 5)}{(6)(3.1416)}} = 10.80 \text{ mm.}$$

Con el diámetro deseado 10.80 mm. y la carrera de 50 mm. se elige un pistón de simple efecto marca Festo. modelo EFK-12-50-P

El cuál tiene las siguientes especificaciones:

$$\text{Diámetro del émbolo} = 16 \text{ mm.}$$

$$\text{Carrera} = 50 \text{ mm.}$$

*Consumo de aire =  $(3.1416 / 4) (16)^2 (10) (6) (10^{-6}) = 0.012063 \text{ l / cm. carrera.}$*

*Consumo total =  $(0.012063)(5) = 0.0603 \text{ l}$*

*Nota: el ciclo de la electrodeposición menor es de 5 minutos y este tipo de pistón solo funciona en una ocasión en este tiempo.*

*Consumo total por ciclo =  $0.0603 \text{ l} / 5 \text{ min} = 0.1206 \text{ l/min}$*

## **5.2 Distribuidor para pistón tope**

*Tipo: 30217 MZH-3-0, 4- LED*

*Marca: Festo*

*Con accionamiento manual.*

*Diámetro nominal = .4 mm.*

*Caudal nominal = 4 l/min.*

*Presión de funcionamiento = 0 hasta 7 Bar*

*Tiempo conexión 23 ms. des conexión 35 ms.*

*Tensión de servicio 24 v.*

*Potencia Absorbida = .55 w*

*Duración de excitación = 100%*

*Protección = IP 40*

## **5.3 Pistones neumáticos (elevador y sujetador).**

*El rack con mayor peso es de 25 kg. y para poder sacarlo del mecanismo de transporte se necesita que el pistón lo levante 200 mm.*

*Bajo estas consideraciones se tiene :*

$$F = (p) \frac{(3.1416)(d^2)}{4} - R$$

$F = 25 \text{ Kg. fuerza} = 250 \text{ Newtons.}$

$p = 6 \text{ bar.}$

$R = 10\% \text{ de } F = 25 \text{ Newtons}$

*Sustituyendo y despejando para el diámetro del émbolo resulta :*

$$d = \sqrt{\frac{4(F + R)}{(p)(3.1416)}} = \sqrt{\frac{4(250 + 25)}{(6)(3.1416)}} = 24.15 \text{ mm.}$$

*Con el diámetro deseado de 24.15 mm. y con una carrera de 200 mm. se elige un pistón de doble efecto de la marca Festo modelo: DGS-25-140-PPV*

*El cual tiene las siguientes especificaciones :*

*Diámetro del émbolo = 25mm*

*Carrera = 200 mm.*

*Amortiguación regulable en ambos sentidos.*

*Acoplamiento = G 1/8*

*Rosca del vástago = M10*

*Consumo de aire =  $(3.1416 / 4) (25)^2 (10) (6) (10^{-6}) = 0.0294525 \text{ l / cm. carrera.}$*

*Consumo por carrera de ida =  $(0.0294525)(20) = 0.58905 \text{ l.}$*

*Para la carrera de retorno debe reducirse el volumen del vástago 8mm*

$v_2 = (3.1416)(64)(200)/4 = 10053.12 \text{ mm}^3 = 0.010 \text{ l.}$

*Consumo total =  $0.58905 + (0.58905 - 0.010) = 1.0781 \text{ l.}$*

*Nota: En cada ciclo este pistón trabaja en dos ocasiones.*



*Consumo total por ciclo = 1.078 l/5 min = (0.21562 l/min) x (2) = .49124 l/min.*

#### **5.4 Distribuidor para pistón elevador y sujetador**

*Tipo: 34755- MEH-5/2-1/8*

*Marca: Festo*

*Con acción manual*

*Acoplamiento = G 1/8*

*Caudal nominal = 500 l/min.*

*Presión de funcionamiento = 2.5 a 8 Bar*

*Tiempo conexión = 20ms des conexión = 30 ms.*

*Tensión de servicio = 24 V.*

*Potencia absorbida = 1.5 W.*

*Período de conexión = 100%*

*Protección = IP 65*

*Nota: si se trabaja con aire lubricado debe ser aceite de clase 32 de viscosidad.*

#### **5.5 Compresor**

*2 Pistones topes .2412 l/min. +*

*2 Pistones elevador y sujetador .9824 l/min*

---

*1.2236 l/min*

#### **5.6 Microswitch**

*2 microswitch normalmente abiertos*

*1 microswitch tipo timbre*

## **5.7 Motores ( Elevador y transportador )**

*Peso aproximado a mover 35 Kg. = 350N. = 78.68 lbf.*

*Velocidad de desplazamiento deseada = 4 cm/s = 1.5748 in/s*

*Diámetro de la flecha = 6 cm. = 2.36 in.*

*Longitud de avance:*

$C = 2(3.1416)(radio) = 2(3.1416)(1.1811) = 7.42 \text{ in/ rev.}$

$\frac{1.5748 \text{ in/s}}{7.42 \text{ in/ rev}} = .2122 \text{ rev/s} * 60 = 12.7342 \text{ RPM.}$

$Torque = (F) \times (d) = (F) \times (r) = (78.68 \text{ lbf}) \times (1.81 \text{ in}) = 92.8424 \text{ lbf in}$

$Hp = \frac{Torque * RPM}{63000} = \frac{(94.8424)(12.7342)}{63000} = 0.087 \text{ Hp.}$

*En el mercado el motor más parecido es de 1/8 HP. el cual gira a 1750 R.P.M.*

*Para obtener las revoluciones deseadas necesitamos un motorreductor de engranes con relación de 1/25 el cual nos proporcionará 17.2 R.P.M.*

## **5.8 Relevadores y contactor- inversor**

*Contactor-inversor TELEMECANIQUE LP1-EC03*

*Relevador " " " LRI-DO9312AG5*

## **5.9 PLC y accesorios**

*PLC*

*Marca: Siemens*

*Modelo: S5- 100*

*Fuente de alimentación*

*Marca:Siemens*

*Modelo: 24 v.*

*Módulo de entradas digitales*

*Marca: Siemens*

*Modelo: 8 x 24*

*Módulo de salidas digitales*

*Marca:Siemens*

*Modelo: 8 x 24*

*Programador*

*Marca:Siemens*

*Modelo:PG 605*

## **CAPITULO 6**

### **CALCULO FINANCIERO**

## 6.1- CALCULO FINANCIERO

*El costo del equipo para la automatización de dos tinas es :*

1	<i>P.L.C Siemens</i>	<i>SIMATIC 100</i>	\$ 554.40	+
1	<i>Programador</i>	<i>PG 106</i>	\$ 1,753.00	
2	<i>Módulo de salidas digitales</i>	<i>8 x 24</i>	\$ 756.00	
2	<i>Módulos de entradas</i>	<i>8 x 24</i>	\$ 844.00	
2	<i>Fuentes de voltaje</i>	<i>24 V.</i>	\$ 657.20	
4	<i>Pistones</i>	<i>DGS-25-140-PPV</i>	\$1,548.00	
4	<i>Pistones</i>	<i>EFK-12-50-P</i>	\$ 772.00	
2	<i>Distribuidor</i>	<i>30217-MZH-3-0, 4-LED</i>	\$ 844.40	
2	<i>Distribuidor</i>	<i>34755-MEH-5/2-1/8</i>	\$ 786.60	
4	<i>Microswitch</i>	<i>Normalmente abierto</i>	\$ 80.00	
2	<i>Microswitch</i>	<i>De pulso</i>	\$ 42.00	
1	<i>Compresor</i>	<i>INGERSON T-3</i>	\$ 784.00	
4	<i>Motores</i>	<i>1/8 Hp</i>	\$1,894.44	
4	<i>Motorreductores</i>	<i>Engranes 1/25</i>	\$3,302.40	
4	<i>Relevadores</i>	<i>TELE. LR1-DO9312AG5</i>	\$ 901.60	
2	<i>Contactador-inversor</i>	<i>TELE. LP1-EC03</i>	\$1,246.00	
1	<i>Modulo paro/arranque</i>	<i>TELEMECANIQUE</i>	\$ 95.00	
20 m.	<i>Cadena</i>	<i>1/2" x 1"</i>	\$ 322.50	

1	Estructura	2 tinas	\$2,300.00 +
1	Extras		\$4,000.00
			-----
			\$23,483.54

*Si a esto sumamos el costo de la ingeniería*

	Total de equipo	\$ 23,483.54+
	Ingeniería	\$ 10,000.00
		-----
		\$ 33,483.54

## CONCLUSIONES

*El sistema de esta automatización fue diseñado para combatir las mermas existentes y no para contar con una producción superior a la que se tiene actualmente. Sin embargo si se requiere aumentar la producción se tienen dos alternativas:*

*a) Aumentar el número de tinas tanto de oro como de níquel, ya que estas son el cuello de botella en la línea de producción, es decir si tan solo se aumenta una tina de oro y otra de níquel se obtendrá el doble de la producción de la que se cuenta actualmente.*

*b) Aumentar el volumen de las tinas con lo cual la producción aumentará según la proporción del incremento del volumen.*

*Nota: Las dos opciones tienen sus pros y contras, por ejemplo la primera sería la ideal mientras la producción no se requiera incrementar más de un 300%, porque añadir una o dos tinas más de oro y de níquel del mismo tamaño al proceso no sería muy complicado ya que el mismo proceso se ha realizado durante aproximadamente quince años y no se tendrían que calcular nuevos tiempos de bañado para cada producto, cosa que sucedería si el volumen de las tinas cambiara.*

*Si se contara con 4 líneas de tinas automatizadas para obtener un incremento en la producción de más del 300% se elevarían los costos del equipo a utilizar haciendo que la automatización no sea la óptima, además de que el espacio del área de producción no sería el suficiente, para resolver esta necesidad la segunda opción sería la más correcta en esta ocasión debido a que solo se aumentaría la capacidad de las tinas, pistones, motores,*

*etc. para contar con una sola línea de producción tal y como se planteó en el diseño de la automatización sin tener que realizar grandes cambios en el programa del PLC.*

*Con la automatización de este proceso de chapeado se obtendría una reducción de las mermas existentes ocasionadas por errores de los operadores debido a que ellos no tendrán una participación tan determinante en el proceso, además de que se reduciría el número de éstos en esta área con lo cual se abatirían los costos de producción en un porcentaje aceptable.*

*También con la automatización la fábrica contará con un producto que podrá tener con dos tipos de calidad.*

*a) Calidad de maquila: esta consiste en que el producto contenga una menor cantidad de oro.*

*b) Calidad con la cual el producto pueda garantizarse y salir al mercado con la marca "fancy"*

*Actualmente la fábrica pierde \$22,500.00 mensualmente por mermas, con la automatización estas se reducirán en un 90% por lo que se podrá ahorrar mensualmente \$20,250.00*



*Si se compara el ahorro mensual con el costo total de la automatización este diseño se pagará en menos de dos meses. Por lo tanto el proyecto es completamente viable.*

## BIBLIOGRAFIA

GROVER Mikell, WEISS Mitchel, NAGEL Roger y ODREY Nicholas, Robótica industrial, Mc. Graw Hill, México, 1990

FU K.S., GONZALEZ R.C., LEE C.S.G., Robótica, Mc. Graw Hill, México, 1990

WEBB Jonh, Programable Logic Controllers, Merrill, U.S.A., 1992

SWAIS Jonh, A systems aproach to programable controllers, Almar Publishes Inc., U.S.A., 1992

SIMENS, Manual Sicmatic S5, México, 1991

