



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD ZACATENCO

TÍTULO: PROPUESTA DE SEMIAUTOMATIZACIÓN PARA UNA MÁQUINA DE
SERIGRAFÍA CILÍNDRICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN:
INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

INTEGRANTES

ALARCÓN ARELLANO VÍCTOR JOSUÉ

ASESORES:

M. en C. RICARDO NAVARRO SOTO
Ing. JUAN DANIEL RIVAS MARTINEZ



MÉXICO D.F. MARZO 2017

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres que, sin escatimar esfuerzo alguno, han hecho tantos sacrificios durante gran parte de su vida, para formarme y apoyarme hasta donde han podido para que yo pudiera culminar este proyecto. Y porque siempre han puesto el bienestar de mis hermanas y mío por encima del suyo y lo seguirán haciendo sin importar cuan grandes seamos.

A mis abuelos que pese a las circunstancias siempre han estado ahí para apoyarme y ayudarme hasta donde les ha sido posible y que, aunque no siempre les agradecí de la mejor manera, hasta el día de hoy me brindaron su ayuda para que pudiera ver culminada esta etapa de mi vida.

A mis asesores Ricardo Navarro Soto y Juan Daniel Rivas Martínez, quienes, aunque el desarrollo de este proyecto se demoró más de lo que tenía planeado, siempre que se los solicitaba y les era posible me brindaban un poco de su tiempo para ayudarme cuando lo necesite y que con sus conocimientos me guiaron para ver por fin culminado este proyecto.

Y por último, pero no por eso menos importante, quiero agradecer a todas las personas, que a lo largo de los años han estado o aún siguen conmigo en el Grupo 10 Aztecas, y a quienes considero como mi segunda familia, ya que gracias a su ayuda e influencia hoy en día soy la persona que todos conocen.

ÍNDICE GENERAL

OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
JUSTIFICACION	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
INTRODUCCION.....	11
CÁPITULO 1	13
1.1: CONCEPTOS DE SERIGRAFÍA	14
1.1.1 introducción a la Serigrafía.....	14
1.1.2 Procedimiento Serigráfico	15
1.1.3 Maquinaria de Serigrafía	28
1.1.4 Clasificación de las Máquinas de Serigrafía.	28
1.1.4.1 Máquinas con un marco de acción de libro	28
1.1.4.2 Máquina de serigrafía de elevación vertical plana.	29
1.1.4.3 Prensa cilíndrica.	29
1.1.4.4 Máquinas de impresión para objetos cilíndricos.	30
1.1.4.5 Máquina serigráfica de Pantallas rotativas.....	31
1.1.4.6 Pulpo de serigrafía (máquinas tipo carrusel).....	31
1.2: Tintas y Solventes para Impresión de Serigrafía	33
1.2.1 Definición	33
1.2.2 Tipos de Tintas.....	34
1.2.2.1 Tintas para papel.....	34
1.2.2.2 Tintas para P.V.C., Duroplastos, Metales y Vidrio	34
1.2.2.3 Tintas para Poliolefinas (Polietileno y Polipropileno):	35
1.2.2.4 Tintas Textiles y Tintas U.V.	35
1.2.3 Tipos de Solventes.....	36
1.2.3.1 Alcoholes	36
1.2.3.2 Ésteres y Éteres	36
1.2.3.3 Hidrocarburos y Acetonas.....	37
1.3 Sistemas de Automatización	37
1.3.1 Conceptos de Automatización	38
1.3.2 Tipos de Automatización	39

1.3.3 Elementos para la Automatización	41
1.3.4 Autómatas Programables	42
1.3.4.1 Ventajas de los PLC.....	42
1.4: SISTEMAS NEUMATICOS	47
1.4.1 Sistema Neumático	49
1.4.2 Componentes de un Sistema Neumático	49
1.4.3 Producción y Distribución del Aire Comprimido	50
1.4.4 circuitos Neumáticos	53
CÁPITULO 2	56
2.1: INTRODUCCIÓN A LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN CILÍNDRICA	57
2.1.1 Descripción del Estado Físico Actual de la Maquina	57
2.1.2 Descripción de las Partes de la Máquina de Serigrafía	58
2.1.3 Descripción Detallada del Funcionamiento de la Máquina.....	59
2.1.4 Descripción del Proceso de Operación para la Impresión de una Botella de Plástico.	60
2.2: PROCESO DE PRODUCCIÓN	62
2.2.1 Descripción del Proceso de Producción de una Botella de Plástico	62
2.2.2 Proceso de Producción para Cada producto.	62
2.2.2.1 Botella cónica de 500 ml.....	63
2.2.2.2 Botella de 1 lt Graficolor.....	63
2.2.2.3 Tubo multiusos.	64
2.2.2.4 Botella de 1 lt para insecticida.	65
2.2.2.5 Otros productos.....	65
2.3: PROBLEMAS AL MOMENTO DE IMPRIMIR.....	67
2.3.1 Deformación de las botellas.	67
2.3.2 Basuras.....	67
2.3.3 Error con el registro.....	68
2.3.4 Colocación errónea de la botella.	69
2.3.5 Acumulación de botellas mal impresas.....	69
2.3.6 Condición del personal.....	70
2.3.7 Tiempo de producción.....	70
2.4: MAQUINAS AUTOMÁTICAS PARA SERIGRAFÍA CILÍNDRICA EXISTENTES EN EL MERCADO	70

CÁPITULO 3	73
3.1 PROPUESTA DE SEMIAUTOMATIZACIÓN.....	74
3.1.1 Funciones de la Maquina que se Van a Automatizar.....	74
3.2 CÁLCULOS.....	75
3.2.1 Formulas y Procedimiento.....	75
3.2.2 Calculo de Cilindros Neumáticos a Emplear.....	77
3.2.2.1 Cilindro para Desplazamiento Horizontal de la Pantalla	77
3.2.2.2 Cilindro para Desplazamiento Vertical de la Pantalla	79
3.2.2.3 Cilindro con Inyección de Aire a Presión	80
3.2.2.4 Cilindros para Racero y Espátula	81
3.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	82
3.3.1 Cilindros Neumáticos	83
3.3.2 Válvulas Neumáticas.....	83
3.3.3 Manguera y Conectores Neumáticos.....	84
3.3.4 Elementos Eléctricos.....	84
3.3.5 Controlador	86
3.4 DIAGRAMAS Y PROGRAMACIÓN.....	86
3.4.1 Diagrama de Control de Lazo Cerrado.....	86
3.4.2 Diagrama de Conexión Eléctrico.	87
3.4.3 Diagrama de Conexión Neumática.....	88
3.4.4 Programación del Controlador Lógico Programable (PLC).....	88
3.4.4.1 Lista de Asignacion de Variables.....	88
3.4.4.2 Diagrama en Escalera.....	89
3.4.4.3 Diagrama Espacio – Fase.....	94
3.5 PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA	95
3.5.1 Acerca de SolidWorks®	95
3.5.2 Prototipo de Maquina Semiautomática.....	96
3.5.3 Ubicación de los Dispositivos	97
3.5.3.1 Cilindro Desplazamiento Horizontal.....	97
3.5.3.2 Cilindro Desplazamiento Vertical.....	98
3.5.3.3 Cilindros para Rasero y Espátula	99
3.5.3.4 Cilindro para Inyección de Aire a Presión	99

3.5.3.5 Gabinete y Tablero de Control.....	100
CÁPITULO 4	101
4.1 COSTO DEL MATERIAL A EMPLEAR	102
4.2 COSTO DE DISEÑO Y MANO DE OBRA.....	103
4.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO	103
4.4 RELACIÓN COSTO - BENEFICIO	104
CONCLUSIONES.....	107
ANEXOS	108
BIBLIOGRAFÍA.....	1156

ÍNDICE DE FIGURAS

CÁPITULO 1	13
Figura 1.1 Formato mapa de bits.	16
Figura 1.2 Formato de dibujo vectorial.....	16
Figura 1.3 Original en papel.....	17
Figura 1.4 Bastidor en impresión semicilíndrica.....	18
Figura 1.5 Bastidor con pernos regulables.....	18
Figura 1.6 Tamaño de marco	18
Figura 1.8 Marco metálico.	19
Figura 1.7 Marco de madera.....	19
Figura 1.9a Negativo.	21
Figura 1.9 Imagen opaca.....	21
Figura 1.10a Imagen transparente.....	22
Figura 1.10 Imagen normal.....	22
Figura 1.11 Racero.....	22
Figura 1.12 Goma para racero.....	23
Figura 1.13 Estructuras de la goma.....	23
Figura 1.14 Filos para gomas	24
Figura 1.15 Esténcil de película celulósica.....	26
Figura 1.16 Esténcil de emulsión fotosensible.....	26
Figura 1.17 Máquina de acción de libro.....	29
Figura 1.18 Máquina de elevación vertical.....	30
Figura 1.19 Prensa cilíndrica.....	30

Figura 1.20 Maquina para impresión cilíndrica.....	31
Figura 1.21 Maquina de planchas rotativas.....	32
Figura 1.22 Pulpo de serigrafía.....	32
Figura 1.23 Esquema de un sistema automático.	38
Figura 1.24 Buses de comunicación en un PLC.	45
Figura 1.25 Ciclo de funcionamiento de un PLC	47
Tabla 1.1 Características y ventajas de la neumática.	47
Figura 1.26 Esquema Ley de Boyle - Mariott.	48
Figura 1.27 Circuito neumático.	50
Figura 1.28 Símbolo del compresor.	50
Figura 1.29 Compresor de embolo.	51
Figura 1.30 Compresor de paletas.....	51
Figura 1.31 Compresor de husillo.	52
Figura 1.32 Compresor de tornillo.....	52
Figura 1.33 Turbocompresor axial.	52
Figura 1.34 Depósito y símbolo.	53
Figura 1.35 Tubo de polietileno.....	53
Figura 1.36 Unidad de mantenimiento y símbolo.	53
Figura 1.37 Niveles de un esquema neumático.	54
CÁPITULO 2	56
Figura 2.1 Maquina manual para impresión cilíndrica.	57
Figura 2.2 Cabezal para la pantalla.	58
Figura 2.3 Área de colocación de la botella.	59
Figura 2.4 Vista lateral del pedal para elevar la pantalla.	59
Figura 2.5 Diagrama de flujo del ciclo de funcionamiento de la máquina para impresión.	61
Figura 2.6 Botella cónica.	63
Figura 2.7 Botella 1L Graficolor.	63
Figura 2.8 Tubo multiusos.	64
Figura 2.9 Botella 1L Insecticida.....	65
Figura 2.10 Cilindros publicitarios.	66
Figura 2.11 Tarro 250 g.	66
Figura 2.12 Botella 500 ml.	66

Figura 2.13 Maquina Semi-Automática serie SKA	71
Figura 2.13 Maquina Automática ibs-316.....	72
CÁPITULO 3	73
Figura 3.1 Cilindro Serie MD-25-85-I-PH	83
Figura 3.2 Cilindro Serie MD-12-260-I-PH	83
Figura 3.3 Cilindro Serie MD-12-50-I-P.....	83
Figura 3.4 Cilindro Serie MD-12-40-I-PH	83
Figura 3.5 Electroválvula 5/2 Serie GKG-5/2-1/4-s-110-L	83
Figura 3.6 Válvula Reguladora de Flujo RE	83
Figura 3.7 Conector Rápido Simple	84
Figura 3.8 Conector Rápido “T”	84
Figura 3.9 Manguera Flexible	84
Figura 3.10 Sensor magnético 1500 U.....	84
Figura 3.11 Sensor Capacitivo.....	84
Figura 3.12 Botonera Arranque – Paro	84
Figura 3.13 Selector de 3 posiciones	85
Figura 3.14 Switch Push.....	85
Figura 3.15 Indicadores Luminosos Verde y Amarillo	85
Figura 3.16 Franja Terminales 18 Poleas	85
Figura 3.17 Terminales Tipo Anillo	85
Figura 3.18 Cable de Cobre 2 Polos.....	85
Figura 3.19 Gabinete Plástico.....	86
Figura 3.20 PLC Serie GM7U	86
Figura 3.21 Diagrama de Control de Lazo Cerrado.....	86
Figura 3.22 Diagrama de Conexión Eléctrico.....	87
Figura 3.23 Diagrama de Conexión Neumática	88
Figura 3.24 Pantalla de Inicio LogixPro.....	90
Figura 3.25 Línea 000 a 001	90
Figura 3.26 Línea 002.....	91
Figura 3.27 Líneas 003 a 005	91
Figura 3.28 Línea 006.....	91
Figura 3.29 Línea 007.....	92

Figura 3.30 Línea 008.....	92
Figura 3.31 Líneas 009 a 012	93
Figura 3.32 Diagrama de Flujo de Operación de la Máquina Semiautomática	954
Figura 3.33 Diagrama Espacio – Fase.....	95
Figura 3.34 Ventana arranque SolidWorks®.....	96
Figura 3.35 Propuesta Maquina Semiautomática.....	97
Figura 3.36 Ubicación Cilindro Horizontal	98
Figura 3.37 Ubicación Cilindro Vertical	98
Figura 3.38 Ubicación Cilindros Espátula y Rasero	99
Figura 3.39 Ubicación Cilindro Inyección de Aire	99
Figura 3.40 Ubicación Gabinete de Control	100

INDICE DE TABLAS

CÁPITULO 1	13
Tabla 1.1 Características y ventajas de la neumática.	47
Tabla 1.2 Nomenclatura de esquemas neumáticos.	55
CÁPITULO 3	73
Tabla 3.1 Diámetros y émbolos estándares.....	75
Tabla 3.2 Calculo de cilindro horizontal	78
Tabla 3.3 Calculo de cilindro vertical.....	80
Tabla 3.4 Calculo de cilindro para inyección de aire	81
Tabla 3.5 Calculo de cilindros para rasero y espátula.....	82
Tabla 3.6 Asignación de entradas.....	88
Tabla 3.7 Asignación de salidas.	89
Tabla 3.8 Asignación de elementos internos.....	89
CÁPITULO 4	101
Tabla 4.1 Cotización de Materiales	102
Tabla 4. 2 Costos de ingeniería del proyecto.	103
Tabla 4. 3 Costo total de la inversión del proyecto.....	103
Tabla 4. 4 Costos por Re trabajos Manual.	104

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema semiautomático para una máquina de serigrafía de impresión cilíndrica mediante un Controlador Lógico Programable (PLC), para reducir los costos y tiempos de producción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar la máquina de serigrafía a la que se aplicara el presente proyecto y su estado en que se encuentra actualmente.
- Realizar el diseño de un sistema semiautomático para la máquina de serigrafía y el modo en que se aplicara a esta.
- Comparar el diseño propuesto con el de máquinas existentes en el mercado actualmente.
- Demostrar que la aplicación de este proyecto es viable.

JUSTIFICACION

La impresión con serigrafía altamente demandada para etiquetar y/o personificar recipientes en los que se envasan productos corrosivos que una etiqueta o adherible no soportan. Otro uso de este proceso de impresión es el estampado de ropa, lonas, juguetes, entre otras cosas; como se puede observar, este proceso es utilizado en gran medida en la sociedad y los productos de consumo diario.

Para la impresión con serigrafía en botellas de plástico es muy común encontrar en el mercado mexicano máquinas para impresión cilíndrica. La característica principal de este tipo de máquinas es que la destreza del operador es el factor principal para la productividad y disminución de piezas con algún defecto.

El uso de este tipo de maquinaria es muy común encontrarlo en pequeños talleres o empresas. Donde los índices de desperdicios significan más del 30% de la producción total.

Debido a los puntos antes mencionados, en el presente trabajo de tesis se propone automatizar una máquina de serigrafía cilíndrica, con la finalidad de que la productividad aumente disminuyendo los desperdicios ocasionados por las operaciones donde interviene la destreza del operador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales problemáticas con las máquinas de impresión para serigrafía, es que la mayoría de las que se encuentran en el mercado, son completamente manuales y dependen de un operario que este colocando el objeto e imprimiendo, y la cantidad de impresiones realizadas durante una jornada de trabajo, dependen de la velocidad, destreza y estado físico y mental del operario. Por lo que ocasiona tiempos muertos, incertidumbre en la calidad de impresión, paros de producción, etc.

INTRODUCCION

En el presente trabajo de tesis se hace la propuesta de automatizar una maquina cilíndrica para serigrafía, con la cual se pretende mejorar los tiempos de entrega de las ordenes de trabajo. Esto traerá grandes beneficios, ya que se puede incrementar la productividad y bajar los costos de producción al disminuir el tiempo extra y los retrabajos.

Se planea integrar técnicas de automatización al emplear sensores de detección, PLC's, elementos primarios y finales de control, válvulas y demás elementos necesarios para la automatización.

A continuación, se hará una descripción de cada uno de los capítulos que comprenden este trabajo:

En el Capítulo I: se podrá encontrar la teoría necesaria para la comprensión de lo que se hablara dentro del presente proyecto, primero explicara generalmente acerca de la serigrafía, dando una introducción de que es la serigrafía, cada una de las diferentes máquinas para impresión con serigrafía que existen y su funcionamiento. Los diferentes tipos de tintas que pueden ser empleados para la impresión, explicando sus propiedades, tratamientos, métodos de preparación los materiales a emplear. Los sistemas automatizados, los diferentes equipos y elementos que se pueden utilizar para llevar a cabo la automatización de la maquinaria, sistemas, procesos, etc. Y se finalizara con una explicación de los sistemas neumáticos, los diferentes elementos y equipos que se emplean en dichos sistemas.

En el Capítulo II: se estudiaron los temas relacionados a la máquina de serigrafía para impresión cilíndrica, para la cual se está realizando esta propuesta de automatización. Empezando con una introducción del tipo de máquina a la cual se tiene planeado aplicar esta propuesta de automatización. Siguiendo con una descripción del estado actual de la máquina, como opera y su funcionamiento. Después se explicará el ciclo de funcionamiento de este tipo de máquinas para impresión serigráfica. Se describen los ciclos de producción para cada producto que se realiza con la máquina. Las problemáticas más comunes al momento de

imprimir y por último se presentan algunos de los modelos de máquinas automáticas que se pueden encontrar actualmente en el mercado y que comparten o tienen características similares a las que se planea implementar a la maquina con la que se cuanta actualmente.

En el Capítulo III: se describen las modificaciones que se realizarán a la máquina. Se iniciará explicando cómo se modificarán las distintas partes de la máquina para que pueda operar de forma semiautomática, así como la presentación de un modelo de cómo se verá esta con las modificaciones a realizar, siguiendo con los cálculos necesarios para poder seleccionar los equipos adecuados para el proceso de automatización, continuando con una explicación del porque la selección de los equipos y finalizando con la presentación y explicación de los diferentes diagramas de la maquina como son, lazo de control, eléctrico, neumático, espacio-fase y líneas de programación del PLC.

En el Capítulo IV: se encuentra el estudio económico de este proyecto, para empezar, se muestra una tabla con el costo del material necesario para poder implementar las modificaciones a la máquina y pueda operar de forma semiautomática, seguido de los costos por mano de obra y diseño de la máquina, por último se presenta el costo total de la inversión requerida para la implementación del proyecto y un estudio de Costo – Beneficio para demostrar que es viable la implementación del presente proyecto.

CÁPITULO 1

MARCO TEORICO

En este capítulo se encontrará la teoría necesaria para la realización del presente proyecto, así como conceptos y definiciones necesarias para que el lector comprenda perfectamente de lo que se hablara en los capítulos posteriores.

CAPITULO 1 MARCO TEORICO

1.1: CONCEPTOS DE SERIGRAFÍA

1.1.1 introducción a la Serigrafía

La palabra serigrafía tiene su origen en la palabra del latín “sericum” (=seda) y en la griega “graphé” (=acción de escribir, describir o dibujar).

La Serigrafía es un procedimiento de impresión que consiste en el paso de la tinta a través de una plantilla que sirve de enmascaramiento, unida a una trama tensada en un bastidor. Los antecedentes más antiguos de este sistema se han encontrado en China, Japón y en las islas Fidji, donde los habitantes estampaban sus tejidos usando hojas de plátano, previamente recortadas con dibujos y que, puestas sobre los tejidos, empleaban unas pinturas vegetales que coloreaban aquellas zonas que habían sido recortadas.

La aplicación del sistema de impresión por serigrafía como base de la técnica actual, empieza en Europa y en Estados Unidos a principios de nuestro siglo, a base de plantillas hechas de papel engomado que, espolvoreadas con agua y pegadas sobre un tejido de algodón cosida a una lona, se tensaba manualmente sobre un marco de madera al que se sujetaba por medio de grapas o por un cordón introducido sobre un canal previamente hecho en el marco. Colocada encima la pintura o la tinta, se arrastraba y presionaba sobre el dibujo con un cepillo o racero de madera con goma o caucho, y el paso de la tinta a través de la plantilla permitía la reproducción de las imágenes en el soporte.

En el transcurso de la 2ª Guerra Mundial, los Estados Unidos descubrieron lo apropiado de este sistema para marcar material bélico tanto en las fábricas como en los propios frentes de guerra, habiéndose encontrado restos de talleres portátiles una vez acabada la contienda.

El desarrollo de la Publicidad y el trabajo industrial en serie a partir de los años 50, convirtieron a la serigrafía en el sistema de impresión indispensable para todos aquellos soportes que, por la composición de su materia, forma, tamaño o características especiales, no se adaptan a las máquinas de impresión de tipografía, offset, huecograbado, flexografía, etc. La impresión por serigrafía es el sistema que ofrece mayores posibilidades, pues prácticamente no tiene ningún tipo de limitaciones. [5]

Ventajas de la serigrafía

En la serigrafía se pueden encontrar diversas ventajas:

- Impresión sobre diversos materiales (papel, vidrio, madera, plástico, tela, cerámica, metal, etc.).

- Impresión sobre soportes de variadas formas (plana, cilíndrica, esférica, cónica, cubica, etc.).
- El soporte o pieza que se imprime recibe solo una débil presión al estamparse.
- Logra fuertes depósitos de tinta, obteniendo colores vivos con resistencia y permanencia al aire libre.
- Amplia selección de tipos de tintas: textiles, cerámicas, epóxicas, etc.
- Obtención de colores saturados, transparentes, fluorescentes, brillantes, mates o semibrillantes.
- Simplicidad del proceso y del equipamiento.
- Es rentable en tirajes cortos y largos.

Aplicaciones

Sería difícil llegar a un detalle completo de todas ellas, ya que evoluciona de forma continua. Por tanto, se van a detallar sólo las más utilizadas:

- Reproducción de obra de arte.
- Estampado de tejidos.
- Impresión de plásticos.
- Impresión de madera y corcho.
- Impresión de calcomanías y pegatinas.
- Decoración de cristal.
- Para el flocado de todo tipo de materiales.
- Producción de cartelería mural de gran formato.
- Decoración de escaparates, mostradores, vitrinas, interiores de tiendas.
- Decoración directa por medio de esmaltes y vitrificables de barro, cerámica, porcelana, etc.
- Etiquetas en aluminio, cartulinas, cueros, tejidos, etc.
- Producción de circuitos impresos.
- Rotulación y marcaje para vehículos y material de automoción.
- Impresión de cubiertas para carpetas, libros, etc. [5]

1.1.2 Procedimiento Serigráfico

El proceso serigráfico comprende cuatro etapas básicas y consecutivas, que son:

1. Original

Un original o arte es la imagen o elemento gráfico que se desea reproducir. Este puede ser un dibujo, una foto blanco y negro o color, una imagen almacenada en un computador, un texto, una ornamentación o un montaje de varios de estos elementos. El original es indispensable, ya que de éste se obtiene una película para realizar la matriz por el método de fotograbado, o una plantilla para adherir a la malla en el caso de las matrices recortadas. Se pueden clasificar de la siguiente forma:

Según el soporte en que se encuentre el original, esto es, el medio en que está el original y se puede tratar de:

Originales digitalizados: Se obtiene por medio de un computador, ya sea escaneando una imagen, obteniéndola de un banco de imágenes o clip-art, o creándola con un programa de diseño, almacenan un gráfico como un mapa de bits similar al que el computador emplea en su memoria de video, es decir pixel a pixel, estos formatos entregan una amplia gama de tonalidades y degradados de color, pero poseen una resolución fija, ocupan mucho espacio de disco y poseen poca flexibilidad en manejo de los gráficos, en comparación con formatos de dibujo vectorial, como se observa en la Figura 1.1. [6]



Figura 1.1 Formato mapa de bits.

Formato de dibujo vectorial: Estos guardan un gráfico como una descripción matemática de sus formas geométricas básicas, de esta forma ocupan poco espacio en disco, por lo mismo la imagen se puede escalar, reduciendo o aumentando su tamaño sin pérdida de la definición, y los diferentes elementos se pueden manipular en forma independiente y rápida (Figura 1.2). No es adecuado para fotografías o imágenes con muchas tonalidades y matices que no tienen bien definidas sus líneas o el contraste entre fondo y figura. [6]



Figura 1.2 Formato de dibujo vectorial.

Originales en papel: Este debe ser a tamaño igual de reproducción o mayor, con absoluta nitidez y buen contraste. Debe estar limpia y sin quiebres ni arrugas. Este original con sus líneas de corte, cruces de registro y líneas de plegado si lo requiere, va montado en una cartulina rígida formando una carpeta con una hoja translúcida sobrepuesta para protegerlo y hacer en ella indicaciones de color u otras observaciones, como se muestra en la Figura 1.3. [6]

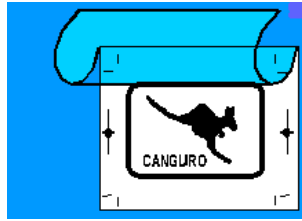


Figura 1.3 Original en papel.

Formas de confeccionar originales para serigrafía

Los originales se puede realizar en:

Forma manual: Usado generalmente para ilustraciones. Se utiliza mesa de dibujo estilográfica, reglas, compás, letras y tramas transferibles, tinta china, etc. Es un proceso lento y tedioso, adecuado en la actualidad sólo para ilustraciones artísticas.

Forma computacional: Se utiliza un computador con capacidad gráfica y programas de manejo gráfico, en formatos de mapas de bits o de dibujo vectorial. Las facilidades de este son su rapidez, flexibilidad, calidad y economía en los costos, posee las ventajas de diagramar textos, introducir imágenes por scanner, para retocar y componer, utilizar y modificar una gran variedad de fuentes, realizar separaciones de color, guardar en disco gran cantidad de imágenes en diferentes formatos y además obtener directamente películas para fotografiar matrices por salida de impresora láser o fotocomponedora, evitando el proceso fotográfico.[5] [6]

MARCOS

Los marcos pueden ser de diferentes formas, tamaños y materiales, pero todos tienen que tener dos cualidades fundamentales:

Rigidez: es la más importante de las dos cualidades antes mencionadas. Para que la malla que se fija y tensa al marco no se deforme y por tanto pierda tensión, éste tiene que ser lo suficientemente robusto ya que las tensiones a las que se trabaja hoy en día pueden alcanzar los 30 Kg/cm. La pérdida de tensión de la malla provoca variaciones en el registro y mala definición de la impresión.

Peso: El peso de la pantalla es un factor importante ya que debe ser manejado por el o los operarios en el proceso de la impresión con relativa facilidad.

Tipos de marcos para serigrafía

En la confección de bastidores se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos o variables:

Uso o destino del bastidor: El destino o forma en que se utilizara el bastidor da la pauta para la elección de sus características. Si se utilizará en máquinas automáticas, semiautomáticas o manuales, su formato y el de sus perfiles deben ajustar en las prensas de la máquina.

Para impresión semicilíndrica, un marco confeccionado con lámina metálica se fotografaba en forma plana y posteriormente se le da la curvatura apropiada al soporte o envase, como se muestra en la figura 1.4.[5][6]



Figura 1.4 Bastidor en impresión semicilíndrica

En estampado textil, ya sea en mesones o camillas, se utilizan bastidores con pernos regulables en sentido lateral y longitudinal para obtener y ajustar los calces consecutivos de color (Figura 1.5).

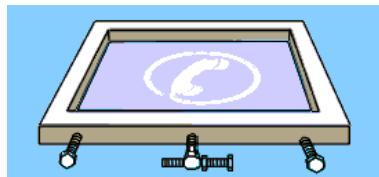


Figura 1.5 Bastidor con pernos regulables.

Tamaño del marco: La elección del tamaño que debe tener un marco se realiza a partir de tamaño de la imagen que se imprimirá y de los espacios laterales para que se desplace el racero y de los espacios a los extremos para depositar la tinta.

- El racero debe ser unos 2 cm. por lado más ancha que la imagen
- Cada extremo del racero debe quedar, al desplazarse, como mínimo a 4 ó 5 cm. del borde del marco.
- A cada extremo de la imagen, se debe considerar unos 8 cm. para depositar tinta y apoyar el racero, como se muestra en la figura 1.6. [6]

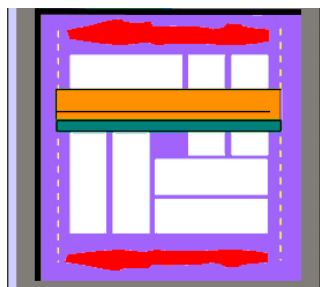


Figura 1.6 Tamaño de marco.

Material del marco: El uso que se le dará al bastidor, ya sea intensivo o solo esporádico, determinará la calidad de la construcción y del material del marco. Los marcos se pueden confeccionar en madera firme y seca, bien ensamblados o en metal (fierro, acero, aluminio) bien soldados, (Figuras 1.7 y 1.8).

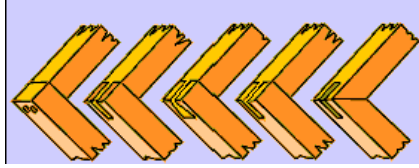


Figura 1.7 Marco de madera.

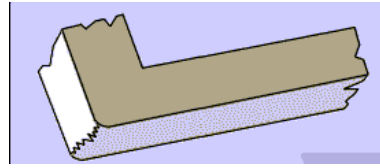


Figura 1.8 Marco metálico.

Marcos de madera: son muy utilizados por ser de bajo costo, livianos, fáciles de confeccionar y de fijar en ellos la malla, pero poseen el inconveniente de que la madera se dobla, por lo que no son adecuados para impresiones que no requieren de buen ajuste.

Marcos metálicos: poseen mayor vida útil que los marcos de madera. Un marco metálico durable y de buena calidad, siempre será una buena inversión. [6]

MALLAS

Está formada por un tejido (especialmente confeccionado) tensado sobre un marco. Este tejido es el elemento primordial para la correcta impresión puesto que ésta se hace a través de la malla de dicho tejido y esto es así por varias razones:

- 1 Porque es lo que ha dado nombre a la serigrafía.
- 2 Condiciona las características del trabajo a imprimir.
- 3 Determina la calidad del trabajo impreso.

Las fibras sintéticas se podrían agrupar en dos grandes grupos; las poliamidas (Nylon) y los poliésteres (Terylene). Estas fibras ofrecen una serie de ventajas como son:

1. Son fibras monofilamento y de muy poco grosor, por lo que se pueden confeccionar mallas muy finas.
2. Gran resistencia al desgaste mecánico lo que supone mayor durabilidad.
3. Gran estabilidad dimensional (especialmente el poliéster).
4. Resistencia a la abrasión tanto de los productos químicos utilizados en su recuperación y limpieza como de los disolventes.
5. Gran uniformidad en su fabricación pudiendo conseguir tejidos de gran finura. [5]

Clasificación de las mallas

Las mallas sintéticas se clasifican según dos parámetros:

1. Por el número de hilos por cm de borde del tejido, varía de 12 a 200.
2. Según el grado de densidad de los hilos, se nombra con las letras:
 - HD Fibra espesa y fuerte

- T Fibra normal
- M Fibra mediana
- S Fibra ligera de diámetro pequeño [5]

Selección de las mallas

Para la correcta selección de la malla, se han de tener en cuenta fundamentalmente dos consideraciones:

1º El depósito de tinta

La densidad de las mallas tiene una relación directa sobre el depósito de tinta. Para conseguir depósitos elevados, se deberá seleccionar un grado de densidad HD y número de hilos 100 o inferior.

Para imprimir con tintas textiles con partículas de pigmentos gruesos, son necesarias también mallas de baja densidad (40 T a 77 T). Si por el contrario lo que se desea es un depósito de tinta fino o reproducción de colores translúcidos, se utilizarán los tipos de malla ligera (S) y con número de hilos 120 ó superiores. [5]

2º La imagen a reproducir

Para clichés de trama o trazos finos conviene elegir mallas de 100 hilos/cm. o superiores y densidad T.

Como regla general se debe tener en cuenta lo siguiente: el diámetro del hilo no debe ser mayor que el punto más pequeño de la trama a reproducir pues puede que la dimensión del hilo coincida con la del punto quedando éste superpuesto y por consiguiente bloqueado produciendo entonces fallos en la reproducción de tramas finas. Vamos a enumerar a continuación los tipos de malla más frecuentemente usados en serigrafía. [5]

Mallas de poliamida (NYLON): Tienen gran resistencia al desgaste y a la abrasión así como a los productos químicos y disolventes. Su elasticidad las hace muy útiles para la impresión de objetos con superficies desiguales.

Mallas de poliéster: Mejor estabilidad dimensional que el Nylon, ofrece mayor resistencia al tensado lo que le hace ser el más comúnmente utilizado en la impresión serigráfica. Tanto el Nylon como el Poliéster, se pueden presentar en el mercado coloreados. Este teñido (amarillo, naranja o rojo), mitiga el efecto de dispersión de la luz en la exposición directa a los rayos ultravioletas, absorbiendo dicha radiación U.V.

Poliéster metalizado: Para trabajos que requieran gran precisión y estabilidad dimensional como la impresión de circuitos impresos. Son mallas de Poliéster tratadas con níquel después de haber sido tejidas. El metalizado hace que la

electricidad estática generada por la fricción de la regleta contra el tejido sea expulsada a través de éste al actuar como conductor eléctrico.

Mallas antiestáticas: Creadas a base de mezcla de Poliéster y un Nylon carbonizado, lo que hace que la electricidad estática se descargue de la pantalla facilitando la impresión de materiales plásticos y evitando que las partículas de polvo se adhieran a los mismos impidiendo su impresión.

Mallas calandradas: Mallas creadas para reducir el depósito de tinta cerca del 50 %. Empleadas principalmente para imprimir con tintas U.V. (100 % de contenido sólido).

Mallas de acero inoxidable: Empleadas en aplicaciones industriales para impresiones de gran precisión (circuitos impresos) y depósitos altos de tinta. También se emplean en decoración de cristal, cerámica y porcelana, así como con tintas termoplásticas. Sin embargo, su precio es muy elevado, así como su vulnerabilidad al roce dada su poca elasticidad. Para su tensado se requiere equipo especial.

Mallas de poliéster de alta tensión (High Tech): Recientemente desarrolladas, estas mallas están dotadas de una mayor resistencia a la extensión alcanzando niveles de tensión superiores a las mallas convencionales (hasta 100 newton/cm.) a la vez que la pérdida de tensión por el uso es sensiblemente inferior.

A estas dos anteriores ventajas habría que sumar una reducción de la distancia de contacto (espacio entre la malla y la superficie a imprimir) lo que conllevaría un mejor registro junto con una mejor calidad de impresión ya que reduce el nivel de fricción de la regleta contra la malla redundando a su vez en una mayor durabilidad de ésta. [5] [6]

2. Películas.

Fundamentos básicos de las películas

Para obtener una matriz por el proceso de fotograbado se requiere de una película o transparencia, esta es una lámina transparente con una imagen opaca a la luz, especialmente a la luz ultravioleta (Figura 1.9), que corresponde exactamente a la imagen que será impresa, la imagen en la película puede ser un positivo o un negativo (Figura 1.9a), utilizándose positivos para la mayoría de los trabajos.



Figura 1.9 Imagen opaca.



Figura 1.9a Negativo.

En la película los colores opacos a la luz ultravioleta producen áreas abiertas en la matriz, mientras que las áreas transparentes producen áreas cerradas al atravesar por ahí la luz y endurecer la fotoemulsión. [6]

Requisitos de una película para serigrafía:

- La lámina debe presentar máxima transparencia y limpieza.
- La lámina no debe arrugarse ni variar dimensionalmente ante cambios de temperatura y humedad.
- El dibujo debe ser bien definido y completamente opaco a la luz ultravioleta, pudiendo ser de colores negro opaco, rojo transparente o naranja transparente.
- La imagen no debe tener líneas o tramas demasiado finas que no alcancen a definirse en la matriz o que puedan taparse durante la impresión.
- Se requiere de una película por cada color de impresión.
- La película debe tener la emulsión, tinta o tóner en su cara frontal(Figura 1.10) al leerse en forma normal, excepto para imprimir en láminas adhesivas transparentes que se leerán a través del vidrio en que se adhieren(Figura 1.10a). Las películas para impresión en máquinas offset utilizan la emulsión en su cara posterior.

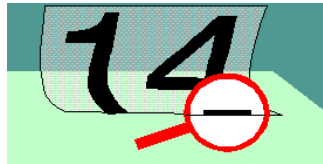


Figura 1.10 Imagen normal.



Figura 1.10a Imagen transparente.

- Para serigrafía, y demás sistemas de impresión, no se utilizan películas fotográficas de medio tono, esto porque la fotoemulsión no distingue variaciones de tono a menos que estén tramadas. [6]

El racero.

Consiste en una lámina de caucho, neopreno, uretano o poliuretano sujeta a un mango o encabador de madera o aluminio. El racero debe cubrir completamente el diseño que se estampa. Su función es arrastrar la tinta por toda la malla consiguiéndose así que la tinta pase a través del tejido y quede impresa sobre el material deseado (Figura 1.11). [5][6]



Figura 1.11 Racero.

Tira de Goma: debe ser relativamente blanda, muy lisa, resistente al roce, tintas y solventes (Figura 1.12). Es requisito que sea fácil de manipular y limpiar. Un punto a tomar en cuenta es que la goma debe ser ajustada en el mango solo a presión, sin perforarla. Sus principales características son:

- **Dimensiones de la goma:** La goma posee un espesor de 7 a 9 mm. y el largo estará determinado por el largo del mango o asidero.
Las gomas se expenden generalmente en dos anchos según su aplicación. En máquinas automáticas se emplean gomas con ancho de alrededor de 3,5 cm.
En impresiones manuales las gomas poseen un espesor de 4 a 6 mm. y un ancho de 3 a 5 cm. [6]

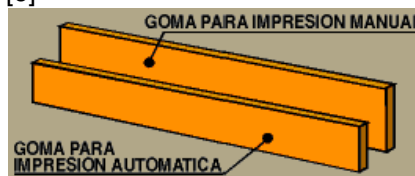


Figura 1.12 Goma para racero.

- **Material de la goma:** El material sintético de las gomas es variado, dependiendo de su resistencia a la abrasión y a los solventes, los de uso más común son:
 - Neopreno: es económico, pero no posee resistencia a la abrasión, se desgasta rápidamente y puede llegar a oscurecer, las tintas de colores claros.
 - Nitrilo: es solo un poco más resistente a la abrasión que el neopreno.
 - Poliuretano: posee excelente resistencia al desgaste, y se encuentra en variadas durezas. Aunque es más caro que los materiales anteriores su larga vida útil lo justifica plenamente. [6]
- **Estructura de la goma:** Para la mayoría de las impresiones se utiliza una tira de goma normal o simple, pero para un mayor control de la impresión, especialmente en máquinas automáticas se utilizan tiras de goma compuestas de dos o tres tiras de diferente dureza (Figura 1.13). [6]

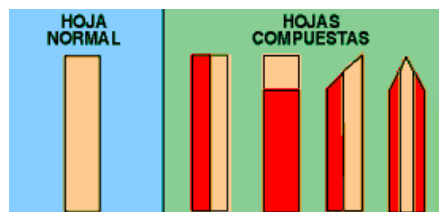


Figura 1.13 Estructuras de la goma

- **Dureza de la goma:** esta se mide en Shore, una escala que va de 0 a 100, los números mayores indican mayor dureza. Las gomas más blandas se

utilizan en impresión manual por ser más adaptables y flexibles, y las más duras en impresión en máquinas automáticas. La dureza de las gomas se relaciona directamente con el espesor de la capa de tinta depositada en la impresión:

- Goma blanda de 45 a 55 Shore; produce un mayor espesor de tinta, se utiliza mucho en estampado textil, y también para imprimir objetos irregulares o con cierto relieve.
 - Goma de 55 a 70 Shore; se ocupa las impresiones de papel, cartón, autoadhesivos, y placas de madera.
 - Goma dura, de 70 a 80 Shore; deja un menor depósito de tinta, ocupándose en la impresión de tramas de cuatricromía sobre materiales lisos, y en la impresión de tintas U V. [5]
- **Filo de la goma:** condiciona el espesor de la capa de tinta depositada y la definición de la impresión. Las superficies absorbentes requieren bordes redondeados; y las superficies no absorbentes precisan de bordes de goma afilado. Para corregir desgaste o melladuras en el perfil o filo se recurre al Rectificado de la Goma. Los perfiles más comunes son (Figura 1.14):
 - Perfil redondo; deposita una capa gruesa de tinta, se utiliza en textil para impresión de tintas cubrientes y puff.
 - Perfil cuadrado de borde redondeado; para impresiones textiles que necesiten de un buen depósito de tinta.
 - Perfil cuadrado de borde recto; se utiliza en impresión de papel, autoadhesivos y en láminas lisas y rígidas de plástico, madera, vidrio o metal, y también en textil para impresión de detalles finos.
 - Perfil biselado; Comúnmente usado en máquinas automáticas, deposita poca tinta para materiales poco absorbentes como papeles satinados, plásticos y vidrio.
 - Perfil en punta; para impresiones, utilizando máquinas automáticas, de objetos cilíndricos y algunas superficies poco absorbentes. [5][6]

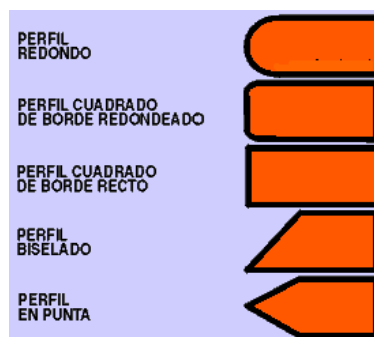


Figura 1.14 Filos para gomas

3. Matrices

Matriz es la imagen formada en la pantalla por un material bloqueador al paso de la tinta, produciendo áreas abiertas en ciertos lugares y tapadas en otros, se le llama también clisé, chablón, stencil o grabado.

Una matriz debe ser fácil y rápida de confeccionar, poseer buena definición, durabilidad en tirajes altos, resistencia a las tintas y ser fácil de borrar o de desmenujar en caso de requerirlo. Se puede obtener de diferentes formas:

Por fotograbado: En este caso se obtiene una óptima definición de la imagen al copiar, gracias a un proceso fotoquímico, una imagen desde una película o transparencia a una malla emulsionada.

Es este el sistema de mayor precisión, rapidez y el de más amplia utilización pues permite reproducir líneas finas, tramados, textos, fondos etc. con un equipamiento básico de: emulsión, sistema de contacto y equipo de exposición.

Por plantillas recortadas: Adhiriendo una plantilla calada de papel o película a la pantalla, para ser utilizado solo en la impresión de motivos simples a tamaño mediano y grande. Muy adecuado como actividad educativa de taller para niños. No permite la utilización de tramados ni complicadas líneas finas, es apto sólo para imágenes muy simples. [5][6]

El estencil

Para estampar hay que preparar la malla con el diseño que se va a imprimir. Destaquemos tres métodos:

Estencil de papel. Para el estencil de papel puede servir una hoja de papel blanco. Se dibuja un diseño o letras de trazos gruesos y se recorta con un bisturí.

Tome una malla limpia y en el interior haga una máscara con masking tape o cinta pegante de empacar de manera que solo quede un cuadro libre en la malla un poco menor que el estencil de papel. Coloque el estencil sobre la superficie a imprimir, encima la malla. En el interior de la malla aplique un poco de tinta, estampe y recoja la tinta contra el marco. Por lo regular un estencil de papel puede durar para unos 30 estampados seguidos.

Estencil de película celulósica. Consiste en una capa de celulosa verde sobre un soporte de vinilo. Colocamos un pedazo de película sobre un diseño que se quiera copiar. El vinilo hacia el diseño y la celulosa verde hacia arriba. Se fija con cinta adhesiva y se hace el calcado cortando con un bisturí. Solo se debe cortar la capa de celulosa sin perforar el soporte de vinilo. Los cortes en las esquinas se deben cruzar y así al desprender la película las puntas quedarán agudas.

Después del corte se empieza a levantar la película usando la punta del bisturí. La malla debe estar limpia y sin grasa, lo mismo que el estencil. El estencil recortado

se coloca sobre una revista o un cartón, encima se coloca la malla, es imprescindible un buen contacto entre la malla y el esténcil.

Se empapa un trapo en thinner y se pasa suavemente por el interior de la malla en el área donde está el esténcil, el thinner derrite la película de celulosa y notamos que cambia de tono a un verde más intenso. Inmediatamente tomamos un trapo seco y friccionamos la malla para adherir la película derretida en la malla. El exceso de thinner puede derretir demasiado la película, para prevenir se puede adherirla por partes. Se deja secar completamente, unos 10 minutos.

Después se retira el soporte de vinilo y se nota como la película ha quedado adherida a la malla. Esta película es resistente a las tintas a base de agua, a las tintas póster y a la mayoría de los plastisoles, pero no resiste las tintas a base de solventes como las vinílicas. Este esténcil puede soportar unas dos mil impresiones seguidas sin deteriorarse. Después de imprimir y de limpiar la tinta se puede retirar la película de la malla, si se desea, usando thinner (Figura 1.15). [5][6]



Figura 1.15 Esténcil de película celulósica.

Esténcil de emulsión fotosensible. Este es uno de los más interesantes métodos para hacer un esténcil en la malla porque ofrece una amplia variedad de posibilidades. Hace posible la impresión de grandes y pequeños detalles con igual facilidad. Así mismo es posible hacer miles de estampados con la misma malla sin que el esténcil de emulsión fotosensible se deteriore (Figura 1.16). [6]



Figura 1.16 Esténcil de emulsión fotosensible.

4. Impresión

Para obtener una impresión limpia y de registro exacto, es importante ajustar correctamente el salto y la elevación.

Se denomina salto a la distancia entre el tamiz de impresión y el material a imprimir, en un momento poco antes del proceso de impresión, es decir, antes que el racero oprima el tamiz sobre el material a imprimir. El salto es necesario, en primer lugar para que el material a imprimir no sea tocado por el tamiz antes de efectuar la impresión, y eventualmente se emborrone; en segundo lugar, para que el tamiz tenso se separe del material a imprimir inmediatamente detrás del racero de impresión.

El salto se ajustará lo más pequeño posible, por ejemplo:

- Para un formato de imagen impresa DIN A3 2-3 mm.
- Para un formato de imagen impresa DIN A0 4-5 mm.

Para la impresión a mano generalmente se utiliza un salto algo mayor que para la impresión a máquina.

Debe vigilarse siempre rigurosamente que el tamiz se mantenga colocado paralelo a la mesa de impresión. [5] [6]

El material a imprimir

Ante todo, hay que establecer si se trata de un material unitario, o bien, compuesto por otros varios distintos; si por ejemplo, se trata de dos capas distintas, laminadas conjuntamente o adheridas con cola. Ensayos sobre las variaciones dimensionales ocasionadas por la acción de variaciones térmicas, o de humedad ambiente, son totalmente imprescindibles para la preparación de un proceso de trabajo impecable.

Preparando la impresión

En este proceso hay siempre un procedimiento establecido, el cual hay que seguir cuando estamos montando la máquina para la impresión. Este procedimiento se le conoce como preparación, el método exacto para la preparación está determinado, por la aplicación, o la máquina a emplear, sin embargo, el número de procedimientos es común a la mayoría de las aplicaciones y puede aplicarse a la mayoría de los equipos.

1. Para la colocación de la hoja con el trabajo a realizar, ésta debe llevar unas marcas de trabajo o cruces de registro, éstas vendrán preparadas desde el estudio, pero siempre antes que lleguen al impresor, el maquinista debe tener la información esencial necesaria antes de empezar a realizar el trabajo expuesto a ser posible en una hoja de trabajo.

2. Antes de sujetar la pantalla dentro de la máquina es necesario centrar y arcar los bordes, porque una vez sujeta dicha pantalla, sólo es posible hacer ajustes para el registro, pero éstos son limitados, la sujeción debe ser perfecta y hay que revisarla, pues cualquier movimiento desajusta la impresión causando errores de registro.

3. El ajuste del registro de las máquinas, hay que igualarlo siempre antes de empezar el montaje de las pantallas, para permitir así un máximo ajuste en todas las direcciones, la distancia de contacto deberá partir de cero y así en cualquier ajuste que se haga se puede controlar, esto es importante, y especialmente en los procesos de cuatricomía o multicolores, donde la tensión de la pantalla y el control de distancia de contacto requiere un cuidadoso control.

4. La mayoría de las impresiones, necesita que la pantalla tenga una distancia de contacto con el material a imprimir, esto facilita el paso de la tinta y ésta se extiende rápidamente y además, previene el despegue de la pantalla, evitando una mala impresión.

5. El área de impresión, generalmente las tintas más sólidas, requieren mayor distancia de contacto, como también cuando son fondos completos, no así los textos o impresión de líneas. Esto es debido a que, cuanto mayor sea el área de impresión de la pantalla, en contacto con la superficie a imprimir, mayor será la resistencia a su separación.

6. Es muy importante la viscosidad de la tinta, para realizar una buena impresión, las tintas viscosas, se resisten a la hora de la impresión a efectuar un despegue correcto, lo que obliga a incrementar la distancia de contacto, a su vez perjudica una buena impresión, por lo tanto, es necesario corregir dicha viscosidad.

Tipos de impresión

Existen dos tipos de impresión, estos se clasifican de acuerdo a la superficie a imprimir y son:

Plana: desde pequeños formatos para artículos publicitarios hasta grandes dimensiones para decoración de vallas o vehículos.

Cilíndrica: se usa para la decoración de envases con formas regulares. [5]

1.1.3 Maquinaria de Serigrafía

Las primeras máquinas eran sencillas pero debido a las tendencias del mercado de la serigrafía, cada vez se van haciendo más complejas.

1.1.4 Clasificación de las Máquinas de Serigrafía.

Aunque es imposible nombrar todas las innovaciones de todas las máquinas, comenzamos por nombrar las principales:

1.1.4.1 Máquinas con un marco de acción de libro

Denominadas también máquinas planas, porque están compuestas de una base plana en la que se imprimen los objetos, son las más utilizadas. Consta de una

mesa ensamblada, un sistema de marco para sujetar la pantalla, sistemas para ajustar la distancia del marco con el tablero y ajustes de registro (Figura 1.17).

La pantalla abre y cierra por medio de un mecanismo, mecanizado y sincronizado, con una regleta conducida mecánicamente y un carro para la conducción del racle. En la mayoría de las máquinas, la tinta vuelve a la posición de pre-impresión por una guía mecánica. Esta regleta va colocada detrás del racle. El ángulo y la presión de la regleta y del racle se deben aplicar para efectuar una perfecta uniformidad de la tinta sobre la pantalla para realizar una buena impresión.

El principio de la impresión comienza con la pantalla abierta, para que así quede la mesa de absorción a la vista con los tres topes o guías para poder colocar el material a imprimir. La pantalla baja y el racle empieza a realizar la impresión forzando la tinta al paso por la malla, cuando termina vuelve a elevarse y la regleta cubre la pantalla de tinta mientras se eleva, y así poder mantener fresca la imagen a imprimir, quedando preparada para el próximo ciclo, se seca el material impreso y se pone el siguiente, empezando de nuevo el ciclo. [7]



Figura 1.17 Máquina de acción de libro.

1.1.4.2 Máquina de serigrafía de elevación vertical plana.

Este sistema es el que la pantalla se eleva verticalmente de la base de impresión y su posición en horizontal a lo largo del ciclo de impresión. El control de la tinta es más eficaz y el ciclo de impresión es más rápido, ya que la pantalla sólo se eleva unos 3 m/m para permitir la alimentación (Figura 1.18).

Hay dos tipos de máquinas de subida vertical. Una es que la base de impresión es estacionaria, donde se coloca el material en los tacones, baja la pantalla y el material es arrastrado por las pinzas a las cintas transportadoras del secadero. La segunda forma, es la que el tablero sale de su posición, para permitir un mejor ajuste de los materiales, volviendo hacia dentro, donde sigue el proceso de impresión. [7]

1.1.4.3 Prensa cilíndrica.

Es un concepto diferente de la prensa plana, estas máquinas están compuestas por un tambor de vacío y perforado que tiene la guía en la parte superior del cilindro. La regleta y el racle permanecen fijos, mientras que lo que se mueve es la pantalla. El agarre y ajuste del material funciona por medio de cintas que lo lleva



Figura 1.18 Máquina de elevación vertical

hacia el tambor, donde es agarrado por las pinzas. Estas lo sostienen en contacto mientras se imprime. Debido a que el cilindro rota bajo la pantalla y ésta se mueve a través de su ciclo de impresión, forzando el racle a la tinta a pasar a través de la pantalla. Al final de la secuencia de impresión, la hoja impresa se suelta de la pinza pasando a una cinta transportadora y el cilindro retorna a recoger otro pliego y así sigue el ciclo. Las hay con cambio pantallas automático, aunque las más usuales son de cambio de pantalla a mano, debido a que las pantallas tienen un mecanismo de registro (Figura 1.19). [7]



Figura 1.19 Prensa cilíndrica.

1.1.4.4 Máquinas de impresión para objetos cilíndricos.

El cilindro de impresión se reemplaza por el cilindro que sujeta la botella o el objeto a imprimir, el cual está soportado desde abajo por sujeciones de rodillo. La acción es exactamente la misma que las máquinas cilíndricas, la pantalla se va deslizando por encima del objeto a imprimir y éste va rodando, mientras la regleta y rastrillo, que están en el interior de la pantalla, fuerzan la tinta para su paso.

Estas máquinas se fabrican en gran variedad de tamaños, para poder imprimir desde el más pequeño objeto como puede ser un tapón o bote de perfume hasta tambores para líquidos más grandes. (Figura 1.20). [7]



Figura 1.20 Máquina para impresión cilíndrica.

1.1.4.5 Máquina serigráfica de Pantallas rotativas.

La pantalla tiene la forma de cilindro perforado sin cortinas, hecho de un metal ligero, que le da la rigidez y solidez por los dos aros de metal que tensan, lo que hace que se quede fija. La regleta está hueca, permitiendo que la tinta pase directamente a través de la pantalla, es decir, la tinta va en el interior de la pantalla como así la regleta.

Como la pantalla rota alrededor de la base estacionada, el soporte a imprimir, es forzado a través de la abertura, de la pantalla por debajo de la banda. Las pantallas rotatorias están hechas como las pantallas convencionales, con distintas aberturas de malla. Hay que tener en cuenta la abertura de la malla y la densidad, pues alguna vez se emplea una malla distinta, es posible que varíe la densidad media que se deposita sobre el material a imprimir. Sin embargo, el principal control es lograr el perfecto ajuste del racle sobre la pantalla.

Los clichés se graban en la pantalla por el método de fotoemulsión directo y por la acción de láser directo. El procedimiento es similar en principio a la fabricación de clichés directos convencionales. Pero requiere una emulsión especializada y técnicas de exposición. El proceso de montaje de pantallas, también requiere una planta especializada, el método de insolación por láser se lleva a cabo utilizando solamente pantallas de metal.

Las máquinas se fabrican en tamaños estándar, marcando la anchura de los materiales a imprimir. La circunferencia de la pantalla marca la longitud de la impresión. (Figura 1.21) [7]

1.1.4.6 Pulpo de serigrafía (máquinas tipo carrusel).

Están basadas sobre el principio del marco con bisagras, al principio fueran diseñadas para la impresión multicolor para prendas deportivas, camisetas. Por encima de cada plancha hay una cabeza de impresión (que también rota), esta cabeza de impresión, consiste en un marco que se sujeta a la parte posterior,

sobre un ángulo en forma de V, donde se sujeta por medio de tornillo, así como la regleta, y el racle sujeto a otro mecanismo para efectuar la impresión que va de adelante hacia atrás o viceversa.



Figura 1.21 Máquina de planchas rotativas.

El ciclo de impresión empieza colocando el material sobre la plancha plana, se realiza la primera impresión o color, gira la plancha pasando por debajo a la segunda pantalla para efectuar el segundo color, y así sucesivamente hasta completar el ciclo, que puede ser de tantos colores como mesas de impresión.

También en las máquinas (carrusel) que se denominan así, por su giro en forma de un carrusel, entre planchas hay incorporados estaciones de secado de flases; infrarrojos y unidades de refrigeración, para así efectuar una buena impresión, sin que exista un mal uso de los materiales a imprimir (este tipo de máquinas se emplea, normalmente en impresiones textiles y prendas acabadas).

También hay algunos modelos para otros materiales como papel o adhesivo, normalmente para estos materiales la plancha, está agujereada para realizar la sujeción de la prenda. Cuando todos los colores están impresos, el material es transferido al túnel de secado donde termina de secar o curar por medio de radiaciones infrarrojos o gas.

Estas máquinas se diseñan en distintos tamaños, con números de tableros, que normalmente van de 4 a 16 cuerpos. Pueden ser diseñadas con unos parámetros de producción y trabajos específicos (Figura 1.22). [7]



Figura 1.22 Pulpo de serigrafía.

1.2: Tintas y Solventes para Impresión de Serigrafía

1.2.1 Definición

Una tinta serigráfica es, básicamente, una composición de Resinas, Pigmentos y Disolventes, destinada a dar color a una impresión determinada. Los pigmentos son los que nos confieren, aparte del color, las características de transparencia u opacidad y sobre todo de estabilidad a la luz de los impresos.

Las resinas tienen una gran importancia en cuanto a transferir a la tinta las características de anclaje al soporte a imprimir. Las resinas, además, confieren a la tinta diversas propiedades, como la de mayor o menor facilidad de liberar los solventes, lo que se traduce en un secado más o menos rápido. Los disolventes como ya se ha dicho, tienen la función de regular la fluidez de las tintas, para permitir su aplicación.

En las tintas al agua, se emplean como disolventes, el agua, algunos alcoholes y algunos disolventes orgánicos, que actuando como cosolventes, facilitan la formación de película de las resinas.

En las tintas convencionales se emplean disolventes orgánicos, los cuales con una adecuada selección, permiten regular el secado de las tintas de acuerdo con las necesidades de velocidad que se tienen. [5]

Características auto solventes de las tintas Serigráficas

Esta característica es la posibilidad de que una tinta sea capaz de disolver con facilidad a la misma tinta seca.

La importancia de que una tinta sea autosolvente radica en que si una tinta es capaz de disolver los restos de tinta seca en la pantalla con facilidad, permitirá, por un lado mejorar la calidad de impresión impidiendo la obturación de la pantalla y por otro, permitirá bajar el índice de evaporación de los disolventes empleados en la formulación de la tinta, aumentando de esta manera, la velocidad de secado de la tinta sobre el soporte. [5]

Tipos de secado de las tintas

Las tintas serigráficas, una vez depositadas sobre el soporte, tienen diferentes tipos de secado. Mismos que se explicaran a continuación:

Secado por evaporación. Éste se produce, una vez depositada la tinta sobre el soporte, por la evaporación de los solventes. Esta evaporación puede acelerarse, mediante una aportación de aire caliente, facilitándose de esta manera, la evaporación de los disolventes. Por el contrario, las bajas temperaturas, dificultan

el secado de las tintas por evaporación. Este tipo de secado, es el habitual en las tintas de impresión de cartelería convencionales.

Secado por reticulación. Éste se produce, una vez evaporados los disolventes que pudiera haber en la tinta, al finalizar una reacción química, mejorándose substancialmente las características de la película de tinta. En este tipo de tintas, debe tenerse en cuenta el "pot life" o tiempo de vida útil de la mezcla y no emplearse nunca, una vez analizado éste.

Secado por U V o secado por radiación. Este tipo de secado, se produce casi instantáneamente, al formarse una película de Polímero sobre el soporte. Ello viene motivado por el hecho que la tinta está formulada con una combinación de Prepolímeros que hacen la función de ligante o resina, Monómeros, que hacen la función de disolventes para regular la viscosidad, y aparte de los pigmentos y aditivos, un Fotoiniciador. Éste último, al recibir la luz ultravioleta, se descompone bruscamente, formando radicales libres que hacen polimerizar rápidamente al prepolímero conjuntamente con el monómero.

Secado por E.B (Bombardeo de Electrones). Tiene las ventajas de poder disminuir el coste de las tintas, debido a la ausencia de Fotoiniciadores, poder aumentar la opacidad de las tintas debido a la mayor penetración que hace sobre la película de tinta el bombardeo de electrones respecto a la luz ultravioleta, pero tiene el grave inconveniente, hoy por hoy, del altísimo coste de las instalaciones de secado. [5][6]

1.2.2 Tipos de Tintas

Se pueden encontrar diversos tipos de tintas para serigrafía clasificados de acuerdo a sus propiedades o de acuerdo al tipo de material en que pueden ser empleadas estas. A continuación, se enlistarán los tipos de tintas serigráficas de acuerdo al tipo de material en el que pueden ser empleadas estas. [5]

1.2.2.1 Tintas para papel

Suelen ser de secado por evaporación, estando compuestas generalmente a base de resinas celulósicas o acrílicas, empleándose para su formulación sistemas solventes basados en hidrocarburos. Para su disolución se emplean, generalmente, hidrocarburos alifáticos. Estas tintas acostumbran a ser autosolventes, dando por ello, una buena estabilidad en pantalla. [5]

1.2.2.2 Tintas para P.V.C., Duroplastos, Metales y Vidrio

Tintas para P.V.C.: Estas tintas están formuladas con polímeros acrílicos y copolímeros vinílicos. Al igual que las tintas para papel, suelen tener propiedades autosolventes, siendo esta propiedad más o menos acusada dependiendo del tipo de polímero empleado. También influyen en esta propiedad, los solventes

empleados en su formulación. Éstos suelen ser ésteres y éteres combinados, en ocasiones con hidrocarburos y contando con la presencia, en mayor o menor medida de acetonas, las cuales atacan químicamente al P.V.C., mejorando la adherencia de las tintas. [5]

Tintas para Duroplastos, Metales y Vidrio: Estas tintas, destinadas a la impresión de soportes "difíciles", suelen estar formuladas a base de resinas Epoxi, Poliuretano o Alquídicas. En los dos primeros casos, dado que se trata de tintas de dos componentes, se deben seguir detalladamente las instrucciones del fabricante, tanto en lo que se refiere a proporciones de catalizador como de tipo de disolvente, como de "pot-life", ya que cada tipo de resina y cada tipo de catalizador, requiere unas condiciones de trabajo y de disolución, determinadas. En el caso de las tintas basadas en resinas Alquídicas, o Tintas "grasas", los disolventes a emplear suelen ser hidrocarburos alifáticos, salvo instrucciones en contra del fabricante. [5]

1.2.2.3 Tintas para Poliolefinas (Polietileno y Polipropileno):

Las tintas destinadas a la impresión de Poliolefinas, están formuladas de muy diversas formas. Tanto pueden ser de un componente como de dos, pueden tener propiedades autosolventes o no y pueden ser diluidas de muy diversas formas, por lo que se deben seguir las instrucciones de la ficha técnica elaborada por el fabricante, ya que no se pueden dar unas recomendaciones generales.

En la impresión de Poliolefinas, debe tenerse en cuenta que es muy importante que la superficie a imprimir esté tratada, ya que si no, la adherencia se vería mermada. Este tratamiento para ajustar la tensión superficial del soporte, puede darse tanto por llama (flameado), como por bombardeo de electrones (tratamiento corona). [5]

1.2.2.4 Tintas Textiles y Tintas U.V.

Tintas textiles: Las Tintas destinadas a la estampación textil, suelen estar basadas en formulaciones acuosas. Generalmente, las resinas que se utilizan son del tipo acrílico, tanto termo reactivas como catalizables. Habitualmente, no tienen propiedades autosolventes, pero dado que el disolvente principal es agua, y, ésta, tiene una elevada tensión de vapor, no suelen presentarse demasiados problemas de secado en pantalla. Caso de presentarse éste problema, debe limpiarse inmediatamente la pantalla, pues ésta podría llegar a quedar irrecuperable. [5]

Las tintas textiles las podemos clasificar en dos grupos, que son:

- **Tintas Plastisol:** están fabricadas a base de una dispersión de resina de P.V C. en plastificante. Habitualmente no contienen disolventes y caso de tenerlos, es siempre en una proporción pequeña. Dada su composición, los

plastisoles no acarrear nunca problemas de secado en pantalla ya que para que sequen es necesario someterlos a elevadas temperaturas.

- **Tintas Sublimables:** tienen una aplicación específica que es la estampación de tejidos fabricados a base de fibras artificiales, principalmente poliéster. Se diferencian de las tintas convencionales en que el color es obtenido, no a base de pigmentos si no de colorantes del tipo disperso, con una resistencia a la sublimación muy baja. [5]

Tintas U.V.: están compuestas, por uno o varios Prepolímeros, que hacen las funciones de Resina, uno o varios Monómeros, que al mismo tiempo que regulan la viscosidad, sirven para modificar las características de la tinta impresa, al pasar a formar parte de ésta, Pigmentos, que le confieren el color, Fotoiniciadores que al descomponerse hacen reaccionar a los prepolímeros y aditivos. En la manipulación de estas tintas, se ha de extremar la higiene personal, ya que al no ser volátiles, las parte manchadas de la piel se mantienen en estado húmedo, con lo que podrían dar lugar a lesiones. [5]

1.2.3 Tipos de Solventes

Los solventes empleados, tanto en la fabricación de las tintas, como en su disolución, tienen una influencia directa en la calidad de impresión. Por una parte porque influyen de una manera muy importante en el secado de las tintas, y por otra parte, porque, en muchos casos, son determinantes en cuanto a la obtención de anclaje y brillo. Estos pueden ser: [5]

1.2.3.1 Alcoholes

Son los menos utilizados en la impresión serigráfica, ello es debido, por un lado, a la gran facilidad de evaporación que presentan los más comunes, y por otro lado, a la tendencia a atacar a algunas emulsiones. [5]

1.2.3.2 Ésteres y Éteres

Ésteres: Debido a su elevado poder solvente, y a la gran disponibilidad de índices de evaporación, se emplean comúnmente en la formulación de tintas serigráficas. Dado que existen algunos ésteres con una toxicidad elevada, recomendamos se lean atentamente las fichas de seguridad de las tintas, y se evite la utilización de las que estén formuladas con ellos. Ejemplos son el Acetato de Metilglicol y el Acetato de Etilglicol. [5]

Éteres: son solventes también empleados en serigrafía, presentan un poder solvente algo inferior a sus ésteres equivalentes, y al igual que con éstos, hemos de rechazar las tintas formuladas con algunos de ellos. [5]

1.2.3.3 Hidrocarburos y Acetonas

Hidrocarburos: son muy utilizados en la formulación de tintas de cartelería, tintas grasas y algunas tintas de botellería. Los podemos subdividir en dos grandes grupos, los hidrocarburos aromáticos y los hidrocarburos alifáticos, los primeros presentan un mayor poder solvente que los segundos, y por ello son más utilizados en la formulación de tintas, en cambio, los segundos, debido a su menor olor y menor coste, son más empleados como diluyentes. El ejemplo más conocido de hidrocarburo alifático es el white spirit.

Acetonas: son muy utilizados en la formulación de tintas vinílicas, sobre todo porque unen, a su elevado poder solvente, la propiedad de poder disolver al P.V C. facilitando el anclaje de las tintas sobre éste. [5]

1.3 Sistemas de Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

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 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. [8]

Ventajas:

- Permite aumentar la producción y adaptarla a la demanda.
- Disminuye el coste del producto.
- Consigue mejorar la calidad del producto y mantenerla constante.
- Mejora la gestión de la empresa.
- Disminuye de la mano de obra necesaria.
- Hace más flexible el uso de la herramienta.

Inconvenientes:

- Incremento del paro en la sociedad.

- Incremento de la energía consumida por producto.
- Repercusión de la inversión en el coste del producto.
- Exigencia de mayor nivel de conocimientos de los operarios. [8]

1.3.1 Conceptos de Automatización

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

Parte de Mando suele ser un autómeta programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómeta programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado. [8]

Elementos de un sistema automático

En la figura 1.23 se muestra el esquema de un sistema automático, el cual se describirá a continuación

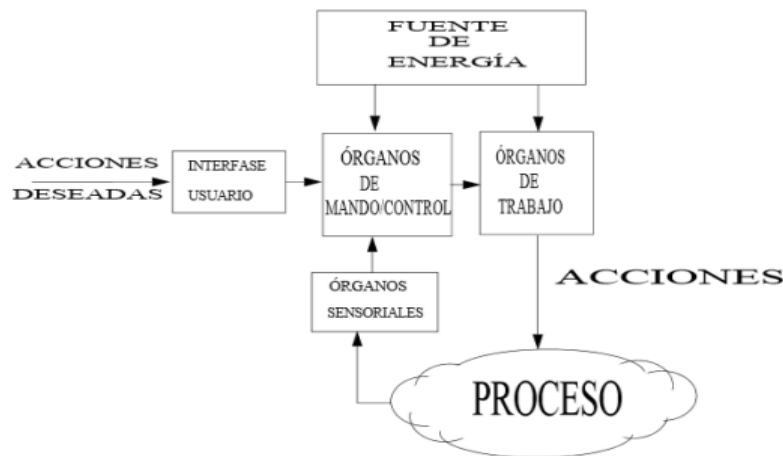


Figura 1.23 Esquema de un sistema automático.

Acciones

Actuación sobre el medio o proceso, con frecuencia son operaciones que se pueden repetir indefinidamente. Suelen ser acciones humanas susceptibles de ser sustituidas por acciones mecánicas realizadas por los órganos de trabajo.

Fuentes de Energía

Las operaciones y movimientos de los sistemas automáticos suponen un gasto energético que ha de ser aportado por un medio externo. Suele denominarse fuente de potencia a aquella que suministra energía a los órganos de trabajo que actúan sobre el proceso.

Órganos de Mando/Control

Representa el sistema que decide cuando realizar las acciones, cuales acciones realizar, y en su caso, el valor que han de tener algunos de los parámetros que definen una acción o tarea.

Órganos Sensoriales

Son sistemas cuya misión consiste en captar o medir determinados valores o magnitudes durante la realización del proceso. Estos órganos proporcionan información a los órganos de mando para que estos puedan dividir consecuentemente.

Principios de los sistemas automatizados

Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: medición, evaluación y control.

Medición: Para que un sistema automatizado reaccione ante los cambios en su alrededor debe estar apto para medir aquellos cambios físicos.

Evaluación: La información obtenida de la medición es evaluada para así poder determinar si una acción debe ser llevada a cabo o no.

Control: El último paso de la automatización es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación [8]

1.3.2 Tipos de Automatización

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.

Automatización fija: se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado. La justificación económica para la automatización fija se encuentra en productos

con grandes índices de demanda y volumen. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- Producción alta
- Poca diversidad de productos. Poca flexible para variar producción.
- Etapas fijas.
- Gran inversión inicial en equipos.
- El alto coste se reparte en la gran cantidad de unidades fabricadas. [9]

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 es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Utiliza los mismos equipos para diferentes sistemas de producción con el objetivo de abaratar costes y proporcionar mayor flexibilidad en el tipo de producción. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- El equipo tiene la capacidad de cambiar la secuencia de operación mediante programa para adaptarse a variaciones del producto.
- Equipos de propósito general
- Producción baja media
- Posibilidad de gran variedad de productos.
- Inversión en equipos de propósito general.
- Fuerte inversión en equipo general
- Flexibilidad para lidiar con cambios en la configuración del producto
- Conveniente para la producción en montones

En el caso en el que sea necesario realizar pequeñas modificaciones en la cadena de producción hay que tener en cuenta (realizados al finalizar la fabricación del lote actual):

- Reprogramación de robots, máquinas de control numérico, autómatas programables, etc.
- Modificación física de las herramientas. [9]

Automatización flexible: es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- Equipos de propósito general más específicos o sofisticados que la anterior
- Producción continua de mezclas variables de productos.
- Fuerte inversión para equipo de ingeniería.
- Índices de producción media.
- Flexibilidad para lidiar con las variaciones en diseño del producto.

Las características esenciales que distinguen la automatización flexible de la programable son:

- Capacidad para cambiar partes del programa sin perder tiempo de producción
- Capacidad para cambiar sobre algo establecido físicamente asimismo sin perder tiempo de producción. [9]

1.3.3 Elementos para la Automatización

Para poder realizar la automatización de un proceso, equipo, maquina, etc., se debe contar con los siguientes puntos:

Detectores y Captadores

Los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de la variación de ciertas magnitudes físicas del sistema y el estado físico de sus componentes. Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores y se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

Transductores todos o nada: Suministran una señal binaria claramente diferenciada. Los finales de carrera son transductores de este tipo.

Transductores numéricos: Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.

Transductores analógicos: Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida. Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, fotocélulas, pulsadores, encoders, etc. [8][9]

Accionadores y Preaccionadores

El accionador o actuador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso. Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.

Los accionadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún preaccionamiento para amplificar la señal de mando. Esta preamplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.

Los preaccionadores disponen de: Parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia. [8] [9]

Tecnología Cableada

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos. Los dispositivos que utilizan tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- Automatismos eléctricos a base de contactores.
- Mandos neumáticos, o hidráulicos.
- Tarjetas electrónicas.

Tecnología Programada

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. Los equipos realizados para este fin son:

- Los ordenadores: presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.
- Los autómatas programables: es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador. [8][9]

1.3.4 Autómatas Programables

Un autómata programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación. [2][11]

1.3.4.1 Ventajas de los PLC.

Se puede hablar de las siguientes ventajas del uso de los PLC:

- Menor tiempo empleado en la elaboración del proyecto.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir elementos.
- Reducido espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de instalación.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento, al quedar reducido el de cableado.
- Posibilidad de controlar varias máquinas con el mismo autómata.
- Economía de mantenimiento.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción. [10]

Arquitectura

Un autómata programable consta de:

Unidad de memoria: sirve para almacenar el programa y los datos del proceso. En muchos autómatas el usuario puede trabajar con la configuración de memoria base o puede añadir más memoria (hasta un cierto límite) en función de sus necesidades. Dentro de la memoria de datos tenemos una parte fija que es la tabla de imágenes de entradas y salidas; cuya medida viene ya definida mientras que el resto de la memoria de datos puede ser variable en función de las necesidades de cada programa.

Tipos de memorias: hay dos tipos básicos de memoria:

Las memorias volátiles se pueden leer, escribir y borrar fácilmente por el propio programa. Tienen el inconveniente de que pierden la información grabada cuando se desconecta la alimentación.

Las memorias no volátiles pueden ser leídas a voluntad, pero difieren en la forma en que se pueden escribir. Todas ellas mantienen la información, aunque se pierda la alimentación eléctrica. [1][2][11]

Unidad de control

La unidad de control, también llamada CPU *Central Processing Unit* es la parte inteligente del autómata. Su función es ejecutar las instrucciones del programa. También se encarga de las comunicaciones con los equipos de programación y de la gestión de los estados de error. Su elemento base es el microprocesador. La capacidad de cálculo y la velocidad de procesamiento dependen del número y tipo de procesadores que tenga. La mayor parte de los autómatas tienen una CPU con un solo procesador pero cada vez hay más que tienen las funciones descentralizadas entre diversos procesadores a menudo diferentes.

La ejecución del programa sigue un ciclo llamado *scan* que consiste en:

1. Lee las entradas y guarda sus estados en la tabla de imágenes de entrada.
2. Hace una ejecución del programa cogiendo los datos necesarios de la tabla de entradas, los contadores, los temporizadores, etc. y dejando lo que convenga en la tabla de salidas, contadores, etc.
3. Copia la tabla de imágenes de salida sobre las salidas.
4. Vuelve a empezar el ciclo leyendo las entradas.

El programa se va repitiendo en forma cíclica ya que las modificaciones que vayan apareciendo en las entradas tienen que ir modificando los estados de los relés internos y las salidas. [1][2][11]

Elementos de entrada y salida

Los elementos de entrada y salida son los que permiten comunicar el autómata con el proceso que está controlando y con el operador.

Elementos de entrada: Mediante los elementos de entrada el autómata se entera del estado en que se encuentra el proceso (posiciones, velocidades, niveles, temperaturas, elementos activados, elementos desactivados, etc.) a partir de los captadores que el diseñador ha situado para las señales que interesan.

Las entradas digitales son del tipo sí/no, es decir reciben señales de tipo cualitativo pero no cuantitativo. Las entradas digitales se corresponden con un bit en la tabla de imágenes de entrada.

Las entradas de un autómata se clasifican según el tipo y la polaridad de conexión. Pueden ser de corriente alterna, de corriente continua con común positivo (tipo *sink*) y de corriente continua con común negativo (tipo *source*). [1][2]

Elementos de salida: Los elementos de salida permiten que el PLC actúe sobre el proceso (electroválvulas, motores, pilotos, etc.). Las salidas digitales también son de tipo sí/no. En el caso de salidas en corriente continua pueden ser por transistor o por relé mientras que si la salida es en corriente alterna puede ser por triac o por relé.

En las salidas por transistor, éste entra en conducción cuando la salida se activa. Son apropiadas para accionar elementos de pequeña potencia en corriente continua (electroválvulas, contactores, pilotos, etc.). Pueden ser con el negativo común (tipo *source*) o con el positivo común (tipo *sink*).

En las salidas por triac, éste entra en conducción cuando la salida se activa. Cuando la salida se desactiva el triac continuará conduciendo hasta el primer paso por cero de la corriente. Por este motivo las salidas por triac no funcionan en corriente continua.

Las salidas por relé son las más versátiles ya que el usuario dispone de un contacto de relé libre de tensión (aislado de cualquier otro circuito) de manera que cada salida puede accionar elementos diferentes a tensiones diferentes. Tienen el inconveniente de que la velocidad de respuesta es pequeña, por tanto, no pueden usarse en aplicaciones que requieren cambios rápidos en las salidas.

Las salidas analógicas pueden dar señales de tensión o de corriente variables (0...10 V, -10...10 V, 4...20 mA, 0...20 mA) que permiten accionar válvulas proporcionales, dar consignas a variadores de velocidad para motores, etc. [1][2]

Buses de comunicación

Son el medio físico a través del cual el procesador se comunica con el resto de elementos del sistema (entradas y salidas, memoria, periféricos). Hay normalmente tres buses: Direcciones, datos y control. Cada uno de ellos está formado por un conjunto de cables, o mejor dicho un conjunto de pistas de circuito impreso. Cada uno de los elementos conectados al bus tiene una dirección.

El bus de direcciones es por donde el procesador envía la dirección del elemento al que quiere enviar o que quiere que le envíe información. Esta dirección llegará a todos los elementos, pero sólo tiene que haber un elemento que se identifique.

El bus de datos es por donde todos los elementos enviarán los datos. En una escritura, el procesador pondrá los datos que quiere que lea el elemento señalado con el bus de direcciones. En el caso de una lectura, el procesador leerá los datos que haya puesto el elemento señalado. El bus de datos es, por tanto, bidireccional. [1][2]

El bus de control es aquel mediante el cual el procesador explica qué operación se está efectuando. Las operaciones más corrientes son leer y escribir (Figura 1.24).

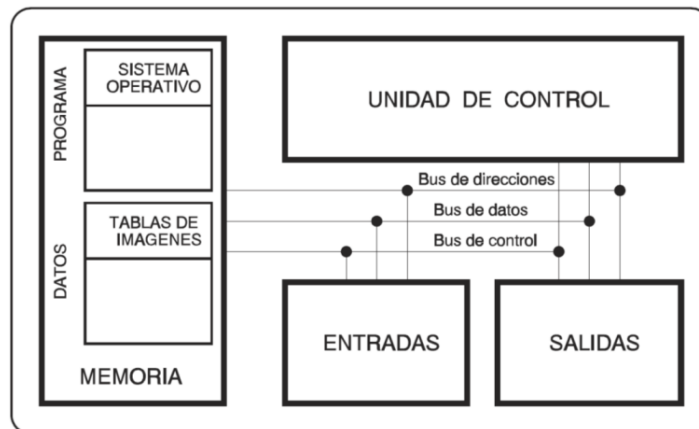


Figura 1.24 Buses de comunicación en un PLC.

Sistema operativo

El sistema operativo se encarga de ejecutar las funciones del autómatas, tanto si son en tiempo real como si no. En programas sencillos se ejecutan todas las funciones dentro de un solo ciclo. En programas más complejos se pueden encontrar que el tiempo de ejecución sea inaceptable. En estos casos a menudo se hace un fraccionamiento del programa en módulos (subrutinas) de manera que no todos los módulos se ejecutan en todos los ciclos. [1][2][11]

Clasificación de los PLC's

Si deseamos establecer una clasificación de PLC, podemos considerar distintos aspectos:

- Por su construcción
 - Compacto: En un solo bloque residen todos sus elementos (fuente, CPU, entradas/salidas, interfaces, etc.). Tienen la ventaja de ser generalmente más baratos y su principal desventaja es que no siempre es posible ampliarlos.
 - Modular: Los distintos elementos se presentan en módulos con grandes posibilidades de configuración de acuerdo a las necesidades del usuario. Una estructura muy popular es tener en un bloque la CPU, la memoria, las interfaces y la fuente. En bloques separados las unidades de entrada/salida que pueden ser ampliadas según necesidades.

- Por su capacidad
 - Nivel 1: Control de variables discretas y pocas analógicas, Operaciones aritméticas y capacidad de comunicación elementales.
 - Nivel 2: Control de variables discretas y analógicas. Matemáticas de punto flotante. E/S inteligentes. Conexión de red. Gran capacidad de manejo de datos analógicos y discretos.

- Por cantidad de E/S
 - Micro PLC (hasta 64 E/S).
 - PLC pequeño (65 a 255 E/S).
 - PLC mediano (256 a 1023 E/S).
 - PLC grande (más de 1024 E/S). [1][8]

Ciclo de funcionamiento

En la Figura 1.25 se muestra esquemáticamente el funcionamiento de un PLC. En ella se puede distinguir una secuencia que cumple a la puesta en marcha, dónde realiza un autotest para verificar sus conexiones con el exterior (por ejemplo si tiene conectado algún dispositivo de programación. Además dentro de este mismo proceso coloca todas las salidas a 0.

Luego entra en un ciclo que comienza leyendo y fijando (“fotografiando”) el valor de las entradas (hasta que vuelva a pasar por esta etapa no detectará cualquier variación en ellas). A continuación comienza a cumplir instrucción por instrucción del programa (ejecución).

Con los resultados que va obteniendo “arma”, internamente, “una imagen” de lo que va a ser la salida. Una vez que llega al final del programa recién transfiere esa imagen a los bornes de la salida (actualiza salidas).

Cumplida esta tarea, realiza una nueva prueba interna, y vuelve a “cargar” las entradas y así sucesivamente. [10]

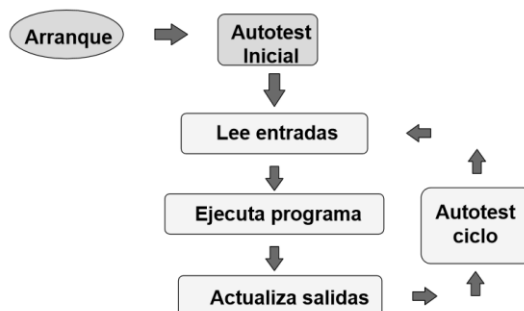


Figura 1.25 Ciclo de funcionamiento de un PLC

1.4: SISTEMAS NEUMATICOS

La palabra neumática proviene del griego «pneuma» que significa aire o respiración. Bajo neumática se entiende la utilización de aire comprimido o, en general, cualquier sistema técnico que funcione con aire comprimido. La utilización más frecuente del aire comprimido es para generar fuerzas elevadas y para ejecutar trabajos mecánicos, es decir, para ejecutar movimientos. En la Tabla 1.1 se enlistan las principales características y ventajas de la neumática. [3][12]

Tabla 1.1 Características y ventajas de la neumática.

Características	Ventajas de la neumática
Cantidad	El aire está disponible en casi cualquier parte en cantidades ilimitadas
Transporte	El aire puede transportarse de modo sencillo a largas distancias a través de tubos.
Acumulación	El aire comprimido puede almacenarse en un depósito para utilizarlo posteriormente. Además, pueden utilizarse depósitos transportables.
Temperatura	El aire comprimido es casi insensible a los cambios de temperatura. Por ello, el funcionamiento de los sistemas neumáticos es fiable, también en condiciones extremas.
Seguridad	El aire comprimido no alberga peligro de incendio o explosión.
Pureza	Las fugas de aire comprimido no lubricado no ocasionan contaminación alguna.
Construcción	Los elementos de trabajo tienen una construcción sencilla, por lo que su precio es bajo.
Velocidad	El aire comprimido es un fluido rápido. Con él, los émbolos ejecutan movimientos muy veloces y los tiempos de conmutación son muy cortos.
Seguridad frente a sobrecarga	Las herramientas y los componentes neumáticos pueden soportar esfuerzos hasta que están completamente detenidos, lo que significa que resisten sobrecargas. [12]

Fundamentos físicos

El aire es una mezcla de gases y su composición es la siguiente:

- Aprox. 78 % en volumen de nitrógeno
- Aprox. 21 % en volumen de oxígeno

Además, el aire contiene rastros de vapor, dióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

En la neumática, todas las indicaciones sobre la cantidad de aire suelen relacionarse con el así llamado estado normal. El estado normal según DIN 1343 el estado que tiene una sustancia sólida, líquida o gaseosa definido en función de una temperatura y una presión normalizadas.

- Temperatura normalizada $T_n = 273,15 \text{ K}$, $t_n = 0 \text{ °C}$
- Presión normalizada $p_n = 101325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$ [3][12]

Propiedades del aire

El aire se caracteriza por su baja cohesión, lo que significa que las fuerzas entre las moléculas del aire son mínimas, al menos considerando las condiciones usuales de funcionamiento de sistemas neumáticos. Al igual que todos los gases, el aire tampoco tiene una forma determinada. Su forma cambia si se aplica la más mínima fuerza y, además, siempre ocupa el máximo espacio disponible. [12]

La ley de Boyle - Mariott

El aire puede comprimirse y tiene tendencia a expandirse. La ley de Boyle-Mariott describe estas propiedades del aire: El volumen de una cantidad determinada de gas contenido en un depósito cerrado es inversamente proporcional a la presión absoluta suponiendo una temperatura constante. O, en otras palabras: el producto de volumen y presión absoluta es constante suponiendo una cantidad determinada de gas (Figura 1.26). [12]

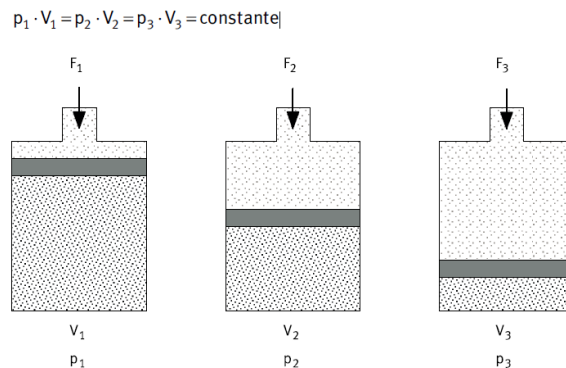


Figura 1.26 Esquema Ley de Boyle - Mariott.

1.4.1 Sistema Neumático

Un sistema neumático trabaja en base al principio de utilizar gas (generalmente aire). El aire es recogido en un compresor y luego es forzado a través de las líneas a las diferentes herramientas. El aire comprimido acciona pistones y árboles y los obliga a moverse. El sistema neumático a menudo se utiliza para diferentes tipos de herramientas de mano y también para las máquinas que realizan movimientos repetitivos. [13]

1.4.2 Componentes de un Sistema Neumático

En un sistema neumático se pueden encontrar diferentes componentes individuales, mismo que se mencionaran a continuación y se pueden observar en la Figura 1.27:

Compresor

Las fuentes energéticas utilizadas en redes de aire comprimido son compresores helicoidales o compresores de émbolo. Estos compresores entregan una presión de salida desde 700 hasta 800 kPa (7 hasta 8 bar). De esta manera se tiene la seguridad de disponer de una presión de funcionamiento suficiente de mínimo 600 kPa (6 bar) en los actuadores aunque se produzcan fugas o disminuya la presión en la red de tubos. [13]

Filtro de aire comprimido

Los filtros de aire comprimido utilizados en sistemas neumáticos se montan de modo centralizado o descentralizado. Estos filtros se utilizan para retener partículas de suciedad o condensado. La utilización de aire comprimido filtrado contribuye considerablemente al aumento de la duración de los componentes montados detrás del filtro. [13]

Regulador de presión

Con la válvula reguladora se ajusta la presión necesaria en cada una de las partes del sistema. De esta manera es posible compensar posibles oscilaciones de presión que se producen en la red. La presión regulada de esta manera se mantiene constante si en la entrada de la válvula se aplican por lo menos 50 kPa más que presión nominal deseada. [12]

Válvulas de cierre

Estas válvulas se utilizan para separar entre sí redes de aire comprimido.

Válvulas de mando

Estas válvulas bloquean el aire comprimido y lo conducen hacia los elementos de trabajo en el momento apropiado. La seguridad y el buen funcionamiento del sistema dependen del montaje correcto de los componentes.

Válvulas de trabajo

Se seleccionan en función del diámetro del cilindro y alimentan la cantidad necesaria de aire comprimido a los cilindros.

Cilindros

Los cilindros neumáticos son componentes robustos, poco propensos a sufrir fallos y de gran duración. Si tienen las dimensiones apropiadas, pueden ejecutar movimientos a gran velocidad. La configuración apropiada y el montaje correcto son indispensables para el buen funcionamiento del sistema. [12]

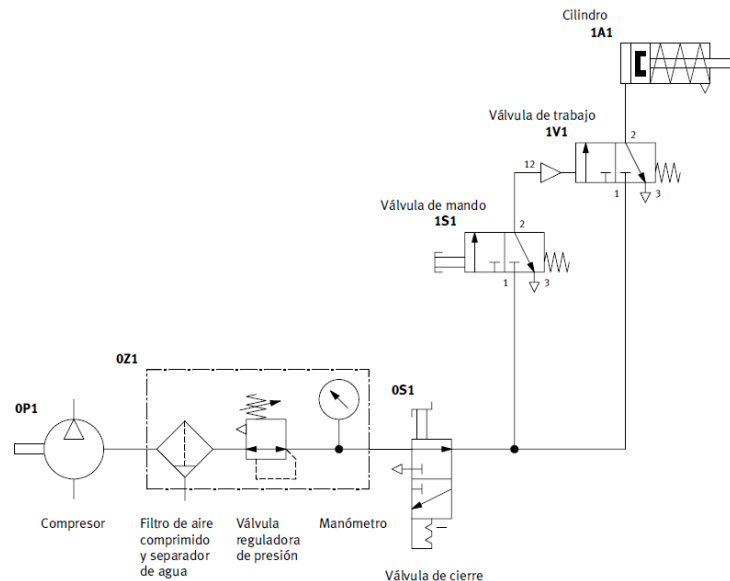


Figura 1.27 Circuito neumático.

1.4.3 Producción y Distribución del Aire Comprimido

Para la producción se utilizan los compresores. Estos se pueden clasificar en dos tipos, de émbolo o rotativos, su símbolo se aprecia en la Figura 1.28.



Figura 1.28 Símbolo del compresor.

Compresores de émbolo: Son los más utilizados debido a su flexibilidad de funcionamiento. El funcionamiento de este tipo de compresores es muy parecido al del motor de un automóvil. Al bajar el pistón se introduce el aire. Cuando ha bajado totalmente se cierra la válvula de admisión y comienza a subir el pistón y con ello la compresión del aire. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, la válvula de escape se abre y sale el aire a presión. Generalmente con una sola etapa se obtiene poca presión por lo que suelen concatenarse varias etapas para obtener mayores presiones (Figura 1.29). [13]

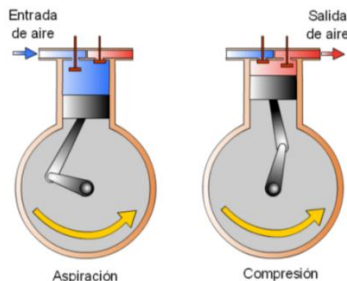


Figura 1.29 Compresor de émbolo.

Compresores rotativos: Consiguen aumentar la presión mediante el giro de un rotor. El aire se aspira y se comprime en la cámara de compresión gracias a la disminución del volumen que ocupa el aire. Los hay de paletas, de tornillo y el turbocompresor. [13]

Compresor de paletas: Son muy silenciosos y proporcionan un nivel de caudal prácticamente constante. La compresión se efectúa como consecuencia de la disminución del volumen provocada por el giro de una excéntrica provista de paletas radiales extensibles que ajustan sobre el cuerpo del compresor (Figura 1.30). [13]

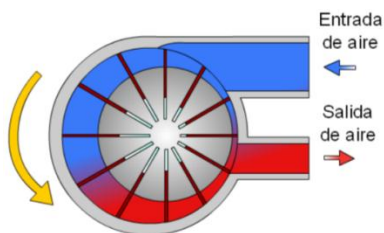


Figura 1.30 Compresor de paletas.

Compresor de husillo o Roots: Son costosos, aunque pueden suministrar aire a mayor presión que los anteriores. Emplea un doble husillo de forma que toma el aire de la zona de aspiración y lo comprime al reducirse el volumen en la cámara creada entre ellos y el cuerpo del compresor (Figura 1.31). [13]

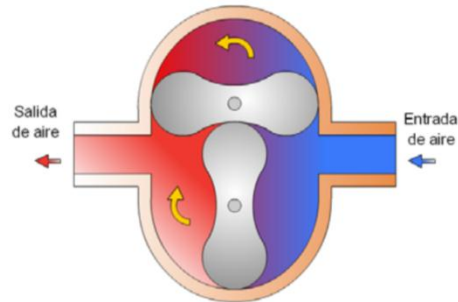


Figura 1.31 Compresor de husillo.

Compresor de tornillo: Son costosos, silenciosos y tienen un desgaste muy bajo. Se basa en el giro de dos tornillos helicoidales que comprimen el aire que ha entrado en su interior (Figura 1.32).

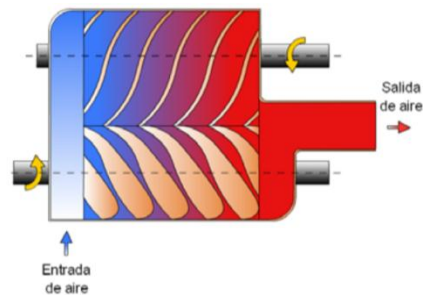


Figura 1.32 Compresor de tornillo.

Turbocompresor: Proporciona una presión reducida pero un caudal muy elevado. No suelen utilizarse en aplicaciones neumáticas industriales. Los álabes recogen el aire de entrada y lo impulsan hacia la salida aumentando su presión (Figura 1.33). [13]

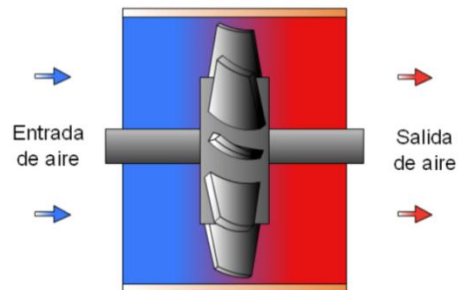


Figura 1.33 Turbocompresor axial.

La mayor parte de los compresores suministran un caudal discontinuo de aire, de manera que se debe almacenar en un depósito. El depósito a demás sirve para evitar que los compresores estén en funcionamiento constantemente, incluso cuando no se necesita gran caudal de aire, también ayudan a enfriar el aire. Los depósitos generalmente disponen de manómetro que indica la presión interior, una válvula de seguridad que se dispara en caso de sobrepresiones y una espita para

el desagüe de las condensaciones que se producen en el interior del depósito (Figura 1.34). [13]



Figura 1.34 Depósito y símbolo.

Para transportar el aire es necesario utilizar conductores. Los conductores utilizados son tuberías metálicas o de polietileno de presión (Figura 1.35). El diámetro de las tuberías depende de las necesidades de caudal que requiere la instalación, teniendo en cuenta la caída de presión producida por las pérdidas y la longitud de las tuberías. [13]



Figura 1.35 Tubo de polietileno.

Generalmente entre el depósito y el circuito se suele incluir una unidad de mantenimiento que cuenta con un regulador de presión, un filtro y un lubricador de aire (Figura 1.36). [13]



Figura 1.36 Unidad de mantenimiento y símbolo.

1.4.4 circuitos Neumáticos

Los elementos básicos de un circuito neumático son:

El generador de aire comprimido, es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación

Las tuberías y los conductos, a través de los que se canaliza el aire para que llegue a todos los elementos.

Los actuadores, como cilindros y motores, que son los encargados de transformar la presión del aire en trabajo útil.

Los elementos de mando y control, como las válvulas distribuidoras, se encargan de permitir o no el paso del aire según las condiciones preestablecidas

Diseño de circuitos neumáticos.

Cuando se representa un circuito neumático la colocación de cada elemento debe ocupar una posición en el esquema según realice una tarea u otra. El esquema se divide en varios niveles que son:

- Actuadores.
- Elementos de control.
- Funciones lógicas.
- Emisores de señal, señales de control.
- Toma de presión y unidad de mantenimiento. [13]

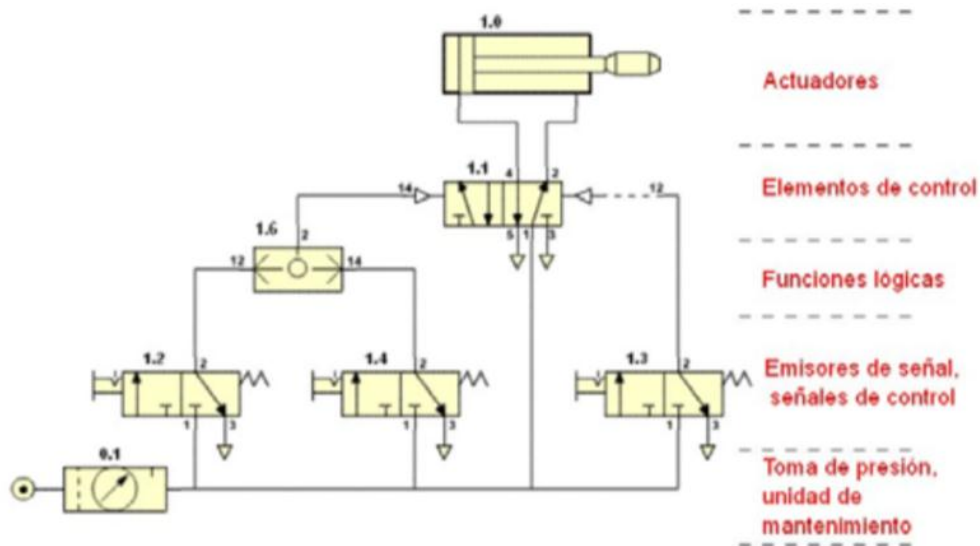


Figura 1.37 Niveles de un esquema neumático.

Por otra parte, cada elemento debe tener una numeración, así como cada uno de sus conexiones con arreglo a la siguiente norma, como se muestra en la Tabla 1.2:

Tabla 1.2 Nomenclatura de esquemas neumáticos.

Designación de componentes	Números
Alimentación de energía	0.
Elementos de trabajo	1.0, 2.0, etc.
Elementos de control o mando	.1
Elementos ubicados entre el elemento de mando y el elemento de trabajo	.01, .02, etc.
Elementos que inciden en el movimiento de avance del cilindro	.2, .4, etc.
Elementos que inciden en el movimiento de retroceso del cilindro	.3, .5, etc.

Designación de conexiones	Letras	Números
Conexiones de trabajo	A, B, C ...	2, 4, 6 ...
Conexión de presión, alimentación de energía	P	1
Escapes, retornos	R, S, T ...	3, 5, 7 ...
Descarga	L	
Conexiones de mando	X, Y, Z ...	10,12,14 ...

[13]

En este capítulo abordo toda la teoría necesaria para la realización del presente proyecto, así como conceptos y definiciones necesarias para que el lector comprenda perfectamente que los temas que se abordarán en capítulos posteriores.

CÁPITULO 2

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe de forma detallada, como opera la máquina de serigrafía y los principales problemas que se presentan al momento de operar dicha máquina.

CAPITULO 2. SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe el uso y funcionamiento de la máquina de serigrafía para impresión cilíndrica, que es la que nos ocupa en el presente trabajo de tesis.

La empresa Envases Plásticos VICAR se encuentra ubicada en el municipio de Ecatepec de Morelos. Se dedica a la fabricación de envases de polietileno y polipropileno, así como también al estampado con serigrafía de algunos de estos. El área de serigrafía, cuenta con una máquina para realizar las impresiones y la operación con esta máquina manual.

En un turno de 8 horas se realizan aproximadamente 5, 000 impresiones, aunque esto depende del producto a imprimir. Ya que en la empresa se imprimen 10 productos diferentes, cada uno con características específicas. En el proceso de impresión intervienen dos operadores, el primero realiza las impresiones en las botellas. El segundo realiza labores de inspección del producto, si este cumple con las especificaciones, se acomoda sobre tarimas para su secado. Una vez secas las botellas se envían al almacén de producto terminado.

2.1: INTRODUCCIÓN A LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN CILÍNDRICA

A continuación, se describirá detalladamente como es la maquina con la que se realizan las impresiones actualmente y sus componentes.

2.1.1 Descripción del Estado Físico Actual de la Maquina

La máquina de serigrafía se utiliza para imprimir envases de plástico con forma cilíndrica y cónica, para una capacidad de medio litro a un litro, y esta se puede observar en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Maquina manual para impresión cilíndrica.

Características de la maquina manual de serigrafía cilíndrica:

- La base tiene 60 cm de largo, por 60 cm de ancho y 76 cm de altura, está hecha de hierro dulce.
- El cabezal para sujetar la pantalla es de 100 cm de largo por 40 cm de ancho, está hecho de hierro dulce.
- El sistema de sujeción es por medio de 2 mordazas, que ajustan la dimensión de la pantalla.
- El sistema de desplazamiento es por medio de una corredera ubicada en la parte trasera de la pantalla.
- Un brazo de hierro dulce que sirve para colocar el rasero que nos permite realizar la impresión.
- Pedal mecánico que sirve para levanta y bajar la pantalla.

2.1.2 Descripción de las Partes de la Máquina de Serigrafía

El cabezal para la sujeción de la pantalla, que se observa en la Figura 2.2, está formado por un sistema de sujeción por medio de 2 mordazas que se pueden ajustar a las dimensiones de la pantalla a utilizar y se desplaza por medio de una corredera ubicada en la parte trasera de la pantalla, este cuenta con unos baleros colocados dentro de esta corredera y dos topes o frenos en los extremos para detener el cabezal cuando alcanza los límites. Sobre el cabezal para la pantalla se ubica un pequeño brazo de fierro dulce que sirve para colocar el rasero que nos permitirá realizar la impresión y que se sujeta por medio de tornillos y tuercas.

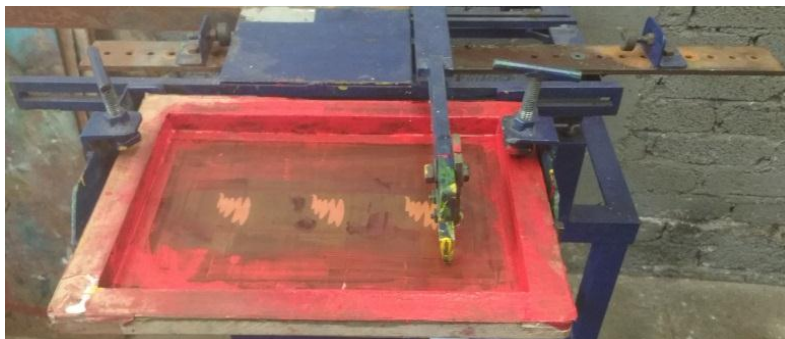


Figura 2.2 Cabezal para la pantalla.

El sistema de sujeción o área donde se colocan los objetos a imprimir, que se puede observar en la Figura 2.3, se ubica debajo del cabezal para la pantalla (Figura 2.2) y está formado por un brazo de fierro dulce, dos varillas de fierro que

sirven para ajustar la maquina al tamaño del objeto a imprimir, 2 baleros que sirven para que el objeto a imprimir pueda girar sobre su mismo eje y de este modo se pueda realizar la impresión y por ultimo una boquilla giratoria, donde se coloca la boquilla del objeto (en este caso botellas de plástico) y que junto con los baleros permiten el giro del objeto para la impresión.



Figura 2.3 Área de colocación de la botella.

Por ultimo cuenta con un pedal mecánico que sirve para levantar y bajar la pantalla a la hora de estar imprimiendo, que funciona por medio de un sistema de resortes y palancas para ejercer los movimientos necesarios para mover la pantalla de forma vertical, este se puede observar en la Figura 2.4.

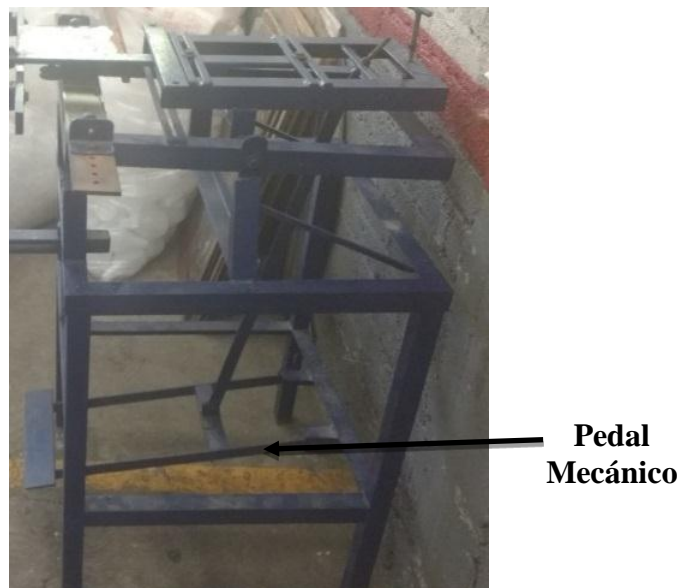


Figura 2.4 Vista lateral del pedal para elevar la pantalla.

2.1.3 Descripción Detallada del Funcionamiento de la Máquina.

Esta máquina tiene dos diferentes movimientos, uno vertical y uno horizontal. El movimiento vertical se encuentra en el cabezal donde se coloca la pantalla y que se levanta para colocar el objeto a imprimir y una vez colocado el objeto baja para iniciar la impresión del objeto. Este se realiza por medio de un pedal que al momento de pisarlo acciona un sistema mecánico de resortes que permite levantar el cabezal de la pantalla y al soltarlo permite el descenso del cabezal.

El movimiento horizontal también se ubica en el cabezal para la pantalla y que al desplazarse de izquierda a derecha es como se realiza la impresión en el objeto colocado. Este se realiza por medio de unos baleros colocados en la parte trasera del cabezal conectados a una corredera ubicada en la base de la máquina, este movimiento lo realiza el operario al desplazar con las manos el cabezal en la dirección que este lo requiera ya sea de derecha a izquierda o al contrario.

2.1.4 Descripción del Proceso de Operación para la Impresión de una Botella de Plástico.

1. Preparación de la máquina para el proceso de impresión. Una vez que se tiene la pantalla con la imagen a imprimir, esta lista la materia prima (objetos a imprimir), se prepara la tinta y se selecciona el rasero, se proceden a ajustar el cabezal de la pantalla y el brazo donde se colocaran las botellas de acuerdo a las características y dimensiones de estos últimos.
2. El operario toma una botella de la bolsa que se encuentra ubicada a su mano derecha.
3. Pisa el pedal que acciona un mecanismo de resortes que levanta el cabezal con la pantalla.
4. Coloca la botella en la boquilla y baleros giratorios.
5. Suelta el pedal para permitir el descenso del cabezal con la pantalla.
6. De acuerdo a la posición inicial de la pantalla el operario realiza el desplazamiento horizontal de la pantalla. Se supone que la posición inicial de la pantalla se ubica el lado derecho, entonces el operario desplaza la pantalla hacia la izquierda para imprimir la botella.
7. Una vez el cabezal hizo su recorrido hasta su final de carrera, el operario pisa el pedal para levantar la pantalla.
8. Retira la botella de los baleros y la boquilla giratorios y la coloca en una mesa ubicada a su lado izquierdo.
9. Se reinicia el ciclo regresando la pantalla a su posición inicial y continuando con el proceso hasta que se termine el lote. Durante el proceso de producción, después de una cierta cantidad de botellas impresas, se debe colocar tinta en la zona donde se encuentra la imagen que se está imprimiendo, para que se pueda seguir imprimiendo.

En la Figura 2.5 se puede observar un diagrama de flujo donde se ejemplifica el proceso descrito anteriormente del funcionamiento de una máquina de serigrafía.

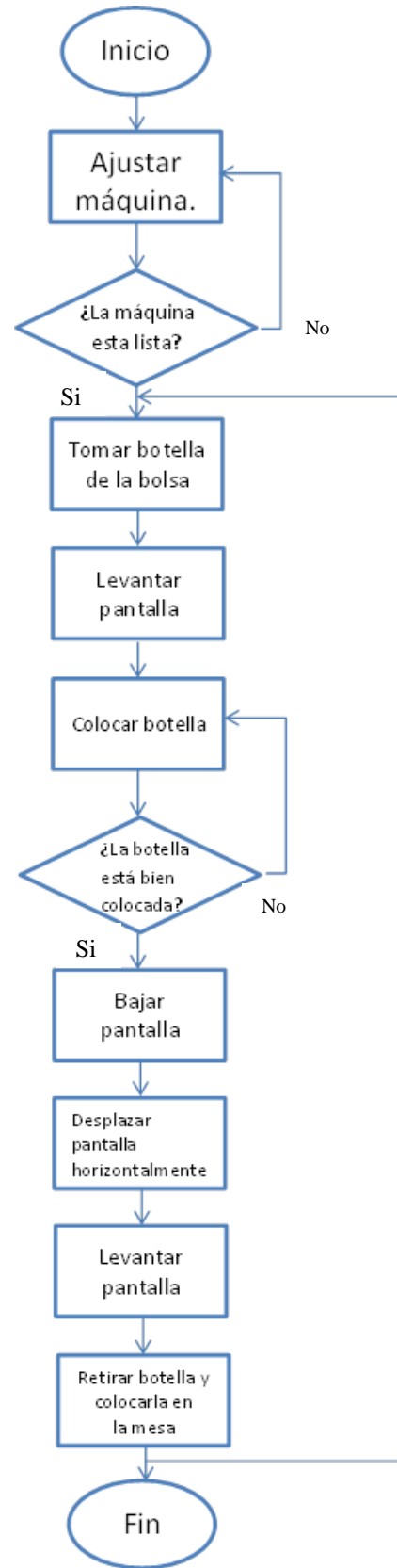


Figura 2.5 Diagrama de flujo del ciclo de funcionamiento de la máquina para impresión.

2.2: PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.2.1 Descripción del Proceso de Producción de una Botella de Plástico

El proceso para imprimir una botella de plástico, que es la principal materia prima que se emplea para este negocio, es básicamente el mismo para todas, con sus pequeñas variaciones que dependen del material con que se hayan realizado, tinta a utilizar para la impresión e imagen a imprimir. Este proceso se puede dividir en los siguientes pasos:

1. Elaboración de la botella. Esto depende de si se requiere realizar la producción de la botella a imprimir o si el cliente envía sus propias botellas.
2. Pantalla para impresión. Para realizar la impresión de las botellas se requiere una pantalla con la imagen, logotipo, símbolo, etc. que se va a utilizar. En ocasiones se requieren dos o más pantallas para formar la imagen que se desea imprimir.
3. Selección de la tinta. Como se explicó en el punto 1.2 Tintas y Solventes, la selección del tipo de tinta a emplear depende del uso que se le vaya a dar a la botella después, si se desea algún acabado especial, o de las propiedades físicas de las mismas.
4. Preparar la botella. Este proceso se lleva por medio de un flameado de las botellas con unos sopletes que combinan de gas LP y aire a presión para obtener una flama a temperaturas de entre 800 y 1000 °C. Esta exposición a las flamas debe ser en cuestión de segundos, esto para evitar que las botellas se deformen. Hay ocasiones en que las botellas requieren dos o más ciclos de flameado, pero esto va a depender de las propiedades de las mismas, como densidad de estas o material del que estén hechas.
5. Impresión de la botella. Dicha impresión puede variar de acuerdo al número de tintas que requiere la imagen a imprimir, esto puede ser una, dos o más tintas, lo que quiere decir que hay que pasar la botella el mismo número de veces que se tiene de tintas a aplicar.
6. Secado. Aunque hay muchas formas para realizar el proceso de secado de las tintas, en este caso se secan por evaporación, esto consiste en dejar las botellas a la intemperie para que el aire que circula y el calor del ambiente lleven a cabo el proceso de secado.
7. Empacado. Por último, ya que las botellas están secas se empaican para su envío al cliente y va a depender de cómo lo haya solicitado, ya que puede ser en bolsas a granel o acomodadas de alguna forma específica, en cajas, etc.

2.2.2 Proceso de Producción para Cada producto.

Ahora se procederá a explicar el proceso de producción que requiere cada producto que se realiza con esta máquina, y como se mencionó anteriormente, se imprimen diversos artículos con esta máquina, unos con mayor frecuencia que otros, pero se pueden destacar los siguientes:

2.2.2.1 Botella cónica de 500 ml.

Esta botella como su nombre lo indica tiene una forma cónica y está hecha de polietileno. Se imprime en 4 colores diferentes, rojo, azul, amarillo y verde, su impresión es muy simple, solo lleva tres símbolos repartidos en su circunferencia como se muestra en la Figura 2.6. Su producción es de 20 bolsas de 175 botellas cada una, esto por cada color y se entregan de forma semanal, dándonos una producción de 14, 000 unidades semanales.



Figura 2.6 Botella cónica.

De acuerdo a los pasos generales descritos anteriormente:

1. Es producida por la empresa VICAR.
2. Se utiliza malla 70 de nylon, con marco de madera y se utiliza una pantalla por cada color.
3. Se emplea tinta Industrialac, de los colores antes mencionados.
4. Solo requiere un ciclo de flameado.
5. Se realiza el proceso de impresión para cada color por separado.
6. Secado por evaporación.
7. Se empaca en bolsas de 175 unidades a granel.

2.2.2.2 Botella de 1 lt Graficolor.

Esta botella tiene una forma cilíndrica, con capacidad para 1 lt y está hecha de polietileno. Se emplea para embotellado de solventes y productos para serigrafía, por lo que necesita un tipo especial de tinta para evitar que estos productos remuevan la impresión si se llegan a derramar al momento de llenarlas. Requiere de 3 tintas diferentes como se muestra en la Figura 2.7. Su producción es de 120 bolsas de 84 unidades cada una y se entrega bimestral dando una producción de 10,080 unidades bimestrales.



Figura 2.7 Botella 1L Graficolor.

De acuerdo a los pasos generales:

1. Es producida por la empresa VICAR.
2. Se utiliza malla 90 de nylon, con marco de aluminio y se utiliza una pantalla por cada color.
3. Se emplea tinta Epóxica de colores blanco, azul y negro.
4. Requiere dos ciclos de flameado.
5. Se realiza el proceso de impresión para cada color por separado. El primer ciclo se realiza para el color blanco, ya que se terminó el color blanco y que están secas las botellas, se realiza nuevamente el siguiente ciclo de impresión, ahora para el color azul y por ultimo para el negro. Para el caso de esta botella se requiere que la botella caiga siempre en la misma posición, por lo que se le coloca un registro para que esto suceda.
6. Secado por evaporación para los tres colores.
7. Se empaca en bolsas de 84 unidades a acomodadas horizontalmente.

2.2.2.3 Tubo multiusos.

Este es un tubo conformado por dos piezas un macho y una hembra y está hecho de polipropileno clarificado. La impresión solo se realiza la pieza hembra. Se imprime en 5 diseños diferentes cada uno con un color diferente, como se muestra en la Figura 2.8. Su producción es de 5 bolsas de 220 unidades cada una, esto para cada diseño. Se entrega quincenal dando una producción de 1100 unidades quincenal.



Figura 2.8 Tubo multiusos.

De acuerdo a los pasos generales:

1. Es producido por la empresa VICAR.
2. Se utiliza malla 90 de nylon, con marco de madera y se emplea una para cada diseño.
3. Se emplea tinta industrialac o uniplast, de colores rojo, azul, negro y buganvilia.
4. Requiere dos ciclos de flameado.
5. Se realiza el proceso de impresión para cada diseño por separado y en algunos casos se emplean dos tintas.
6. Secado por evaporación.
7. Se empaca en bolsas de 220 unidades acomodadas horizontalmente.

2.2.2.4 Botella de 1 lt para insecticida.

Botella con capacidad para un litro elaborada en polietileno y empleada para embotellar insecticida. Requiere 2 tintas diferentes para formar la imagen que se muestra en la Figura 2.9. Su producción es de 5 bolsas de 84 unidades cada una, se entrega quincenal dando una producción de 420 unidades quincenales.



Figura 2.9 Botella 1L Insecticida.

De acuerdo a los pasos generales:

1. Es producida por la empresa VICAR.
2. Se utiliza malla 120 de nylon, con marco de madera.
3. Se emplea tinta industrialac, de colores rojo y azul.
4. Solo requiere una flameada.
5. Se realiza el proceso de impresión para cada color por separado. El primer ciclo se realiza para el color azul, ya que se terminó el color azul y que están secas las botellas, se realiza nuevamente el siguiente ciclo de impresión, ahora para el color rojo. Para el caso de esta botella se requiere que la botella caiga siempre en la misma posición, por lo que se le coloca un registro para que esto suceda.
6. Secado por evaporación.
7. Se empaca en bolsas de 84 unidades acomodadas horizontalmente.

2.2.2.5 Otros productos.

Aparte de los 4 productos que se imprimen de forma regular y siendo la botella cónica la que se imprime con mayor frecuencia y en mayor cantidad, también se imprimen otros tipos de productos, aunque de forma muy esporádica y por lo regular son pedidos muy pequeños, estos son:

1. Cilindro publicitario (Figura 2.10).



Figura 2.10 Cilindros publicitarios.

2. Vasos de vidrio para eventos sociales.

3. Tarro de 250 g para envasado de productos varios (Figura 2.11).



Figura 2.11 Tarro 250 g.

4. Botella cilíndrica de 500 ml (Figura 2.12).

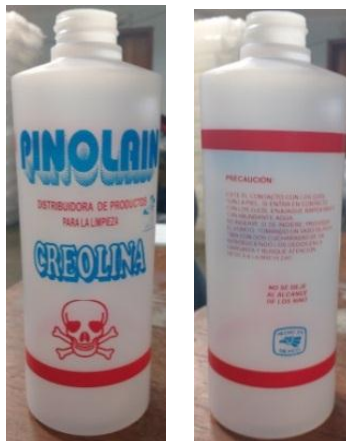


Figura 2.12 Botella 500 ml.

2.3: PROBLEMAS AL MOMENTO DE IMPRIMIR.

Tanto dentro del proceso de producción como de la operación de la máquina, se pueden encontrar ciertas problemáticas, algunas de estas tienen mayor importancia que otras, por lo que se mencionaran a continuación.

2.3.1 Deformación de las botellas.

Esto se debe a que las botellas son elaboradas por soplado y al terminar son empacadas en bolsas de plástico, lo que provoca que, al enfriarse las botellas, estas se ovalen o suman en algunas partes y que al momento de estar imprimiendo estas partes deformadas o sumidas causen impresiones incompletas. Este es uno de los principales problemas, ya que al momento de estar imprimiendo si una botella esta ovalada o sumida la impresión saldrá incompleta, ocasionando que esta botella o botellas tengan que ser separadas y se tengan que limpiar para posteriormente, si es posible reutilizarlas, someterlas a una segunda impresión, lo que genera pérdidas ya que se está utilizando más tinta de la que se tenía planeada y ampliando el tiempo que el operario necesita para poder terminar el lote completo.

Si estas botellas ya no es posible reutilizarlas, tienen que ser desechadas pues si se someten a una reimpresión, nuevamente saldrán incompletas generando aún más pérdidas; además si las botellas son desechadas se generan aún más pérdidas, pues se descompleta el lote a imprimir, lo que puede generar problemas con los clientes si no es posible reemplazarlas, esto se hace más evidente cuando son ellos los que envían sus botellas, pues en muchas ocasiones envían la cantidad exacta de botellas, por lo que no se debe tener margen de error en la impresión.

2.3.2 Basuras.

Aunque se supone que el área designada para impresión se limpia antes de empezar a trabajar, esta no permanece limpia todo el tiempo, pues debido a que en el taller se trabaja con plástico, este genera estática, ocasionando que el polvo, pelusas desprendidas de la ropa, residuos del plástico utilizado para la fabricación de los envases, cabellos y tierra proveniente del exterior sean atraídos hacia las botellas y adhiriéndose a estas.

Cuando se está imprimiendo, las botellas son tomadas de bolsas de plástico y se imprimen, por lo que en ocasiones es imposible saber si traen basuras a menos que sean revisadas. Es cuando se realiza la impresión que las basuras se transfieren de la botella a la pantalla ocasionando que, al realizar esta acción, las imágenes tengan huecos o estén incompletas, error que no se detecta hasta que se realizó la impresión y quien está a cargo de revisarlas se haya dado cuenta; lo que por lo general se detecta después de que se realizaron 2 o 3 impresiones.

Este problema es muy parecido al ocasionado por botellas ovaladas, pues cuando se pasa la botella, si la pantalla tiene alguna basura pegada, al momento de realizar la impresión esta saldrá incompleta, por lo que la o las botellas deberán ser separadas para ser limpiadas y someterlas a una reimpresión, generando pérdidas ya que se tiene que gastar más tinta de la que se preparó y aumentando el tiempo requerido para terminar el lote. Además de que se tiene que parar la producción para limpiar la pantalla y remover las basuras adheridas; y aunque este paro no pasa de unos 15 a 20 segundos, si se realiza en múltiples ocasiones, al momento de sumar todos estos tiempos muertos, se vuelve significativo.

2.3.3 Error con el registro.

Como se mencionó anteriormente, es necesario utilizar un registro cuando se requieren 2 o más pantallas para formar la imagen a imprimir y se utiliza para que las imágenes coincidan y no haya desplazamientos que puedan generar que el producto final sea inservible. Para el registro se requiere que la botella siempre caiga en la misma posición y que la pantalla no se mueva, pues si alguno de estos se mueve afectara a la producción.

Este error se da con las impresiones que requieren de dos o más tintas y entre mayor número de tintas se requieran más difícil es impedir este error, porque como ya se mencionó, la botella debe caer siempre en la misma posición para que al aplicarse todas las tintas la imagen final quede bien. Pero en ocasiones el registro llega a moverse, y al aplicar las otras tintas, quedan desplazadas dando como resultado una imagen movida o fuera de registros.

Dicho problema es el más difícil de detectar, pues se genera mientras se está realizando la producción y en muchas ocasiones es imposible detectarlo hasta que se aplica la siguiente capa de tinta y se detecta porque la imagen ya no coincide.

Al notar que el registro se movió, si se detecta a tiempo, se debe reajustar de nuevo la máquina, generando que se tenga que detener el proceso hasta que coincidan nuevamente, lo que a veces puede tomar más de 15 minutos. Además de que se tienen que separar las botellas cuyo registro se movió para ser despintadas y al final reimprimirlas nuevamente.

Cuando no se detectó a tiempo que el registro se movió y se notó hasta el momento en que se aplicó la siguiente capa, se tiene que ver cuáles son las bolsas que se imprimieron a partir de que se movió el registro y de ahí reajustar la máquina para que coincida nuevamente, dándonos como resultado dos o más lotes con diferentes registros, ocasionando que se tenga que dividir la producción en el número de registros que se tengan y ampliando el tiempo requerido para finalizarlos.

2.3.4 Colocación errónea de la botella.

Anteriormente se mostró que las botellas deben ser colocadas en la parte inferior de la pantalla para posteriormente imprimirlas, dicha acción no es muy difícil, solo es cuestión de coordinar los movimientos de la maquina con las manos para colocarlas y ver que hayan encajado bien en las varillas y baleros antes de soltar el pedal que permitirá bajar la pantalla para poder imprimir, pero en ocasiones el operario se distrae y las botellas no encajan bien en los baleros, ocasionando que al momento de realizar la impresión, esta no salga bien y en el peor de los casos se rompa la pantalla.

Como se puede notar este es un problema ocasionado por el operario, que suele ocurrir por un descuido del mismo, y que como no coloco correctamente la botella, al correr el cabezal para imprimir, la botella no gira bien y la tinta aplicada se corre por la superficie de la pantalla y la botella, ocasionando que se manchen ambas y obligando al operario a detener la producción por unos momentos para limpiar la superficie de la pantalla antes de reiniciar con la producción, esto no toma más de 30 segundos, pero se tiene que realizar tantas veces como el operario cometa el mismo error.

Ligado al problema de que se manchó la pantalla, se tiene que la botella se manchó y aunque el operario se debería de dar cuenta de que no la coloco bien, también puede pasar que no lo note y continúe imprimiendo hasta que el encargado de revisarlas le diga, provocando que se manchen 2 o 3 botellas más, mismas que deberán ser separadas para limpiarlas y reimprimirlas después, trayendo de nueva cuenta el aumento del tiempo de producción y costos por el aumento en gasto de tinta.

2.3.5 Acumulación de botellas mal impresas.

Como se mencionó en los puntos anteriores, al momento de ir pintando, en muchas ocasiones se tienen errores al imprimir las imágenes, por lo que hay que separar las botellas para posteriormente ser despintadas y de ser posible reutilizarlas, esto se va haciendo conforme van saliendo debido a que si la tinta se seca completamente es más difícil removerla, estas botellas mal impresas se van acumulando poco a poco, pero hay veces que de un momento a otro son muchas las botellas con errores y se empiezan a acumular en grandes volúmenes por lo que se tiene que poner a alguien que únicamente se dedique a despintarlas.

También hay ocasiones en que salen botellas malas continuamente, y se llegan a acumular tantas que se debe detener la producción para poder despintarlas todas, y dar tiempo a quienes están despintando pues aparte de despintarlas tienen que revisar las que se están produciendo.

El problema de impresiones erróneas de las botellas, que es lo que origina la acumulación de estas, se deriva de los problemas mencionados en los puntos

2.3.1 Deformación de las botellas, 2.3.2 Basuras y 2.3.4 Colocación errónea de la botella, donde se describen detalladamente los factores de estos que influyen al momento de imprimir las mismas y que estos errores no se deben a que el proceso de impresión sea de mala calidad, que no se cuente con los requerimientos para poder realizarse o que se tengan problemas con la máquina.

2.3.6 Condición del personal.

Ya se mencionó con anterioridad que la maquina empleada para la impresión es completamente mecánica y manual, lo que implica que todo el tiempo haya un operario realizando la producción, esto quiere decir que él tiene que colocar las botellas y realizar las operaciones mecánicas de la maquina necesarias para imprimir. Como se puede ver la producción está completamente relacionada con la práctica, rendimiento y estado físico y mental del operario, lo que implica que la producción al iniciar la jornada laboral no es la misma que al terminar el día, pues con el transcurso del mismo, se reduce la producción debido a factores como el cansancio.

Otro factor que implica el tener un operario es que éste comete errores como se mencionó en algunas de las problemáticas anteriores, lo que se traduce en aumento de reimpresiones, tiempos muertos, aumento de tiempo necesario para terminar la producción, y fallas provocadas por él. Además, como se dijo la producción depende completamente de su rendimiento y estado físico y mental, pues este no es continuo ya que, al aumentar su cansancio, reduce la producción, además de que puede enfermarse reduciendo su rendimiento o tenga que ausentarse o problemas que traiga en su mente pueden alterar su producción.

2.3.7 Tiempo de producción.

Para la producción de un lote de los distintos productos mencionados anteriormente, se requiere de un plazo mínimo de 2 a 3 días de trabajo para terminar la impresión de los mismos, dando como resultado un aumento en los costos de producción. Este tiempo puede variar pues va a depender de los tiempos muertos que se acumulen en todos los puntos anteriores, como reimpresiones, tiempos muertos por parar la producción, disminución en el rendimiento del personal, limpieza de las botellas, etc.

2.4: MAQUINAS AUTOMÁTICAS PARA SERIGRAFÍA CILÍNDRICA EXISTENTES EN EL MERCADO

A continuación, se presentan algunas de las máquinas para serigrafía cilindra que se pueden encontrar en el mercado actualmente y que son parecidas o comparten algunas de las características con la máquina que se está trabajando en el presente proyecto.

Hay que mencionar que la mayoría de estas máquinas son de importación y en muchos casos se deben pedir por encargo al proveedor; aunque hay muy pocas en existencia en el mercado mexicano, la mayoría de ellas son de intermediarios y si se requiere alguna con especificaciones exactas hay que mandarlas a traer del extranjero.

Máquina Serigrafía Cilíndrica y Plana Semi-Automática serie SKA

Las máquinas de la serie SKA, han sido diseñadas para la impresión de objetos cilíndricos, ovals y planos, con velocidad y precisión. Mediante un apropiado sistema de registro, permite el giro de las piezas a imprimir y el retorno a su posición de origen, por lo que es factible la impresión en más de un color. Las máquinas de esta familia permiten la decoración de botellas de plástico, vasos de cristal, frascos de champú, piezas varias de cosmética, tubos flexibles, etc. Robusta y precisa, estructura de la máquina de fundición de aluminio para una larga duración y calidad de impresión. El control del micro-procesador simplifica la configuración, velocidad de producción, programable para uno, o ciclos rotativos de impresión, con lote digital preestablecido y contador de producción. Controles de microprocesador fiable. Control de Velocidad Independiente. Boquilla de presión neumática. Contador Producción. Simple boquilla Ajustes de presión y ángulo. Marco maestro totalmente ajustable, acepta todo tipo de marcos. Costo 3,900.00 Euros = \$82,017.00 pesos MN. Este modelo lo podemos observar en la figura 2.13.



Figura 2.13 Máquina Semi-Automática serie SKA

Máquina de Serigrafía Automática ibs-316

:

Máquina de serigrafía con plato giratorio de tres colores con sistema automático de Multi-impresión funcional, que está diseñado para la impresión de recipientes tal como tubos suaves, botellas, tapas, tarros de cosmética y otros recipientes redondos similares. Esta máquina está dotada de una estación de pre-tratamiento por gas, 3 estaciones de secado UV, cinta automática para alimentación de piezas, extracción automática de la pieza y PLC. Velocidad de impresión 3.600 pzs./h. Costo 66,000 Euros = \$133,980 Pesos MN.

Este modelo se puede observar en la figura 2.14.



Figura 2.13 Máquina Automática ibs-316

En este capítulo se describió el uso, funcionamiento y operación de la máquina manual de serigrafía para impresión cilíndrica, que es la que nos ocupa en el presente trabajo de tesis, para la cual se hará una propuesta para hacer una conversión de dicha maquina en una semiautomática.

CÁPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta la propuesta de semiautomatización que se aplicara a la maquina descrita en el capítulo anterior, incluyendo diagramas, programación y simulaciones, así como la selección de equipo para el mismo.

CAPITULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para iniciar con el proceso de semiautomatización, se deben considerar los siguientes puntos:

1.- Conocer la maquina: como se describió y se mostró en el capítulo anterior la maquina a la que se planea aplicar el presente proyecto es de operación manual, lo que implica que un operario realice todas las acciones para que esta funcione como son los desplazamientos horizontales de la pantalla con los cuales se realiza la impresión, pisar y soltar el pedal que permite levantar y bajar la pantalla para poder colocar y retirar las botellas y colocar la tinta para poder realizar las impresiones.

2.- Cambios en la operación manual por semiautomática: se planea implementar un sistema neumático para realizar las acciones que anteriormente debía realizar el operario. Un actuador para el desplazamiento horizontal de la pantalla, uno para el desplazamiento vertical, dos actuadores que se activaran intercaladamente para realizar la impresión y para colocar la tinta que irán ubicados sobre la pantalla donde está el rasero y un último actuador que se ubicara en el área donde se coloca la botella, mismo que servirá para sujetar la botella y evitar que salga de su posición y a la vez inyectara aire a presión para eliminar las deformidades de las mismas.

3.1 PROPUESTA DE SEMIAUTOMATIZACIÓN

3.1.1 Funciones de la Maquina que se Van a Automatizar

1.- Se va a quitar el pedal, siendo la operación de este sustituida por un pistón neumático el cual será colocado en la parte trasera de la máquina. Al momento de energizar el circuito su estado inicial será desactivado, esto quiere decir que la pantalla deberá estar elevada, cuando sea sensado que una botella fue colocada, se accionara permitiendo que baje la pantalla y se accionara nuevamente cuando otro sensor detecte que la pantalla llego a su final de carrera para permitir retirar la botella impresa.

2.- La alimentación de la tinta va a cambiar de forma manual por automática; esto se dará por medio de un pistón neumático colocado en la barra que va sobre la pantalla y en la punta se colocara una espátula metálica que será la que distribuya la tinta. Paralelo a este habrá otro pistón neumático, pero ahora con un rasero de goma que se emplea en la impresión. El accionamiento de estos será intercalado. Al momento de imprimir se activará el actuador con el rasero y cuando la pantalla regresa a su posición inicial, se accionará el actuador con la espátula para que recorra la tinta y no falte para la siguiente impresión.

3.- El desplazamiento de la pantalla es de manual; cambiara a un sistema automático por medio de un pistón neumático que se colocara en la parte trasera de la pantalla. Al energizar el circuito este estará retraído, al momento de que se

detecte que una botella fue colocada y baje la pantalla, este se accionara desplazándose hasta su final de carrera, donde otro sensor detectara que este llego, este pistón retornara hasta que el sensor que de la botella se desactive, retornando la pantalla a su posición inicial para reiniciar el ciclo de funcionamiento de este.

4.- La colocación de las botellas es de forma manual sobre unas guías las cuales únicamente tienen una boquilla y una base metálica de forma cilíndrica giratorias y unos baleros para permitir que las botellas giren sin problema sobre su propio eje. Esta operación se mantendrá manual.

5.- La boquilla donde se colocan las botellas únicamente es para ajustar la botella y no permitir que salga de su lugar, será remplazada por un pistón neumático con una boquilla que cuando un sensor detecte que se colocó una botella, de forma automática se accionara y al finalizar su carrera y topar con la botella liberara aire comprimido para llenar la botella y darle cuerpo para impedir que durante la impresión esta sufra deformación por el peso propio de la pantalla y para eliminar las imperfecciones que esta pueda haber sufrido durante su elaboración y/o flameado. Al terminar la impresión de la botella, este retornara a su punto inicial para permitir retirar la botella.

3.2 CÁLCULOS

A continuación, se presentan las formulas y procedimiento para poder realizar los cálculos necesarios y poder seleccionar los equipos y dispositivos a utilizar.

3.2.1 Formulas y Procedimiento

Los pasos y formulas requeridas para poder calcular los cilindros, son:

Calculo de los cilindros neumáticos.

Para poder realizar el cálculo de los cilindros neumáticos se deben considerar:

1. El peso a desplazar por el cilindro.
2. La longitud que recorrerá el vástago.
3. La gravedad, ya que esta afecta al trabajo realizado por el actuador.

Teniendo en cuenta estas variables se deberá calcular:

Fuerza:
$$F = m * G \text{ ----- (3.1)}$$

Dónde: m = masa a desplazar [Kg] y G = gravedad [m/s^2].

Diámetro del vástago y embolo: en la Tabla 3.1 se muestran algunos de los diámetros estandarizados para los vástagos y émbolos de los cilindros neumáticos.

Tabla 3.1 Diámetros y émbolos estándares

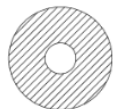
DIAMETRO VASTAGO (MM)	DIAMETRO EMBOLO (MM)	FUERZA NETA P = 6 BAR [N]	LONGITUDES DE CARRERAS NORMALIZADAS. (MM)
-	6	15	10,25,40,80
4	12	60	10,25,40,80, 140, 200
6	16	106	10,25,40,80, 140, 200, 300
10	25	260	25,40,80, 140, 200, 300
12	35	509	70, 140, 200, 300
16	40	665	40,80, 140, 200, 300
18	50	1039	70, 140, 200, 300
22	70	2037	70, 140, 200, 300
25	100	4156	70, 140, 200, 300
30	140	8146	70, 140, 200, 300
40	200	16625	70, 140, 200, 300
50	250	25977	70, 140, 200, 300

Sección de avance (anterior): para el cálculo de la sección de avance se utiliza la Ecuación 3.2



$$S_{avance} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} \text{ ----- (3.2)}$$

Sección de retroceso (posterior): para la sección de retroceso empleamos la Ecuación 3.3



$$S_{retroceso} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} - \frac{\pi \cdot \phi_v^2}{4} = \frac{\pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} \text{ ----- (3.3)}$$

Dónde: para ambas formulas

ϕ_e = Diámetro del émbolo

ϕ_v = Diámetro del vástago

Volumen: una vez obtenidos los resultados de las Ecuaciones 3.2 y 3.3, se calcula el Volumen de avance (Ecuación 3.4) y el Volumen de retroceso (Ecuación 3.5)

$$V_{av} = S_{avance} * C \text{ ----- (3.4)}$$

$$V_{ret} = S_{retroceso} * C \text{ ----- (3.5)}$$

Donde C= Carrera

Ya con los resultados de 3.4 y 3.5, se puede calcular el Volumen Total con la Ecuación 3.6

$$V_T = V_{av} + V_{ret} \text{ ----- (3.6)}$$

Caudal: una vez calculado el Volumen total, se procede a calcular el caudal con la Ecuación 3.7

$$Q = \frac{V_T}{T} \text{ ----- (3.7)}$$

Donde T= tiempo total en que el cilindro realizara el ciclo.

Ahora, ya que se conoce lo que hay que calcular para un cilindro neumático, se procederá a realizar los cálculos para cada uno de los actuadores que se emplearan para este proyecto.

3.2.2 Calculo de Cilindros Neumáticos a Emplear

De acuerdo al procedimiento descrito en el punto 3.2.1 se pueden realizar los cálculos para los siguientes cilindros:

3.2.2.1 Cilindro para Desplazamiento Horizontal de la Pantalla

Se estima que el sistema de desplazamiento horizontal donde se colca la pantalla tiene un peso aproximado de 5 kg y el marco de la pantalla tiene un peso de 500 g, considerando que este es de madera ya que es el más usado, dando un peso total de 5.5 kg aproximadamente y el cilindro deberá tener una carrera de 260 mm.

Sustituyendo valores en la ecuación 3.1, se obtiene la ecuación 3.8

$$F = (5.5kg) * (9.81m/s^2) = 53.955 N \text{ ----- (3.8)}$$

De acuerdo a los valores de 3.8 y la Tabla 3.1, se tienen los valores de 3.9

$$\phi_v = 4 mm \quad \phi_e = 12 mm \text{ ----- (3.9)}$$

Sustituyendo los valores de 3.9 en 3.2 se obtienen 3.10 y 3.11

$$S_{av} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} = \frac{\pi \cdot (12)^2}{4} = 113.097 mm^2 \text{ ----- (3.10)}$$

$$S_{ret} = \frac{\pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} = \frac{\pi \cdot ((12)^2 - (4)^2)}{4} = 100.530 mm^2 \text{ ----- (3.11)}$$

Sustituyendo los valores de 3.10, 3.11 y la carrera del pistón en 3.4 y 3.5, se obtienen 3.12 y 3.13

$$V_{av} = S_{av} * C = (113.097) * (260) = 29\ 405.22\ mm^3 \rightarrow 0.0294\ L \text{ -----(3.12)}$$

$$V_{ret} = S_{ret} * C = (100.530) * (260) = 26\ 137.8\ mm^3 \rightarrow 0.0261\ L \text{ -----(3.13)}$$

Al sustituir los valores de 3.12 y 3.13 en 3.6, se obtiene 3.14

$$V_T = V_{av} + V_{ret} = (29\ 405.22) + (26\ 137.8) = 55\ 543.02\ mm^3 \rightarrow 0.0555\ L \text{ -----(3.14)}$$

Al sustituir el valor de 3.14 y el tiempo de operación del cilindro en 3.7, se obtiene 3.15

$$Q = \frac{V_T}{T} = \frac{(0.0555\ L)}{(0.0666\ min)} = 0.8333\ L/min \rightarrow 0.2201\ gpm \text{ ----- (3.15)}$$

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para este cilindro, se vacían los mismos en la Tabla 3.2 para su mejor lectura, siendo estos los siguientes:

Tabla 3.2 Calculo de cilindro horizontal

CILINDRO HORIZONTAL	
Diámetro del vástago [mm]	4
Diámetro del embolo [mm]	12
Carrera [mm]	260
Presión [bar]	6
Caudal [L/Min]	0.8333
Volumen de Avance [L]	0.0294
Volumen de Retroceso [L]	0.0261

3.2.2.2 Cilindro para Desplazamiento Vertical de la Pantalla

Se estima que todo el cabezal de la maquina donde se colca la pantalla, mismo que es levantado por un pedal ubicado en la parte inferior de la maquina tiene un peso aproximado de 20 kg y que el cilindro deberá tener una carrera de 85 mm.

Sustituyendo valores en la ecuación 3.1, se obtiene la ecuación 3.16

$$F = (25kg) * (9.81m/s^2) = 245.25 N \quad \text{-----} \quad (3-16)$$

De acuerdo a los valores de 3.16 y la Tabla 3.1, se tienen los valores de 3.17

$$\phi_v = 10 \text{ mm} \quad \phi_e = 25 \text{ mm} \quad \text{-----} \quad (3.17)$$

Sustituyendo los valores de 3.17 en 3.2 se obtienen 3.18 y 3.19

$$S_{av} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} = \frac{\pi \cdot (25)^2}{4} = 490.873 \text{ mm}^2 \quad \text{-----} \quad (3.18)$$

$$S_{ret} = \frac{\pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} = \frac{\pi \cdot ((25)^2 - (10)^2)}{4} = 412.334 \text{ mm}^2 \quad \text{-----} \quad (3.19)$$

Sustituyendo los valores de 3.18, 3.19 y la carrera del pistón en 3.4 y 3.5, se obtienen 3.20 y 3.21

$$V_{av} = S_{av} * C = (490.873) * (85) = 41\ 724.205 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.0417 \text{ L} \quad \text{-----} \quad (3.20)$$

$$V_{ret} = S_{ret} * C = (412.334) * (85) = 35\ 048.39 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.0350 \text{ L} \quad \text{-----} \quad (3.21)$$

Al sustituir los valores de 3.20 y 3.21 en 3.6, se obtiene 3.22

$$V_T = V_{av} + V_{ret} = (41\ 724.205) + (35\ 048.39) = 76\ 772.595 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.0767 \text{ L} \quad \text{----} \quad (3.22)$$

Al sustituir el valor de 3.22 y el tiempo de operación del cilindro en 3.7, se obtiene 3.23

$$Q = \frac{V_T}{T} = \frac{(0.0767 \text{ L})}{(0.133 \text{ min})} = 0.576 \text{ L/min} \rightarrow 0.1522 \text{ gpm} \quad \text{-----} \quad (3.23)$$

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para este cilindro, se vacían los mismos en la Tabla 3.3 para su mejor lectura, siendo estos los siguientes:

Tabla 3.3 Calculo de cilindro vertical

CILINDRO VERTICAL	
Diámetro del vástago [mm]	10
Diámetro del embolo [mm]	25
Carrera [mm]	85
Presión [bar]	6
Caudal [L/Min]	0.576
Volumen de Avance [L]	0.0417
Volumen de Retroceso [L]	0.0350

3.2.2.3 Cilindro con Inyección de Aire a Presión

Este cilindro no cargara ninguna fuerza, en cambio tendrá que mantener la botella en su posición una vez esta sea colocada, también tendrá que inyectar suficiente aire a presión para eliminar las imperfecciones de las botellas. La carrera total de este pistón será de 30mm.

Debido a que este pistón no cargara ninguna masa con la cual se pueda calcular su fuerza de trabajo, no se pueden realizar cálculos para obtener sus dimensiones y condiciones de operación, por lo que se empleara el cilindro más pequeño que maneja la Tabla 3.1. Las presiones y caudales de operación se obtuvieron por prueba y error, empleando una boquilla y un compresor, con los cuales se inyecta aire a presión a las botellas hasta obtener las presiones óptimas para eliminar las deformidades de las botellas.

Se obtuvo que la presión y caudal requeridos para eliminar las deformidades de los embaces son los mostrados en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Calculo de cilindro para inyección de aire

CILINDRO INYECCIÓN DE AIRE	
Diámetro del vástago [mm]	4
Diámetro del embolo [mm]	12
Carrera [mm]	50
Presión [bar]	3 a 4

3.2.2.4 Cilindros para Racero y Espátula

Estos cilindros no cargaran fuerzas, en cambio deberán ejercer poca presión para que al momento de pasar sobre la pantalla puedan realizar bien su función que será imprimir o colocar tinta. Por esto que se seleccionarán los cilindros más pequeños que maneja la Tabla 3.1 de medidas estándar, estos tendrán un total de carrera de 40 mm. De acuerdo a lo anterior, se obtiene 3.24

$$\text{Diámetro del vástago y embolo:} \quad \phi_v = 4 \text{ mm} \quad \phi_e = 12 \text{ mm} \quad \text{---- (3.24)}$$

Sustituyendo los valores de 3.24 en 3.2 se obtienen 3.25 y 3.26

$$S_{av} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} = \frac{\pi \cdot (12)^2}{4} = 113.097 \text{ mm}^2 \quad \text{----- (3.25)}$$

$$S_{ret} = \frac{\pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} = \frac{\pi \cdot ((12)^2 - (4)^2)}{4} = 100.530 \text{ mm}^2 \quad \text{----- (3.26)}$$

Sustituyendo los valores de 3.25, 3.26 y la carrera del pistón en 3.4 y 3.5, se obtienen 3.27 y 3.28

$$V_{av} = S_{av} * C = (113.097) * (40) = 4\ 523.88 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.00452 \quad \text{----- (3.27)}$$

$$V_{ret} = S_{ret} * C = (100.530) * (40) = 4\ 021.2 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.00402 \text{ L} \quad \text{----- (3.28)}$$

Al sustituir los valores de 3.27 y 3.28 en 3.6, se obtiene 3.29

$$V_T = V_{av} + V_{ret} = (4\ 523.88) + (4\ 021.2) = 8\ 545.08 \text{ mm}^3 \rightarrow 0.00854 \text{ L} \quad \text{----- (3.29)}$$

Al sustituir el valor de 3.29 y el tiempo de operación del cilindro en 3.7, se obtiene 3.30

$$Q = \frac{V_T}{T} = \frac{(0.00854 L)}{(0.0333 \text{ min})} = 0.256 \text{ L/min} \rightarrow 0.0676 \text{ gpm} \quad \text{----- (3.30)}$$

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para este cilindro, se vacían los mismos en la Tabla 3.5 para su mejor lectura, siendo estos los siguientes:

Tabla 3.5 Calculo de cilindros para rasero y espátula

CILINDROS RASERO Y ESPÁTULA	
Diámetro del vástago [mm]	4
Diámetro del embolo [mm]	12
Carrera [mm]	40
Presión [bar]	6
Caudal [L/Min]	0.0676
Volumen de Avance [L]	0.00452
Volumen de Retroceso [L]	0.00402

3.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO.

Ya que se realizaron los cálculos necesarios para poder seleccionar los dispositivos neumáticos adecuados para este proceso, además de tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Presión y fuerza requeridas para su operación.
- Longitud de carrera del embolo.
- Requerimiento de suministro de aire.
- Dimensiones del dispositivo.
- Costos y fabricantes.

Para el material y equipo neumático se consideraron 2 fabricantes Festo y GUSS & ROCH, a quienes se les solicito una cotización, mismas que se pueden

encontrar en la parte de Anexos, pero al final se optó por elegir al proveedor GUSS & ROCH debido a que sus precios son más accesibles.

En el caso del material y equipo eléctrico, así como algunos otros accesorios, estos fueron cotizados en tiendas y accesorias pequeñas, algunas ubicadas en las calles del centro de la ciudad y otras en las cercanías de la empresa VICAR con las que se ha trabajado con anterioridad. A continuación, se enlistan los materiales antes mencionados.

Equipo Neumático

3.3.1 Cilindros Neumáticos

Cilindro de doble efecto para desplazamiento vertical de la pantalla (Figura 3.1).



Figura 3.1 Cilindro Serie MD-25-85-I-PH

Cilindro de doble efecto para desplazamiento horizontal de la pantalla (Figura 3.2).



Figura 3.2 Cilindro Serie MD-12-260-I-PH

Cilindro de doble efecto para sujeción de la botella e inyección de aire a presión (Figura 3.3).



Figura 3.3 Cilindro Serie MD-12-50-I-P

Cilindros de doble efecto para racero y para espátula (Figura 3.4).



Figura 3.4 Cilindro Serie MD-12-40-I-PH

3.3.2 Válvulas Neumáticas.

Electroválvulas 5/2 (Figura 3.5).



Figura 3.5 Electroválvula 5/2 Serie GKG-5/2-1/4-s-110-L

Válvulas reguladoras de flujo (Figura 3.6).



Figura 3.6 Válvula Reguladora de Flujo RE

3.3.3 Manguera y Conectores Neumáticos

Conector Rápido Simple (Figura 3.7)



Figura 3.7 Conector Rápido Simple

Conector Rápido "T" (Figura 3.8)



Figura 3.8 Conector Rápido "T"

Manguera Flexible (Figura 3.9)



Figura 3.9 Manguera Flexible

3.3.4 Elementos Eléctricos.

Sensores

Sensor de límite para detección de inicios y finales de carrera de los cilindros (Figura 3.10).



Figura 3.10 Sensor magnético 1500 U

Sensor capacitivo para detectar las botellas (Figura 3.11).



Figura 3.11 Sensor Capacitivo

Botones, Interruptores y Lámparas

Botonera Arranque – Paro (Figura 3.12)



Figura 3.12 Botonera Arranque – Paro

Interrupor Selector de 3 posiciones
(Figura 3.13)



Figura 3.13 Selector de 3 posiciones

Switch Push (Figura 3.14)



Figura 3.14 Switch Push

Indicadores Luminosos (Figura 3.15)



Figura 3.15 Indicadores Luminosos Verde y Amarillo

Otros Materiales

Franja 18 Terminales Eléctricas
(Figura 3.16)



Figura 3.16 Franja Terminales 18 Poleas

Paquete 50 terminales Eléctricas
Aisladas (Figura 3.17)



Figura 3.17 Terminales Tipo Anillo

Cable Conductor Calibre 14 (Figura
3.18)



Figura 3.18 Cable de Cobre 2 Polos

Gabinete Cuadrado (Figura 3.19)



Figura 3.19 Gabinete Plástico

3.3.5 Controlador

Controlador Lógico Programable (Figura 3.20).



Figura 3.20 PLC Serie GM7U

Las especificaciones de los elementos anteriormente enlistados, se encuentran en la parte de anexos.

3.4 DIAGRAMAS Y PROGRAMACIÓN

A continuación, se presentan los diferentes diagramas de la máquina, así como las secuencias de programación para el PLC.

3.4.1 Diagrama de Control de Lazo Cerrado

El control aplicable al presente proyecto es de lazo cerrado, donde se muestra que el elemento de control es el PLC, el proceso corresponde a los movimientos de los diferentes pistones, la retroalimentación son los 3 sensores, los de posición del cabezal y el de presencia de la botella, las variables de entrada serán las botellas a imprimir y las variables de salida son las botellas impresas y su diagrama de bloques se puede observar en la Figura 3.21.

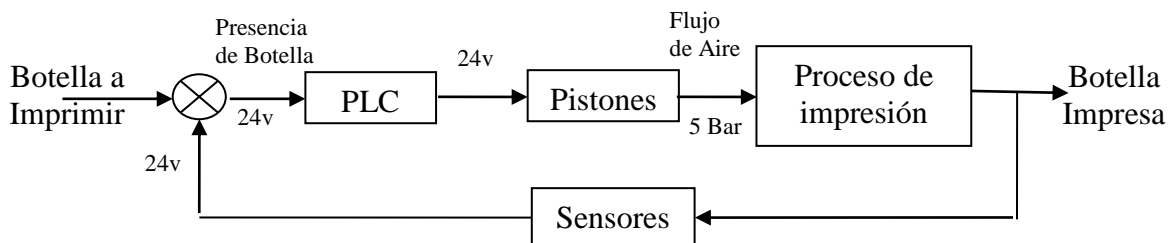


Figura 3.21 Diagrama de Control de Lazo Cerrado

Se eligió este tipo de control, ya que se emplea en aquellos sistemas en los que la variable del sistema es aquella que tiene control directo sobre la operación del mismo; en este caso la variable de control es la presencia de la botella al inicio de la secuencia y esta es la que nos proporcionara el control sobre la secuencia de funcionamiento de la máquina, ya que al no registrarse la misma la maquina no iniciara su operación.

Aunque hay otras variables manipuladas dentro del sistema como pueden ser flujo, presión, posición y velocidad, estas no tienen tanta relevancia dentro del mismo, pues estas se pueden discriminar ya que la variable predominante y que se empleara para el control es la presencia de la botella.

3.4.2 Diagrama de Conexión Eléctrico.

Para realizar el diagrama eléctrico se usó el software Automation Studio 5.0, que como se puede observar en la Figura 3.22, el diagrama está dividido en 2 partes, la primera parte es el circuito de operación semiautomática y la segunda es el circuito de operación manual. Esto se puso así porque para poder poner en marcha la máquina primero hay que ajustarla a la botella que se va a imprimir, aunque un día anterior se haya impreso el mismo producto, pues en ocasiones esta se des ajusta y hay que realizar los movimientos de la máquina para verificar que está en condiciones de iniciar la producción.

Se podrá seleccionar el modo de operación por medio de un selector de 3 posiciones, siendo

1. Secuencia automática.
2. Apagado.
3. Operación manual.

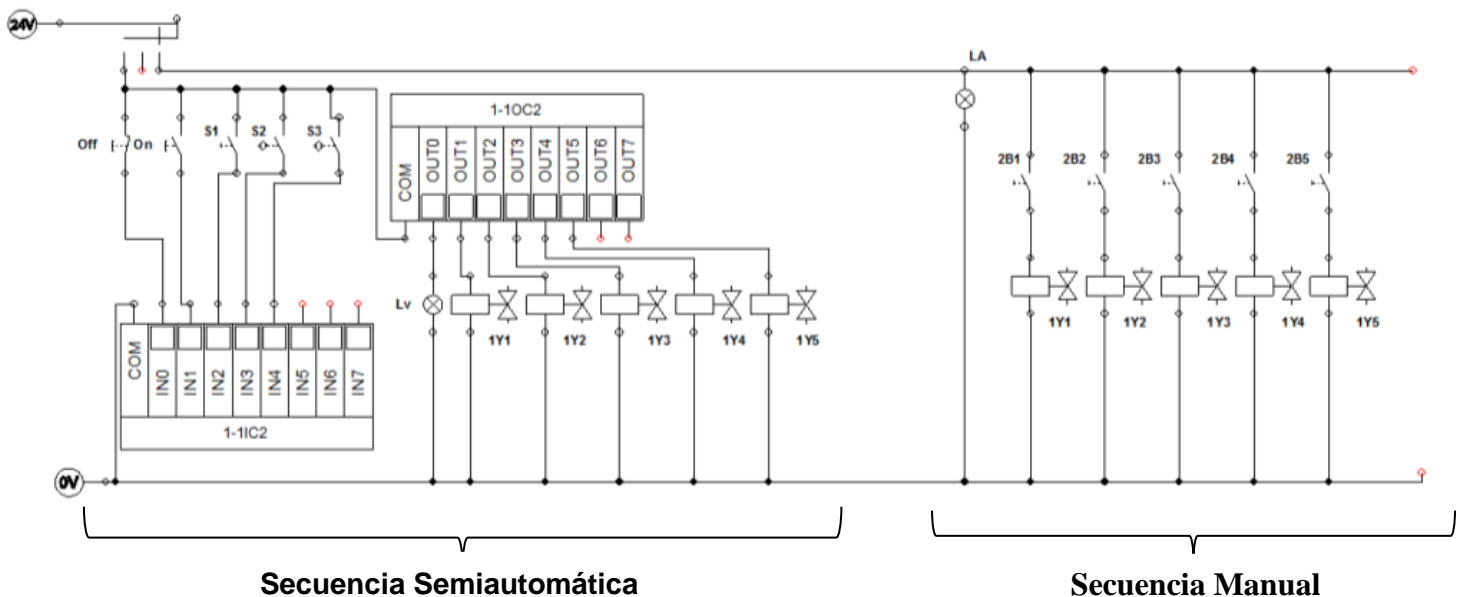


Figura 3.22 Diagrama de Conexión Eléctrico

3.4.3 Diagrama de Conexión Neumática

De igual manera, para realizar el diagrama y simulación neumática que se puede observar en la Figura 3.23, se empleó el software Automation Studio 5.0. Este consiste en 5 pistones.

1. Pistón de elevación vertical de la pantalla.
2. Pistón de desplazamiento horizontal de la pantalla.
3. Pistón de inyección de aire a presión.
4. Pistón de movimiento del rasero.
5. Pistón de movimiento de la espátula.

Cada uno controlado con una válvula 5/2 con solenoide. El pistón de desplazamiento horizontal requiere dos sensores de posición. Además, se incluirá una válvula reguladora de flujo para aumentar o reducir la velocidad de desplazamiento de este cilindro.

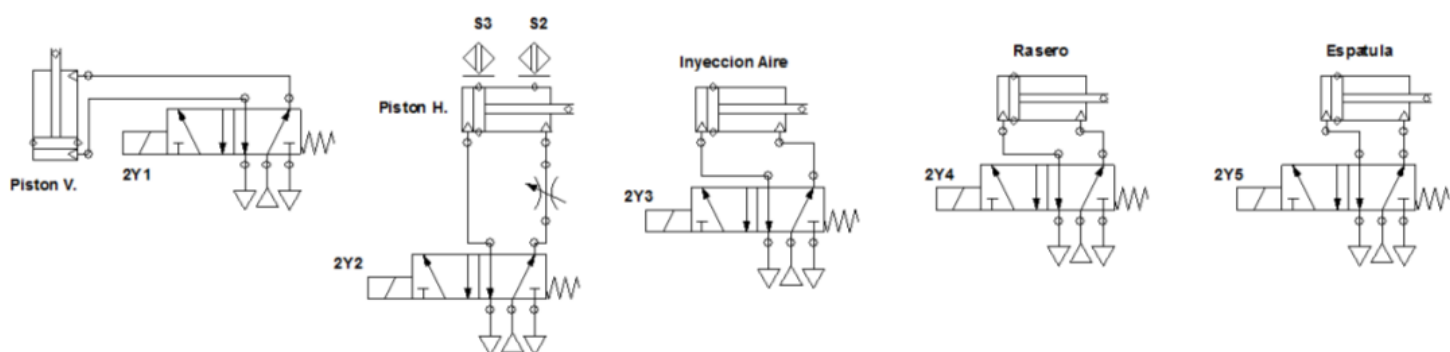


Figura 3.23 Diagrama de Conexión Neumática

3.4.4 Programación del Controlador Lógico Programable (PLC).

Primero se procedera a realizar la lista de asignacion de entradas, salidas y elemetos internos del PLC.

3.4.4.1 Lista de Asignacion de Variables

La lista de asignacion de variables se divide en tres partes, que son las siguientes:

Tabla 3.6 Asignación de entradas.

Dirección	Uso	Descripción
I:1/0	Botón de Arranque	Botón Pulsador N/A
I:1/1	Botón de Paro	Botón Pulsador N/C
I:1/2	Sensor Botella	Sensor de presencia
I:1/3	Limite Pistón Horizontal	Detector magnético

I:1/4	Inicio Pistón Horizontal	Detector magnético
--------------	---------------------------------	---------------------------

Tabla 3.7 Asignación de salidas.

Dirección	Uso	Descripción
O:2/0	Indicador Encendido de la maquina	Indicador luminoso
O:2/1	Pistón Vertical	Electroválvula 5/2
O:2/2	Pistón Horizontal	Electroválvula 5/2
O:2/3	Pistón Inyección Aire	Electroválvula 5/2
O:2/4	Pistón Rasero	Electroválvula 5/2
O:2/5	Pistón Espátula	Electroválvula 5/2

Tabla 3.8 Asignación de elementos internos

Dirección	Uso	Descripción
T4:0	Retardo para descenso de pantalla	Temporizador a la conexión
T4:1	Retardo para inicio de impresión	Temporizador a la conexión
T4:2	Retardo para descenso de pantalla	Temporizador a la conexión
T4:3	Retardo para reinicio de ciclo	Temporizador a la conexión

Ya que se tiene la lista de asignación, se puede iniciar la programación del PLC, esta se realizó en el software LogixPro, con el simulador de entradas y salidas para poder apreciar más fácilmente, que en efecto, el programa realiza lo que se desea.

3.4.4.2 Diagrama en Escalera.

En la Figura 3.24 se puede observar la pantalla de inicio del programa LogixPro, donde del lado izquierdo se observan las entradas y salidas configuradas y del lado derecho se observa el diagrama en escalera que se programa.

Este software se empleó para realizar la simulación del proyecto con la ayuda de la opción de simulación de entradas y salidas, para poder apreciar si el programa realiza lo que se desea, las líneas de programación se presentan a continuación con una explicación detallada de las mismas.

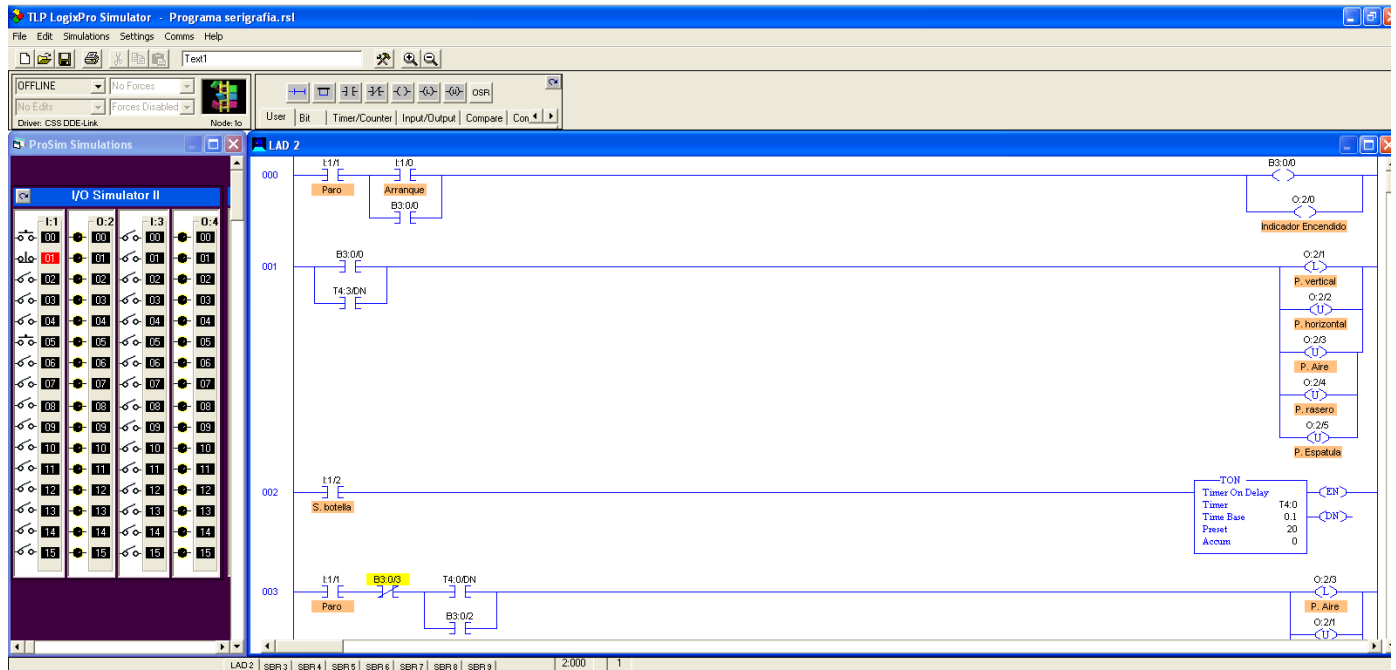


Figura 3.24 Pantalla de Inicio LogixPro

A continuación, se explicará detalladamente el programa realizado.



Figura 3.25 Línea 000 a 001

Estas primeras líneas (Figura 3.25) corresponden al sistema de arranque y paro del circuito, así como la puesta en marcha del proceso obteniendo las condiciones adecuadas para poder iniciar la impresión.



Figura 3.26 Línea 002

Esta línea (Figura 3.26) corresponde al sensor de la botella, que estará esperando a que detecte que se colocó una botella para iniciar el proceso de impresión. Se observa un temporizador que sirve para dar un retardo y que el operario pueda retirar la mano con seguridad.

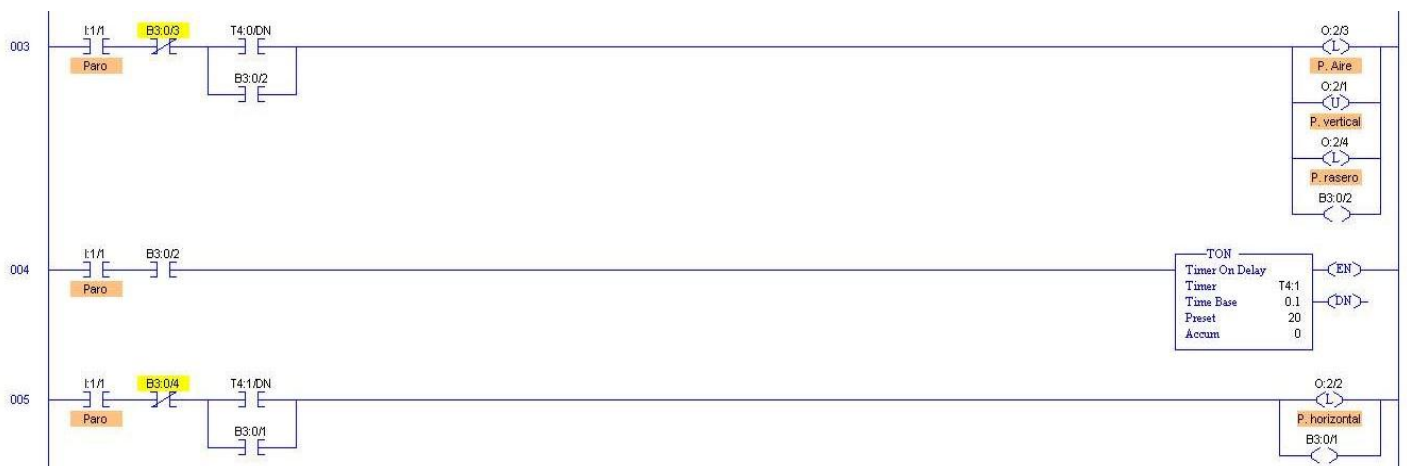


Figura 3.27 Líneas 003 a 005

Finalizado el tiempo de retardo se accionará el pistón de inyección de aire y descenderá la pantalla junto con el rasero para iniciar el proceso de impresión. T4:1 es un retardo para asegurar que la pantalla no se desplace horizontalmente sin antes haber descendido completamente. Al terminar el tiempo de retardo se acciona el pistón de desplazamiento horizontal para realizar el estampado en la botella colocada, esto se puede observar en las líneas de la Figura 3.27

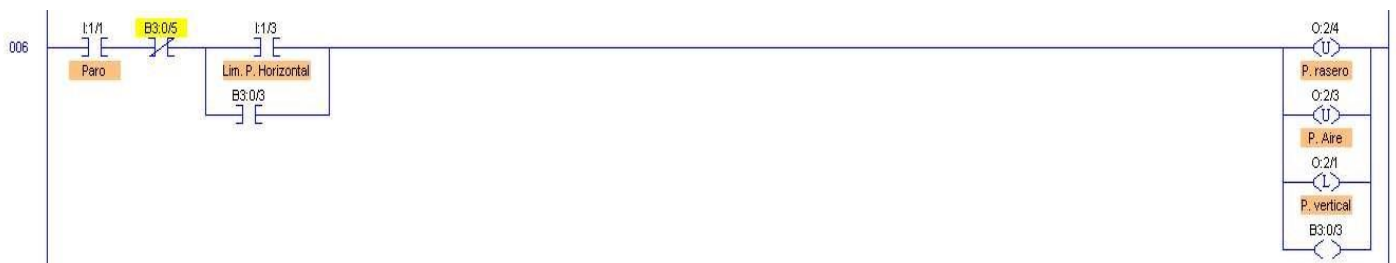


Figura 3.28 Línea 006

Al llegar al límite de carrera del pistón horizontal, un sensor es activado para indicar que la impresión se realizó, levantar la pantalla y retirar el pistón de inyección de aire para permitir que el operario retire la botella de su lugar, esto se observa en la línea de la Figura 3.28.



Figura 3.29 Línea 007

Cuando el operario retira la botella se desactiva el sensor de presencia y se inicia un retardo para permitir que el operario retire la mano antes de continuar el ciclo de funcionamiento, se puede observar en la línea de la Figura 3.29.

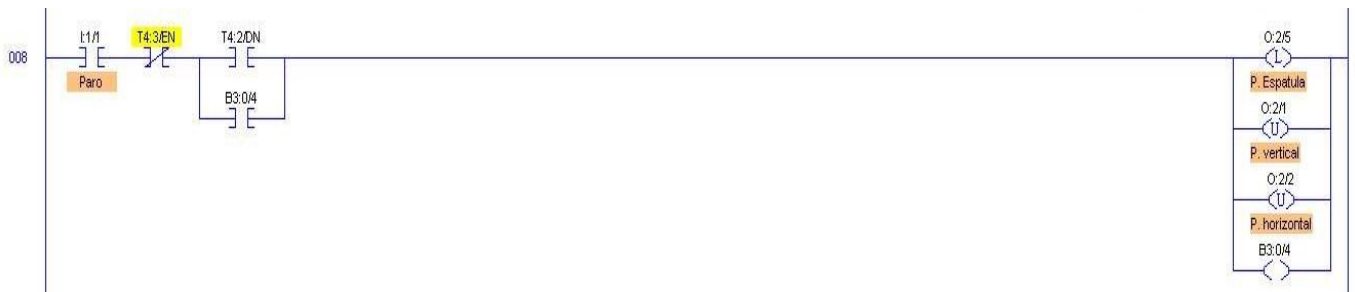


Figura 3.30 Línea 008

Cuando termina el retardo desciende la pantalla junto con la espátula para colocar tinta en el área de impresión nuevamente para el siguiente ciclo de impresión y la pantalla inicia su retorno a su posición inicial, esto corresponde a la línea mostrada en la Figura 3.30.

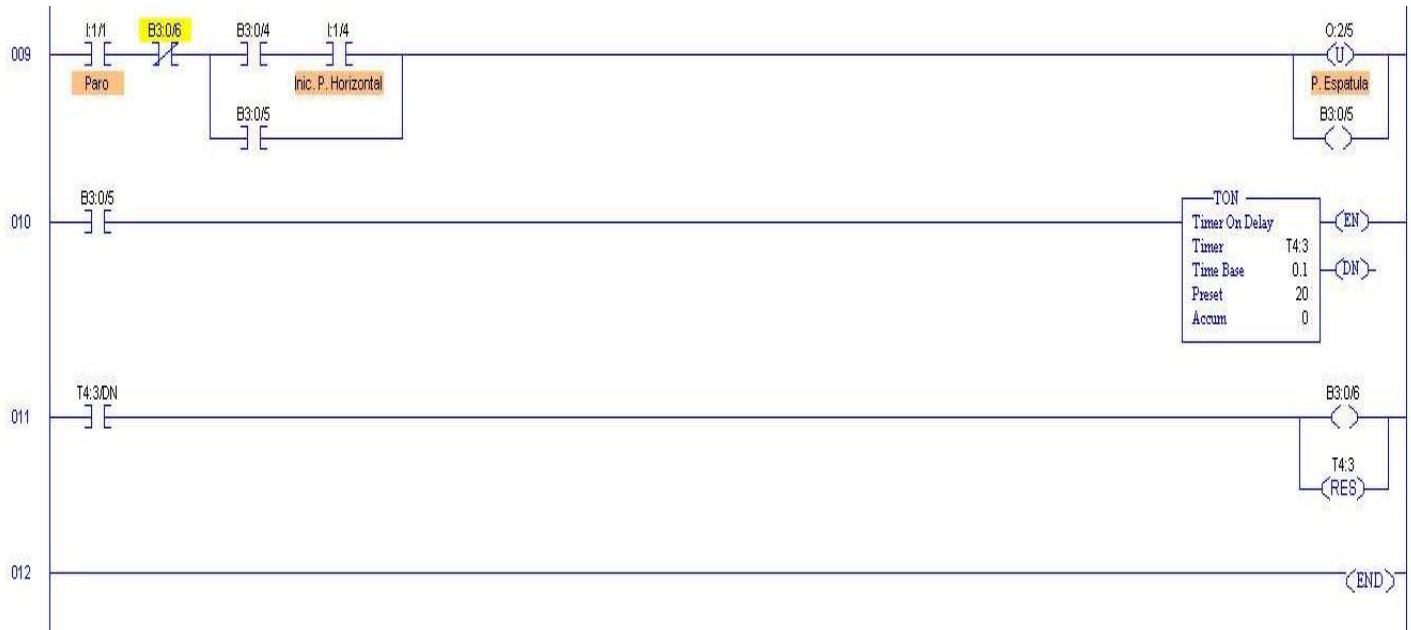


Figura 3.31 Líneas 009 a 012

Cuando la pantalla regreso a su posición inicial, se activa el sensor de inicio de carrera, que desactiva el cilindro de la espátula e inicia un retardo para reiniciar el ciclo de funcionamiento y asegurar que se cumplen todas las condiciones para iniciar otro ciclo de impresión, lo que corresponde a las líneas mostradas en la Figura 3.31.

La explicación del funcionamiento de la máquina semiautomática que se describió en las líneas de programación del PLC, se puede resumir y apreciarse de mejor manera en el diagrama de flujo presentado en la Figura 3.32 que se muestra a continuación.

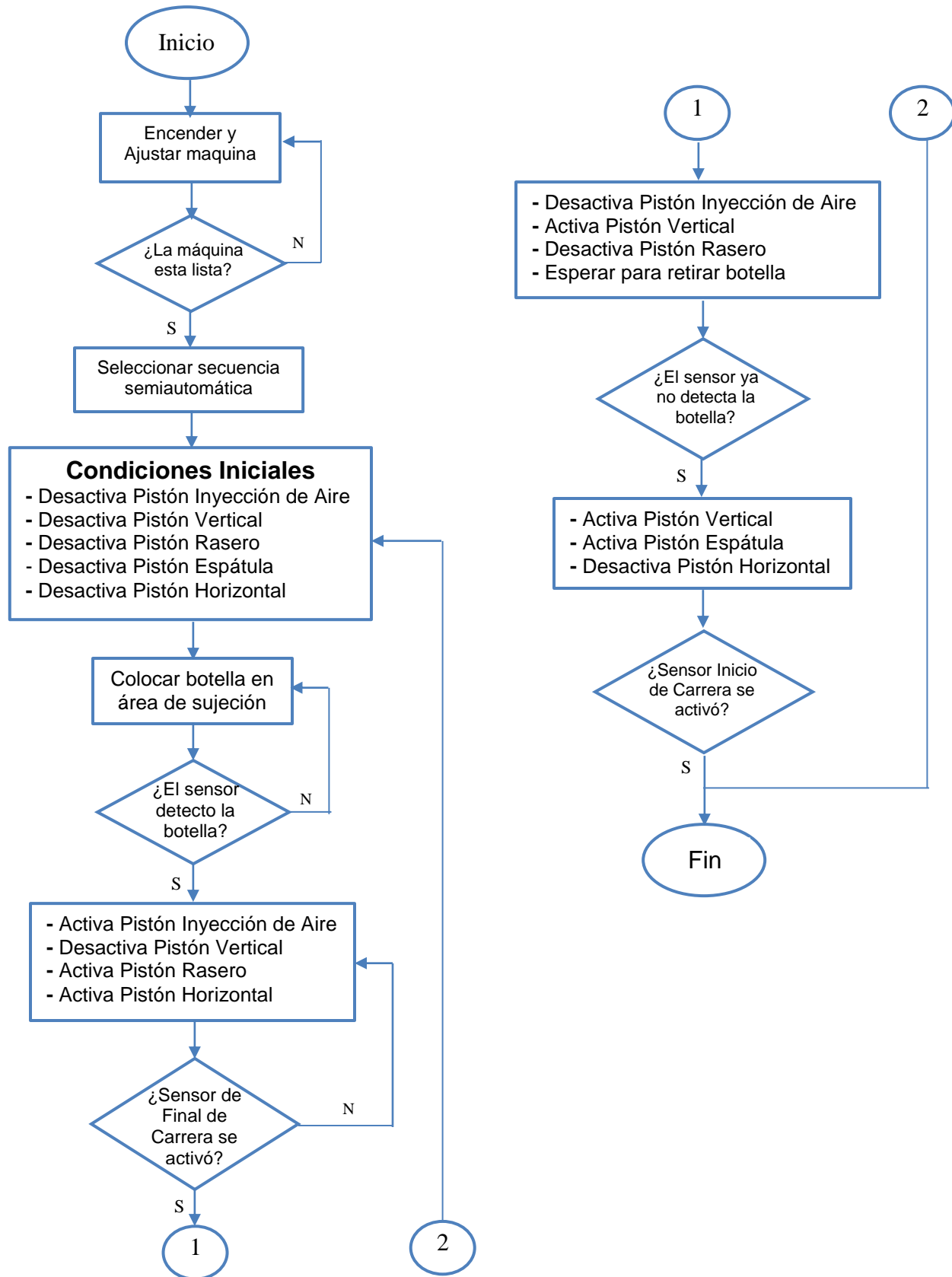


Figura 3.32 Diagrama de Flujo de Operación de la Máquina Semiautomática

3.4.4.3 Diagrama Espacio – Fase

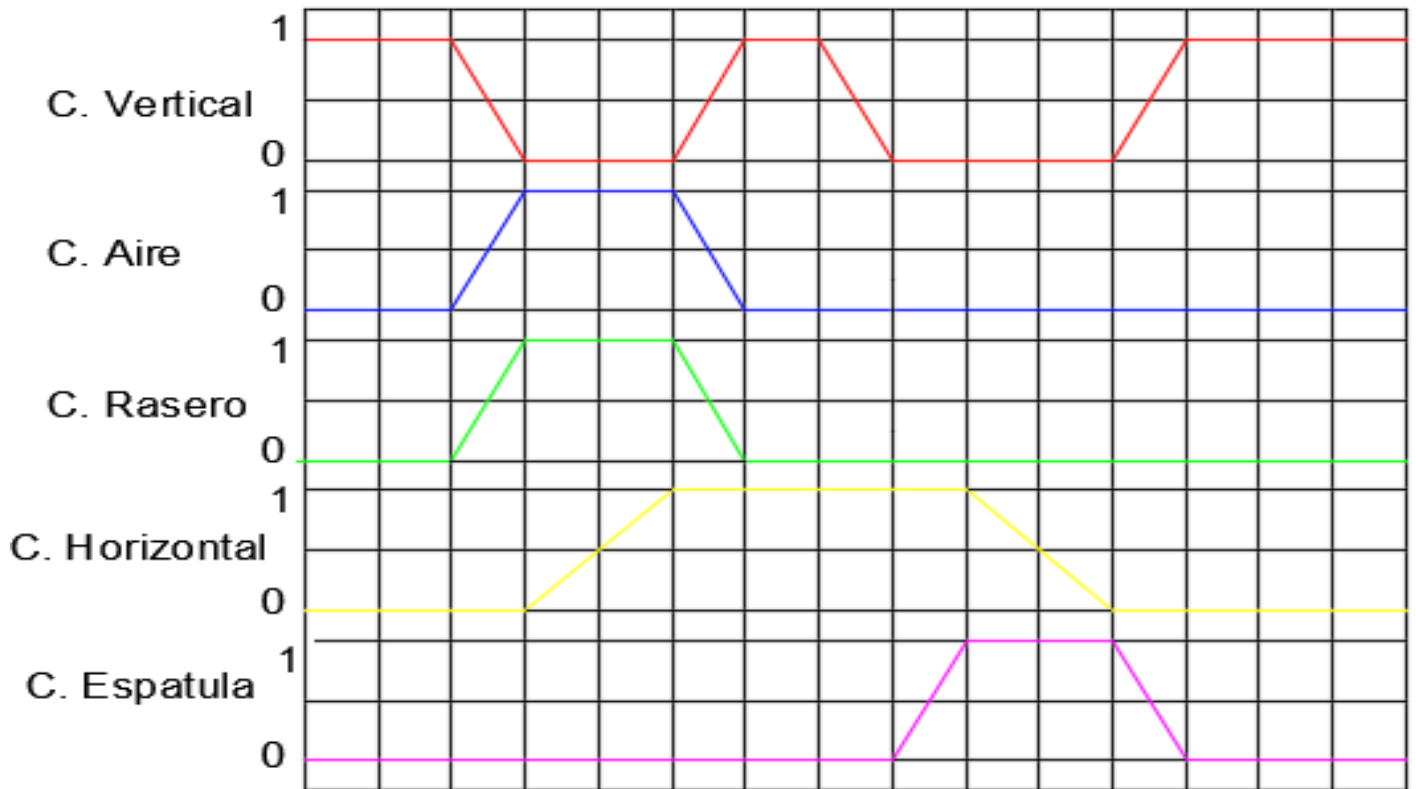


Figura 3.33 Diagrama Espacio – Fase

En la figura 3.33 se muestra el diagrama espacio fase del funcionamiento de los cilindros neumáticos durante la operación de la máquina. Del diagrama anterior podemos obtener que la ecuación de movimiento es la siguiente:

$$A- B+ C+ D+ A+ B- C- A- E+ D- E- A+$$

3.5 PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA

Para realizar el modelo de la maquina semiautomática mostrando como es que quedara después de las modificaciones que se realizarán a la misma, se utilizó el software de diseño SolidWorks®.

3.5.1 Acerca de SolidWorks®

El software CAD SolidWorks® es una aplicación de automatización de diseño mecánico que les permite a los diseñadores croquizar ideas con rapidez, experimentar con operaciones y cotas, y producir modelos y dibujos detallados.

Diseño en 3D

SolidWorks® emplea un procedimiento de diseño en 3D. Al diseñar una pieza, desde el croquis inicial hasta el resultado final, está creando un modelo en 3D. A partir de este modelo, puede crear dibujos en 2D o componentes de relaciones de posición que consten de piezas o subensamblajes para crear ensamblajes en 3D. También puede crear dibujos en 2D a partir de los ensamblajes en 3D. Estos párrafos fueron obtenidos del archivo de Introducción a SolidWorks® contenido en la ventana de ayuda del mismo software.

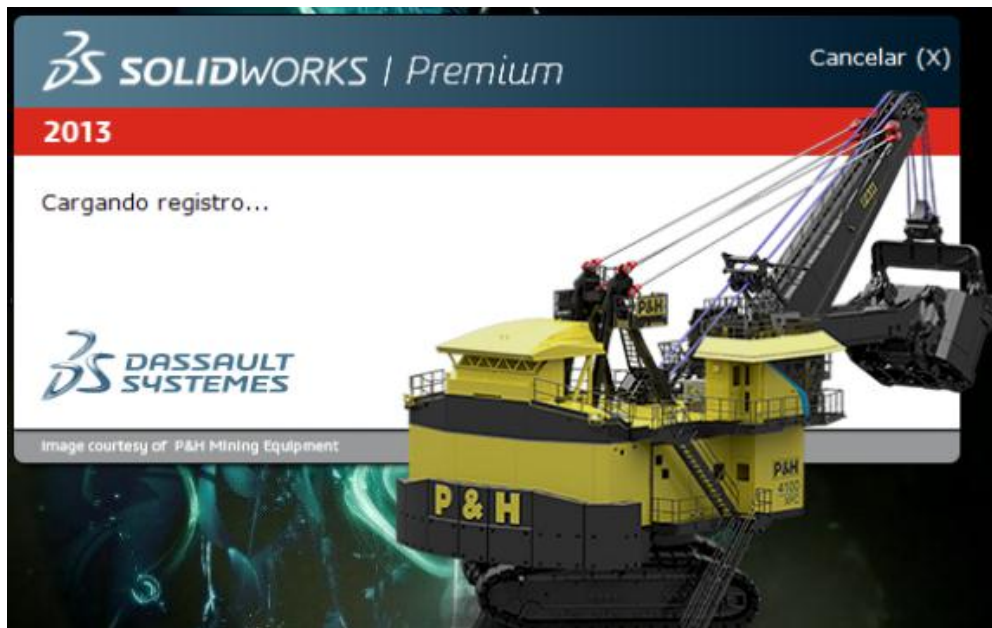


Figura 3.34 Ventana arranque SolidWorks®

3.5.2 Prototipo de Máquina Semiautomática

A continuación, en la Figura 3.35, se puede observar la propuesta de las modificaciones que se harán a la máquina y donde se colocarán los dispositivos seleccionados para las mismas.

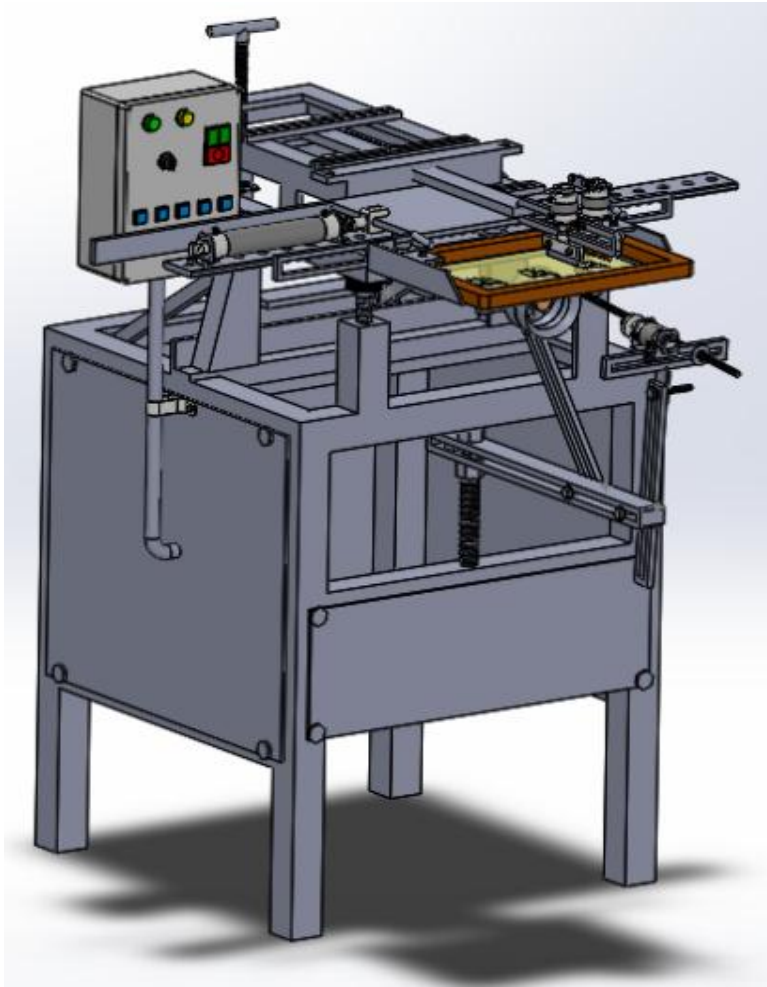


Figura 3.35 Propuesta Máquina Semiautomática

3.5.3 Ubicación de los Dispositivos

Se contará con 5 cilindros neumáticos, de los cuales ya se ha hablado en capítulos anteriores, estos se colocarán en las siguientes ubicaciones.

3.5.3.1 Cilindro Desplazamiento Horizontal

El cilindro para desplazamiento horizontal de la pantalla, se colocará en la parte trasera del cabezal de la máquina, así como se puede observar en la Figura 3.36.

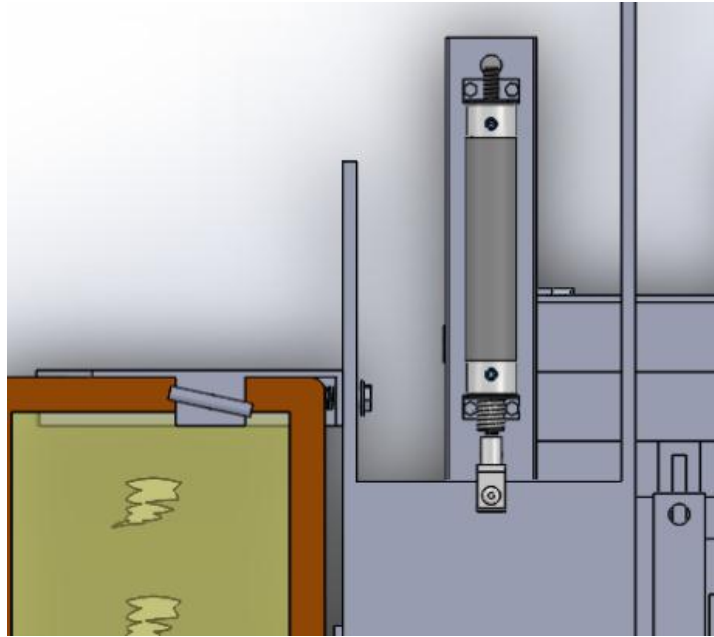


Figura 3.36 Ubicación Cilindro Horizontal

3.5.3.2 Cilindro Desplazamiento Vertical

Este cilindro se encontrará ubicado en la parte trasera de la máquina, el cuerpo estará sujeto a la base de la máquina y la punta del vástago será unida a la base del cabezal como se puede observar en la Figura 3.37.

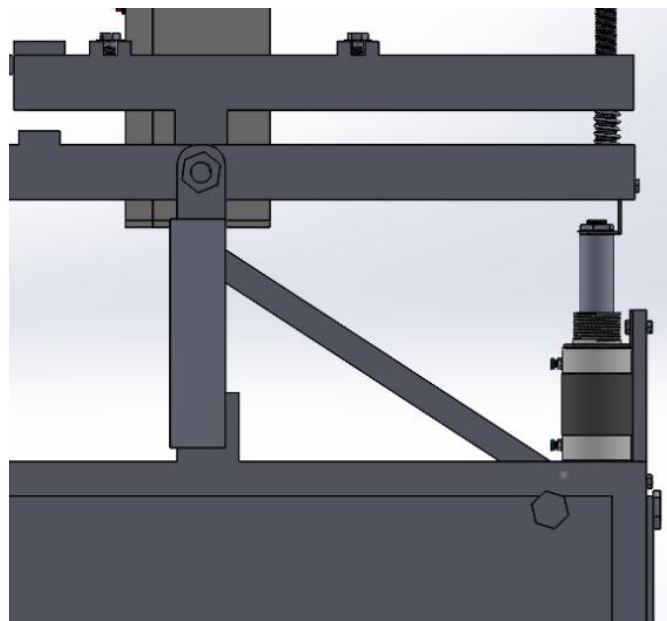


Figura 3.37 Ubicación Cilindro Vertical

3.5.3.3 Cilindros para Rasero y Espátula

Estos cilindros se sujetarán en el brazo que sale del cabezal y se encuentran sobre la pantalla, se colocarán de forma paralela uno del otro, tal como se puede observar en la Figura 3.38.

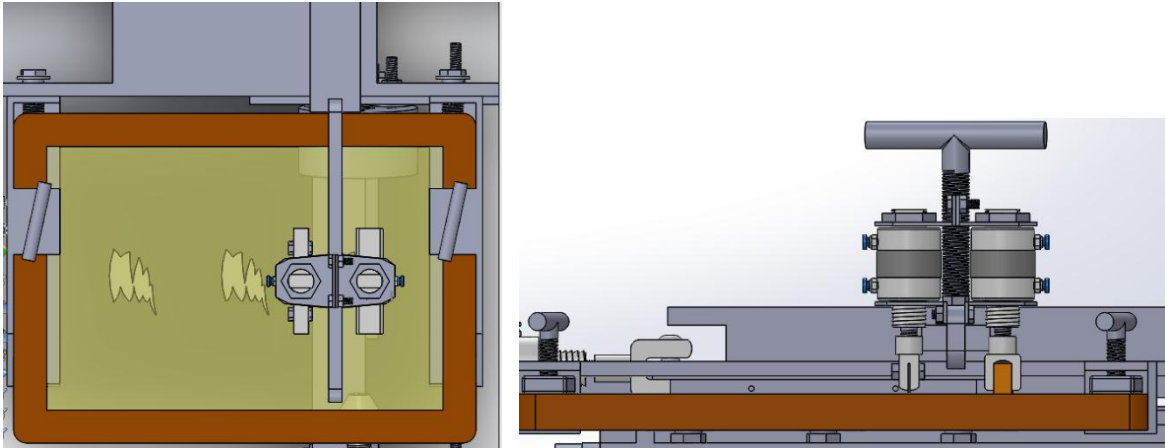


Figura 3.38 Ubicación Cilindros Espátula y Rasero

3.5.3.4 Cilindro para Inyección de Aire a Presión

La ubicación de este cilindro será bajo la pantalla en el brazo que sale de la parte baja de la máquina, mismo donde se encuentra el área de sujeción de las botellas. Este cilindro se complementará con una base para las botellas, compuesta con un mecanismo giratorio y en el centro de este mismo se ubicará el sensor capacitivo para la detección de las botellas. Esto se puede ver en la Figura 3.39.

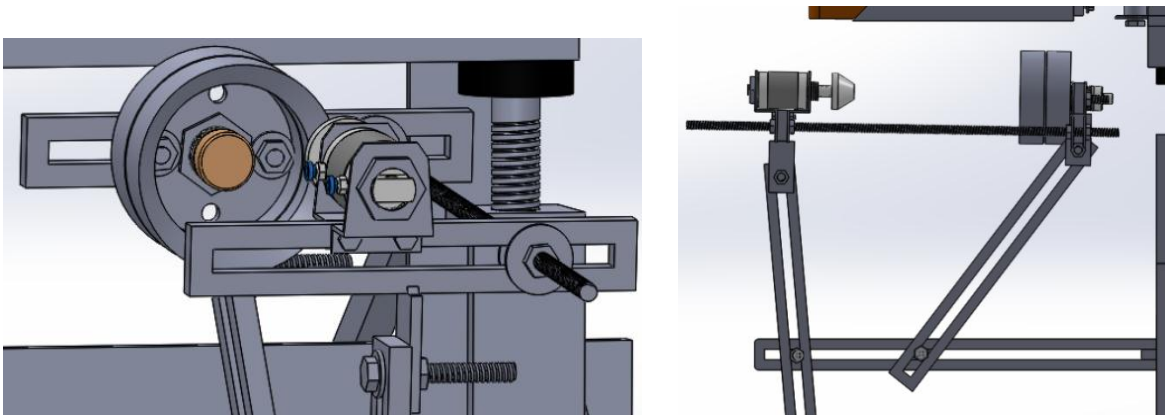


Figura 3.39 Ubicación Cilindro Inyección de Aire

3.5.3.5 Gabinete y Tablero de Control

El gabinete contendrá en su interior y exterior todo el equipo y dispositivos eléctricos que permitirán el control de los movimientos de la máquina a excepción del PLC, ya que este se encontrara ubicado en el pequeño cajón que se forma en la base de la máquina al cerrar todas las aberturas, lo que se puede observar en la Figura 3.40.

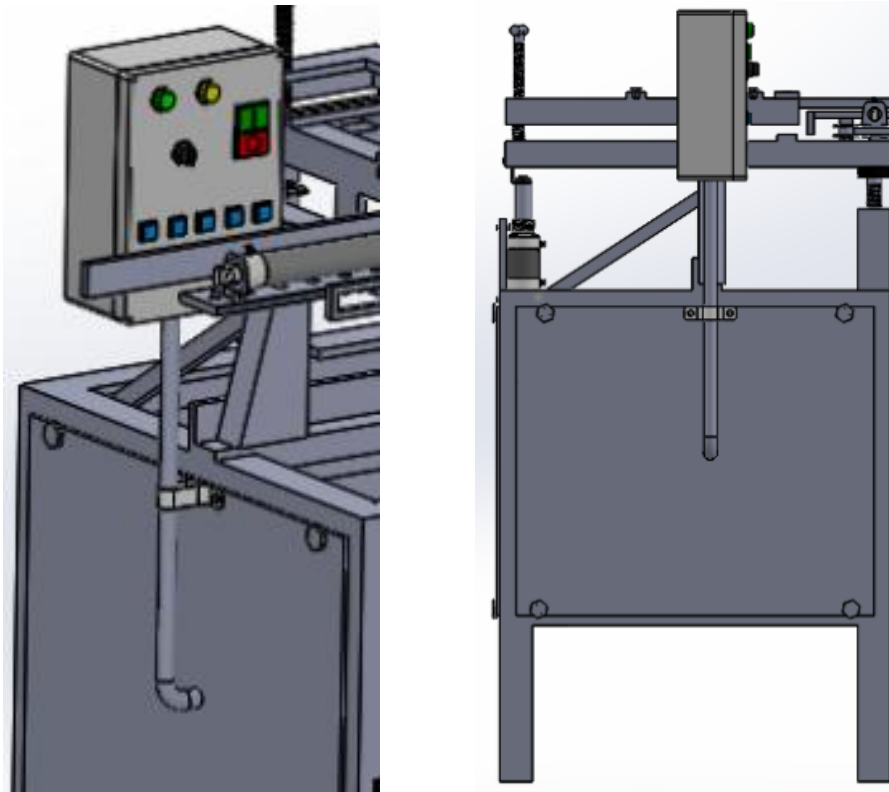


Figura 3.40 Ubicación Gabinete de Control

En este capítulo se presentó la propuesta de automatización que se aplicara a la máquina descrita en el capítulo anterior, se incluyeron los diferentes diagramas, de la máquina como son eléctrico, neumático espacio – fase y de programación, así como la selección de equipo para aplicar esta propuesta y por último se mostró un modelado en 3D de cómo es que lucirá la máquina después de implementar las modificaciones para que esta opere de forma semiautomática.

CÁPITULO 4

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se desarrollará el análisis económico del proyecto para determinar si es viable, por medio de un estudio de costo beneficio.

A continuación, se desarrollará el análisis económico del proyecto el cual es un estado de resultados y de costo beneficio para lograr determinar si el proyecto será viable o no. Para realizar este análisis, el estudio se va a enfocar en el principal producto que se imprime, siendo este la botella cónica, ya que es la principal línea de producción y la más constante. Para iniciar con el estudio, primero se tiene que conocer el total de la inversión del proyecto, mismo que se describirá a continuación.

4.1 COSTO DEL MATERIAL A EMPLEAR

En la Tabla 4.1 se muestran los costos de los diferentes componentes eléctricos y neumáticos que fueron seleccionados para realizar las modificaciones en la máquina. Hay que tomar en cuenta que los presentes precios fueron cotizados en noviembre del 2016 y pueden estar sujetos a cambios por los proveedores de los mismos.

Tabla 4.1 Cotización de Materiales

Cotización de Materiales			
Dispositivo	P/U	Cantidad	Costo Total
Sensor Capacitivo	\$285.00	1	\$285.00
Sensor de Limite	\$499.00	2	\$998.00
Botonera On/Off	\$380.00	1	\$380.00
Interruptor Selector de 3 Posiciones	\$135.00	1	\$135.00
Switch Push On/Of	\$79.00	5	\$395.00
Indicador Luminoso Verde	\$25.00	1	\$25.00
Indicador Luminoso Amarillo	\$25.00	1	\$25.00
Franja 18 Terminales Eléctricas	\$261.00	1	\$261.00
Paquete 50 terminales Eléctricas Aisladas	\$65.00	1	\$65.00
Electroválvula 5/2	\$1,040.00	5	\$5,200.00
Válvula Reguladora de Flujo	\$233.00	8	\$1,864.00
Cilindro de Doble Efecto (D. Horizontal)	\$984.00	1	\$984.00
Cilindro de Doble Efecto (D. Vertical)	\$1,340.00	1	\$1,340.00
Cilindro de Doble Efecto (Espátula y Rasero)	\$939.00	2	\$1,878.00
Cilindro de Doble Efecto (Inyección de Aire)	\$339.00	1	\$339.00
Conector Neumático Simple	\$40.00	30	\$1,200.00
Conector Neumático "T"	\$40.00	5	\$200.00
Controlador Lógico Programable (PLC)	\$3,500.00	1	\$3,500.00
Tubería Flexible	\$18.00	150 m	\$2,700.00
Bobina 100 m Cable Calibre 16	\$732.00	100 m	\$732.00
Gabinete Cuadrado	\$730.00	1	\$730.00
Total			\$23,236.00

En la cotización anterior no se incluyó el costo la maquina debido a que actualmente ya se contaba con esta, pero una maquina manual para impresión cilíndrica ronda el precio de entre \$4,000.00 hasta los \$6,000.00 dependiendo del lugar donde se compre esta.

4.2 COSTO DE DISEÑO Y MANO DE OBRA

El costo del diseño de la propuesta de automatización, programación del PLC, desarrollo de la simulación neumática e implementación del proyecto se muestran desglosados en la Tabla 4.2

Tabla 4.1 Costos de ingeniería del proyecto.

Costo de Ingeniería				
Actividad	Salario Diario	Personas	Días de trabajo	Sueldo total
Diseño del Prototipo	\$714.28	1	14	\$10,000.00
Programación del PLC y Secuencia Neumática	\$714.28	1	14	\$10,000.00
Implementación	\$200.00	1	7	\$1,400.00
			Gasto Total	\$21,400.00

4.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO

Una vez teniendo los costos de los dispositivos y el de la implementación del proyecto, se tiene que calcular el costo total de inversión del proyecto, esto, añadiendo costos de operación y mantenimiento de 20 años aprox. que se estima es la vida útil de este sistema operando a un máximo desempeño, los datos mencionados con anterioridad, se puede observar en la Tabla 4.3.

Tabla 4. 3 Costo total de la inversión del proyecto.

Costo Total de Inversión		
Inversión	Descripción	Costo
Materiales a emplear	Se consideran el material (neumático, eléctrico, etc.) que se utilizaran para la implementación del proyecto.	\$23,236.00
Ingeniería y Mano de Obra	Se toma en cuenta el tiempo que toma desarrollar al 100% el diseño del proyecto, programación, adecuar la maquina a las necesidades para su modificación e implementación de las mismas.	\$21,400.00
	Total	\$44,636.00

El costo total de inversión de este proyecto es de \$44,636.00, implicando el diseño, mano de obra y materiales, a esta cifra, únicamente para efectos demostrativos se le agrega el IVA (Impuesto del Valor Agregado) que es del 16%, arrojando un costo final de **\$51,777.76**.

Se indica que es para efecto demostrativo, ya que a agregar el IVA es para venta del proyecto, pero este no se venderá, será implementado dentro de la misma empresa Envases Plásticos VICAR, es por ello que para los cálculos del estudio de Costo - Beneficio, no se tomara en cuenta el precio con IVA.

4.4 RELACIÓN COSTO - BENEFICIO

El proceso de impresión de botella cónica tiene una producción diaria de aproximadamente 5,000 unidades por jornada laboral y el costo de producción por unidad es de \$0.30, se calculan un aproximado de retrabajos o piezas erróneas del 10% del total de la producción, dando un total de 500 piezas diarias aproximadamente, el costo unitario de retrabajo es de \$0.60 dando un total de \$300 diarios.

Si se trabajan 8 horas diarias de lunes a sábado, las pérdidas que se tienen a causa de los retrabajos, serían las presentadas en la Tabla 4.4

Tabla 4.4 Costos por Retrabajos Manual.

Costo por Retrabajos Manual			
Descripción	Jornada Laboral		
	Piezas producidas	Retrabajos	Costo por Retrabajos
Trabajo por hora	850	85	\$51.00
Trabajo por jornada	5,000	500	\$300.00
Trabajo por un mes	120,000	12,000	\$7,200.00
Trabajo por un año	1,440,000	144,000	\$86,400.00

Como se puede observar en la tabla 4.4, aunque se imprimen 850 botellas por hora, la cantidad de impresiones por jornada laboral es de 5,000 piezas aproximadamente, esto se debe a que el operario con el transcurso del día se va desgastando, lo que reduce el número de impresiones y al término de un color, se tiene que detener la producción para limpiar la pantalla e iniciar con el otro color, además de empacar las botellas impresas.

El costo que implica tener piezas erróneas al año es significativo para la empresa ya que se habla de un margen de pérdidas aproximado de \$86,400.00 MN.

Al implementar este proyecto se planea incrementar la producción y reducir los márgenes de piezas erróneas, y con estos a su vez, disminuir el tiempo de producción por lotes, con esto el ahorro que se estaría generando para la empresa

sería considerable, en la Tabla 4.5 se muestra la reducción del margen de retrabajos, datos que se estimaron a partir de promediar tiempo que tarda en ejecutarse la secuencia neumática de la máquina, y que el 96% de los retrabajos surgen a partir de las botellas deformadas, mismas que se eliminarán con la inyección de aire a presión.

Tabla 4.5 Costos por Retrabajos Semiautomática.

Costo de Retrabajos Semiautomática			
Descripción	Jornada Laboral		
	Piezas producidas aproximadamente	Retrabajos aproximados	Costo por Retrabajos
Trabajo por hora	1,930	8	\$4.80
Trabajo por jornada	15,440	55	\$33.00
Trabajo por mes	370,560	1,344	\$806.40
Trabajo por año	4,446,720	16,128	\$9,676.80

Como se puede observar, la producción se está incrementando de 5,00 unidades que se imprimían con la maquina manual a 15,440 unidades aproximadamente al implementar la maquina semiautomática, por lo que se puede decir que el tiempo de producción de un lote de 14,000 botellas cónicas que actualmente toma de 3 a 4 días de trabajo, ahora se podrá concluir en 1 día, reduciendo en gran medida los tiempos de producción.

Los retrabajos al año se espera reducirlos de 144,000 a solo 16,128 generando un costo de \$9,676.80 MN al año. Se observa que la reducción de retrabajos genera un ahorro de \$76,723.20 anuales.

Ahora, ya sabiendo el costo total de inversión, se procede a aplicar el concepto de costo beneficio mediante la ecuación 4.1

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios Obtenidos}}{\text{Costos o Inversion}} \text{ ----- (4.1)}$$

Dónde:

B= Beneficios obtenidos con el proyecto

C= Costos o inversión

Tomando en cuenta los valores de la tabla 4.7 donde muestra los beneficios obtenidos y el costo de inversión, sustituimos los mismos en la ecuación 4.1, obteniendo la ecuación 4.2

$$\frac{B}{C} = \frac{\$76,723.20}{\$44,636.00} = \mathbf{1.71} \text{ ----- (4.2)}$$

El resultado de la ecuación 4.2 indica:

1. Como el resultado es mayor a 1, quiere decir que el proyecto es viable, ya que el monto invertido en el proyecto se recuperara en un plazo corto haciendo factible la implementación del mismo.
2. El tiempo estimado para recuperar la inversión de los **\$44,636.00** seria aproximadamente, dentro de los primeros 6 meses posteriores a la puesta en marcha de la máquina, ya que se generará un ahorro de **\$267.00** diarios.

En este capítulo se desarrollarlo el análisis económico del proyecto para determinar si este será viable o no, por medio de un estudio de costo beneficio que implico realizar cotizaciones de los materiales necesarios, costo de ingeniería y un aproximado de costo de mantenimiento anual de la máquina, para así y obtener el costo total de inversión requerida, mismo que se necesitó para poder realizar un estudio de costo beneficio que arrojó resultados positivos, indicándonos así que la implementación de este proyecto es viable y la inversión inicial se recuperara en un corto plazo de tiempo.

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto y después de analizarlo desde distintos puntos, se puede observar que es viable su implementación, pues como se pudo ver este aumentara la producción de la empresa, de un aproximado de 5,000 unidades por jornada laboral a 15,400 unidades aproximadamente, al hacer que la línea de producción o impresiones sea constante, remplazando parcialmente el elemento humano, ya que esta dependía enteramente del estado del operario, y con el transcurso del día, este se iba cansando y disminuía su rendimiento. Con la implementación de este proyecto, el operario solo tendrá que colocar y retirar las botellas lo que reducirá al mínimo su esfuerzo físico. Con lo anteriormente mencionado se alcanza el primer objetivo que es reducir los tiempos de producción que actualmente es de 3 o 4 días a solo 1 día, así mismo los costos de producción se reducirán, lo que puede reflejarse en mayores ganancias para la empresa, cubriéndose así, todos los objetivos planteados.

El siguiente punto que nos indica que este proyecto es viable, fueron los cálculos para el estudio de costo – beneficio, que de acuerdo al resultado arrojado nos indicó que es viable su realización, ya que aunque la inversión inicial es de \$23,236.00, se recuperara dentro del primer año después de la puesta en marcha de la máquina, y aunque el plazo suena grande, hay que considerar que este estudio se realizó para el producto de mayor demanda y en esta empresa se imprimen más de 5 productos distintos, con costos y periodos de producción diferentes, y algunos con mayor rango de ganancia, para los cuales también se aplican las modificaciones propuestas, optimizando la producción y uso de la máquina.

El margen de reducción de retrabajos es el punto en el que más se puede ver el impacto de este proyecto, pues como se plateo en capítulos anteriores, este representa un aproximado del 10 al 30% o más de la producción total, problema que se solucionará con la inyección de aire a presión y que reducirá en gran medida las pérdidas monetarias y costos de producción, obteniéndose un margen de \$76,723.20 anuales lo que implica un gran beneficio para la empresa.

FESTO

VICTOR SAMUEL ALARCON SANCHEZ
 CALLE CAPRICORNIO NO 48
 COL.
 55210 ECATEPEC
 R.F.C. AASV480810AJIA
 TEL. 445534538639

No. de Cliente: 23251556	Atención: Compras	N. ped. cliente
Zona de Ventas: 230000	Contacto: CLIENTES SIN MOVIMIENTO SALA ZONA METROP	

Condiciones de Pago: Pago de Contado

Cotización
16619824

Original-Cliente

Fecha:
17.11.2016

Página:
1 de 3

Estimado Cliente:

En atención a su solicitud, nos es grato presentar nuestra cotización por el equipo de automatización solicitado por usted.
 El tiempo de entrega es: A partir de la fecha disponible 2-3 días hábiles (después de recibir su orden de compra)
 Tiempos de entrega sujetos a venta previa y deberán ser confirmados al momento de recibir la orden de compra.
 Los precios cotizados pueden sufrir cambios sin previo aviso y se encuentran expresados en Pesos Mexicanos.

Las opciones de pago que ponemos a su disposición son: por transferencia electrónica de fondos o depósito bancario

Nota importante:

No se aceptan devoluciones en cilindros de fabricación especial.

Esperamos poder atenderle pronto.

Atentamente

FESTO PNEUMATIC, S.A.

CLIENTES SIN MOVIMIENTO SALA ZONA METROP
 Asesor Técnico

División Neumática
 Gerente Regional

Festo Pneumatic, S. A.

Av. Caylán #3
 Tlalreparita
 Colonia Tequesquindhuac
 Estado de México
 54000
 Tel: (5) 321-66-00
www.festo.com/mex

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total
Item 1 CILIN.DOUBLE EFE DSNU-25-60-PPV-MH Project# Disponible para envío: 1 en 23.11.2016	193991	2,594.67	1 PZA	2,594.67
Item 2 CILINDRO DSNU-12-250-PPV-MH Project# Fuera de garantía por exceso de dimensiones. Disponible para envío: 1 en 16.12.2016	193988	2,099.34	1 PZA	2,099.34
Item 3 CILINDRO DSNU-12-40-PPV-MH Project# Disponible para envío: 2 en 20.12.2016	193988	1,970.48	2 PZA	3,940.96
Item 4 CIL.DE SIMPLE EFECTO ESN- 12- 50 P Disponible para envío: 5 en 14.12.2016	5094	1,299.55	5 PZA	6,497.75
Item 5 REGULADOR DE PRESION LR -1/4-QS-8 Disponible para envío: 8 en 17.11.2016	153538	1,903.86	8 PZA	15,230.88
Item 6 CONTROLADOR IPC CECC-LK Project# Disponible para envío: 1 en 17.11.2016	574418	17,653.45	1 PZA	17,653.45

Cotización
16619824

Original-Cliente

Fecha:
17.11.2016

Página:
2 de 3

Festo Pneumatic, S. A.

Av. Ceylán #3
Tlalreparantla
Colonia Tequesquindhuac
Estado de México
54020
Tel: (5) 321-66-00
www.festo.com/mx

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total
Item 7 TUBO PLÁSTICO PEN-8X1,25-NT Project# Disponible para envío: 1 en 17.11.2016	543248	18.85	1 Metro	18.85
Subtotal MXP:				48,035.90
IVA:				7,685.74
Total				55,721.64

Cotización
16619824

Original-Cliente

Fecha:
17.11.2016



Página:
3 de 3



Favor de emitir cheque no negociable a nombre de Festo Pneumatic, S.A. El embarque será por cuenta del comprador. Toda devolución causará el 20% de cargo. No aceptamos devoluciones después de 30 días fecha factura. En ningún caso se aceptan devoluciones de fabricación especial. Mientras no este cubierto el total de factura, la mercancía es propiedad de Festo Pneumatic, S.A. CED. DE EMP. 110868 REG. FED. CONT. FPN-710301-GQ3 REG. CANACINTRA 25489
--

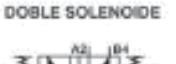
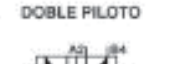
Las siguientes hojas de datos y especificaciones de los equipos fueron sacadas del catálogo general de GUSS & ROCH, que fue enviado vía mail al momento de solicitar las cotizaciones.

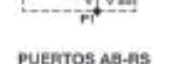
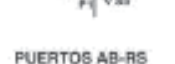
GUSS & ROCH VÁLVULAS SOLENOIDES / PILOTO NEUMÁTICO

Puertos integrados (0)

SIMPLE SOLENOIDE  **SIMPLE PILOTO** 

DOBLE SOLENOIDE  **DOBLE PILOTO** 

Placa base (I) Placa Namur (N) PUERTOS AB-RS ABIERTOS  **PUERTOS AB-RS ABIERTOS** 

Manifold (M) Para placa o manifold (P) PUERTOS CERRADOS  **PUERTOS CERRADOS** 

Todos los modelos de pilotaje, tienen opción para trabajo con baja presión.

Selección

Serie G

KG - 5/2 - 1/4 - F - I - S - 110 - X - NA - L

Accionamiento	Tamaño de Puertos	Flujo	Operador Manual	*Sufrío X= Solenoide a prueba de explosión	Lámpara
KG Simple solenoide, retorno aire	1/4"NPT Puertos integrados	- Flujo normal	1 Tipo Botón		LED
EG Simple solenoide, resorte	3/8"NPT Placa base/manifold	F Máximo flujo	2 Enclavado		L (Conector DIN)
GG Doble Solenoide					
KP Simple piloto, retorno aire	No. de vías / No. de posiciones	Montaje		Voltaje	Conexión
SP Simple piloto, retorno resorte	3/2	0 Puertos Integrados	110 VAC*	NA 5/3	ABRS
PP Doble piloto	5/2	I Placa base independiente	220 VAC	NC 5/3	Puertos Bloqueados
SW Pilotaje baja presión, resorte	5/3	M Manifold (M2... Mn, n=No. de estaciones)	24 VAC	NA 3/2	Norm. abierta
WW Doble pilotaje baja presión		N Namur	48 VAC	NC 3/2	Norm. cerrada
KF Servopilotaje por depresión simple*		P Repuesto para placa base o manifold	24 VDC*		
FF Servopilotaje por depresión doble*		Diseños especiales, consúltenos.	12 VDC*		
			125 VDC		

*Válvula de sangrado

Especificaciones

Modelo	GSG-GKG-GSP-GKP / GSW	GGG-GPP / GWW	GGG-GPP
Vías/Posiciones	3/2-5/2		5/3
Fluidos	Aire y gases inertes		
Presión (bar)	2.5 - 10 / 0.15 - 10	1.5 - 10 / 0.15 - 10	3 - 10
Flujo Nominal (Cv)	Flujo normal 1.1 Flujo máximo 1.4 (")		
Temperatura Ambiente de fluido	5-60°C (41-140°F)		
Lubricación	Aire limpio, seco y lubricado (Aceite S.A.E. # 10)		
Fluctuación de Voltaje	±10%		
Consumo de energía	AC	7VA (60Hz)	
	DC	5W	
Aislamiento de bobina	Tipo F		



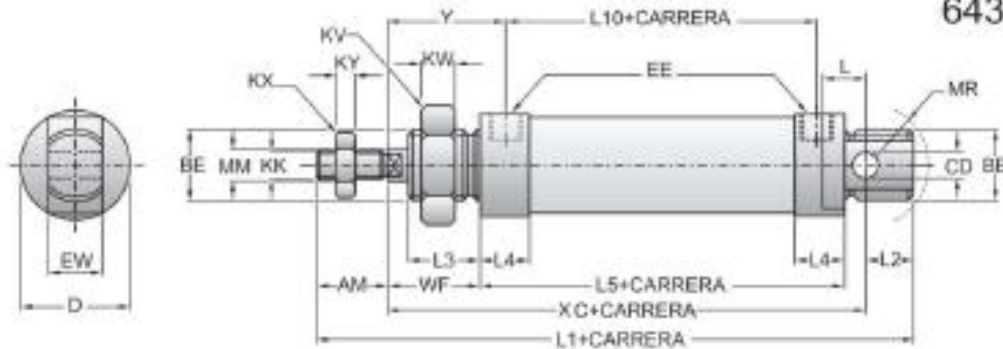
CILINDROS NEUMÁTICOS SERIE MD

Características y Técnicas de construcción

TAPAS: Aluminio anodizado
VÁSTAGO: AISI 304 Acero inoxidable y/o acero cromado C-43
TUBO: Aluminio anodizado acabado 25 micrones (Ra=0,3-0,5)
EMPAQUES: NBR duraza 80-90, émbolo con o sin magneto
FLUIDO: Aire limpio y lubricado
PRESIÓN: 10 Bar máximo
TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -5°C a +70°C
AMORTIGUACIÓN: Opcional

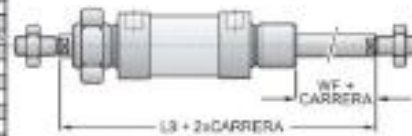
Características del sensor magnético

Grado de protección: IP65
 Corriente máxima permanente: 0,5 A
 Corriente máxima de conmutación: 1A (0,5 seg)
 Potencia de interrupción: 12W CD, 15VA CA
 Cable: 2x0,35mm²
 Tiempo de conexión: 2ms
 Tiempo de desconexión: 1ms
 Vida: 10 millones de ciclos
 Tipo de contacto: N.A.
 Voltaje: CC (10-30) ; AC (85-120)

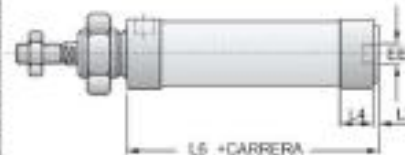


Ø	8	10	12	16	20	25	32	40	50
AM	12	12	15	15	20	20	25	30	35
BE	M12x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	M20x1,5	M20x1,5	M24x1,5	M24x1,5	M30x1,5
CD	4	4	6	6	8	8	10	12	14
EE	16	17	19	20	24	24	30	36	42
KV	8	8	12	12	16	16	20	24	28
KY	8	8	12	12	16	16	20	24	28
KW	11	12	14	14	18	18	22	26	30
L	6	6	8	8	10	10	12	14	16
L1*	83	89	102	111	130	141	159	184	211
L2*	15	15	18	18	22	22	26	30	35
L3	11	11	14	14	17	17	20	23	26
L4	10	10	12,5	12,5	15	15	18	21	24
L5*	46	49	57	59	70	73	86	101	117
L6*	48	48	57	58	68	70	82	95	109
L7	7	7	7	7	7,5	7,5	7,5	7	7
L8*	68	68	74	74	80	80	88	98	107
L9*	75	75	84	84	90	90	100	110	120
L10*	30	30	35	35	40	40	45	50	55
MR	3	4	4	6	6	8	10	12	14
WF	12	12	15	15	18	18	22	26	30
Y	35	35	40	40	45	45	50	55	60
Z	34	34	35	35	38	38	42	46	50
Ø	21,5	21,5	27	27,5	32	36	42	49	57
Peso	60	60	80	90	115	128	160	200	250
Ø	8	7	9	9	9	11	13	14	17

Modelo doble vástago



Modelo tapa lisa



Serie MD - 25 - 40 - I - P

Modelo MD Doble efecto ME Simple efecto	Diámetro 8 10 12 16 20 25 32 40 50	CARRERAS ESTANDAR Doble efecto* D=150mm Cada 25mm 150-500mm Cada 50mm Simple efecto* D=40mm *Se pueden fabricar en cualquier cámara	Opciones VV Doble vástago I Magnético T Tendido M Multipolaredes SA Simple efecto Muelle Antisor SP Simple efecto Muelle Posterior Dispositivos especiales, consultar fábrica.	Montajes O Opcional posterior P Pie H Horquilla
--	--	--	--	---

(*) Pistón magnético con resorte aumenta 10 mm
 Pistón magnético de 10mm de diámetro aumenta 9mm

Selección

Serie **CS1** -

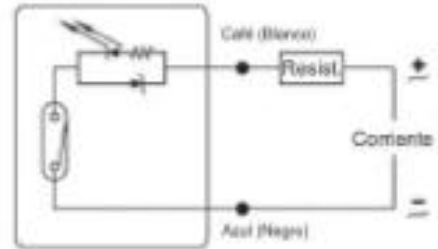
F

Serie **1500U**

Alto ciclaje

F	Alto
U	Superior
S	Pequeño
J	Standard
M	Mini

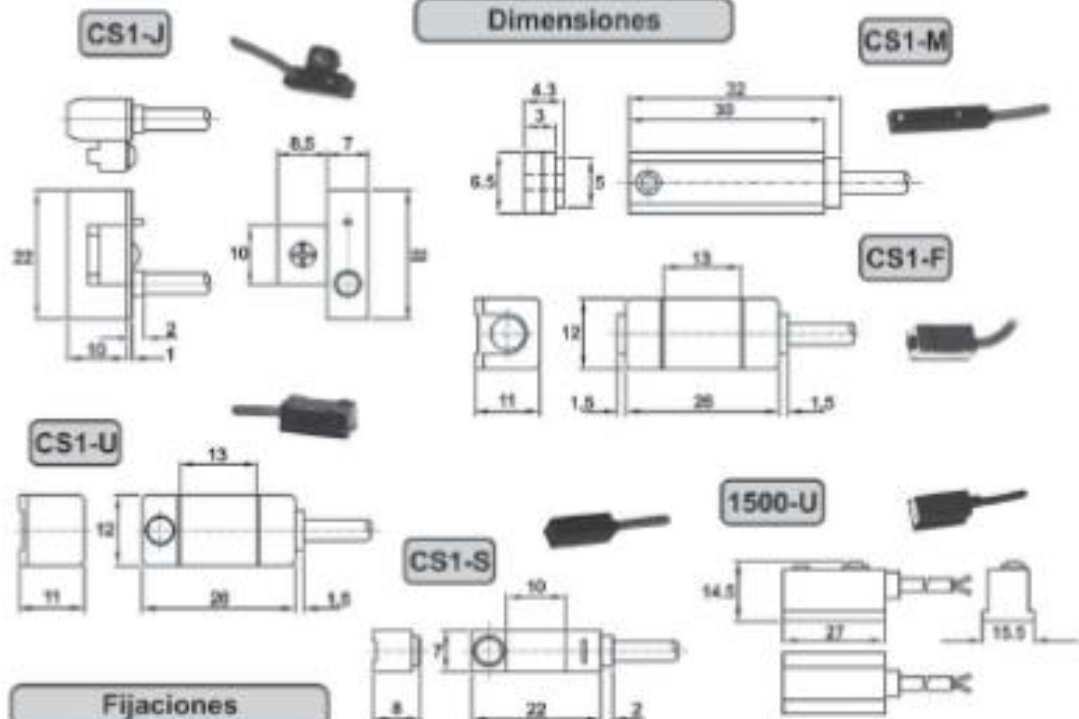
Diagrama Eléctrico



Especificaciones

MODELO	VOLTAJE DE OPERACIÓN	CORRIENTE DE OPERACIÓN	TIEMPO DE RESP.	RESIST. AL IMPACTO	RESIST. A VIBRACIÓN	TEMP. DE TRABAJO	PROTECCIÓN	INDIC.	LONG. CABLE	TIEMPO DE VIDA	MODELOS DE CILINDROS APLICABLES
CS1-F CS1-U	DC 5V-240V AC 5V-100V	DC: 5-50mA AC: 5-50mA	máx. 1ms.	300mS (30G)	10-50Hz	0-60°C	IP-67	LED	2m.	>5 millones	DA-BD-MD-DN
CS1-S	DC 5V-240V AC 5V-100V	DC: 5-50mA AC: 5-40mA	máx. 1ms.	300mS (30G)	10-50Hz	0-60°C	IP-67	LED	2m.	>5 millones	MD-BD-DN
CS1-J	DC 5V-240V AC 5V-100V	DC: 5-50mA AC: 5-40mA	máx. 0.2ms.	300mS (30G)	10-50Hz	0-60°C	IP-67	LED	2m.	>5 millones	DA-BD-DN
CS1-M	DC 12V-48V AC 5V-250V	DC: 0.5-1 A AC: 0.5-1 A	máx. 2ms.	300mS (30G)	10-50Hz	-20-70°C	IP-65	LED	2m.	>5 millones	DC1 Automatizado NORMALIZADO
1500-U	DC 12V-48V AC 5V-250V	DC: 0.5-1 A AC: 0.5-1 A	máx. 2ms.	300mS (30G)	10-50Hz	-20-70°C	IP-65	LED	2m.	>10 millones	CD-ED-MD-DA

Dimensiones



Fijaciones

MODELO SENSOR		MODELO FIJACIÓN	MODELO CILINDRO	FIJACIONES ESPECIALES
1500 U		P-1	1320-A	32-40
		P-2	1320-B	50-60
		P-3	1320-C	80-100
		P-4	1320-D	125
			1320-E	160
CS1-F	P-1			CILINDROS MD UTILIZAN LA FIJACIÓN 1260 CNOMO, CTOP E BD UTILIZAN FIJACIÓN 1306
CS1-J	P-2			
CS1-S	P-3			
CS1-U	Cancha			
CS1-M	Directo en ranura			
				CILINDROS DA UTILIZAN LA FIJACIÓN 1320

Selección

Ejemplo:

PL
CODO GIRATORIO



Serie **PL**

Modelo	
PC	Recta
PL	Codo
PUT	Te
PCVU	Válvula check

1/4"

Diámetro exterior tubo	
Métrica	Pulgadas
4 mm	5/32"
6 mm	1/4"
8 mm	5/16"
10 mm	3/8"
12 mm	1/2"

1/4"

Tamaño de rosca		
	Métrica	Pulgadas
Recta	M3 M3x0,5	
	M5 M5x0,5	10-32
Cónica	O1 R1/8	1/8 NPT
	O2 R1/4	1/4 NPT
	O3 R3/8	3/8 NPT
	O4 R1/2	1/2 NPT



PC

RECTA



PL

CODO GIRATORIO



PT

T GIRATORIA



PST



PWT

DIVISOR ROSCADO



NSE

REGULADOR DE FLUJO

Modelo	mm	Inch.
PC & PL	4,85	5/32-10-32
PC & PL	4,85	5/32-18
PC & PL	4,85	5/32-14
PC & PL	6,35	1/4-10-32
PC & PL	6,35	1/4-18
PC & PL	6,35	1/4-14
PC & PL	8,00	5/16-18
PC & PL	8,00	5/16-14
PC & PL	8,00	5/16-10
PC & PL	10,00	3/8-18
PC & PL	10,00	3/8-14
PC & PL	10,00	3/8-10
PC & PL	12,00	1/2-18
PC & PL	12,00	1/2-14
PC & PL	12,00	1/2-10

Modelo	mm	Inch.
PT & PST	4,85	5/32-10-32
PT & PST	4,85	5/32-18
PT & PST	4,85	5/32-14
PT & PST	6,35	1/4-10-32
PT & PST	6,35	1/4-18
PT & PST	6,35	1/4-14
PT & PST	8,00	5/16-18
PT & PST	8,00	5/16-14
PT & PST	8,00	5/16-10
PT & PST	10,00	3/8-18
PT & PST	10,00	3/8-14
PT & PST	10,00	3/8-10
PT & PST	12,00	1/2-18
PT & PST	12,00	1/2-14
PT & PST	12,00	1/2-10

Modelo	mm	Inch.
PWT	4,85	5/32-10-32
PWT	4,85	5/32-18
PWT	4,85	5/32-14
PWT	6,35	1/4-10-32
PWT	6,35	1/4-18
PWT	6,35	1/4-14
PWT	8,00	5/16-18
PWT	8,00	5/16-14
PWT	8,00	5/16-10
PWT	10,00	3/8-18
PWT	10,00	3/8-14
PWT	10,00	3/8-10
PWT	12,00	1/2-18
PWT	12,00	1/2-14
PWT	12,00	1/2-10

Modelo	mm	Inch.
NSE	4,85	5/32-10-32
NSE	4,85	5/32-18
NSE	6,35	1/4-10-32
NSE	6,35	1/4-18
NSE	6,35	1/4-14
NSE	8,00	5/16-18
NSE	8,00	5/16-14
NSE	8,00	5/16-10
NSE	10,00	3/8-18
NSE	10,00	3/8-14
NSE	10,00	3/8-10
NSE	12,00	1/2-18
NSE	12,00	1/2-14
NSE	12,00	1/2-10

Modelo Compacto

PC & PL	4,85	5/32-10-32
PC & PL	4,85	5/32-18
PC & PL	4,85	5/32-14
PC & PL	6,35	1/4-10-32
PC & PL	6,35	1/4-18
PC & PL	6,35	1/4-14
PC & PL	8,00	5/16-18
PC & PL	8,00	5/16-14
PC & PL	8,00	5/16-10
PC & PL	10,00	3/8-18
PC & PL	10,00	3/8-14
PC & PL	10,00	3/8-10
PC & PL	12,00	1/2-18
PC & PL	12,00	1/2-14
PC & PL	12,00	1/2-10

Modelo Compacto

PT & PST	4,85	5/32-10-32
PT & PST	4,85	5/32-18
PT & PST	4,85	5/32-14
PT & PST	6,35	1/4-10-32
PT & PST	6,35	1/4-18
PT & PST	6,35	1/4-14
PT & PST	8,00	5/16-18
PT & PST	8,00	5/16-14
PT & PST	8,00	5/16-10
PT & PST	10,00	3/8-18
PT & PST	10,00	3/8-14
PT & PST	10,00	3/8-10
PT & PST	12,00	1/2-18
PT & PST	12,00	1/2-14
PT & PST	12,00	1/2-10



PCF
RECTA HEMBRA

Modelo	mm
PCF	6,35
PCF	8,00
PCF	10,00
PCF	12,00
PCF	15,00

PGT
UNIÓN REDUCCIÓN EN "T"



Modelo	mm
PGT	6,35
PGT	8,00
PGT	10,00
PGT	12,00

PW
UNIÓN REDUCCIÓN EN "Y"



Modelo	mm
PW	6,35
PW	8,00
PW	10,00
PW	12,00

PKG
DISTRIBUIDOR



Modelo	mm	Inch.
3v/Dia	01-02	01-02
PKG	6,35	1/4
PKG	8,00	5/16-5/32
PKG	8,00	5/16-1/4
PKG	10,00	3/8-1/4
PKG	10,00	3/8-5/16

PG
UNIÓN REDUCIDA



Modelo	mm	Inch.
PG	6,35	1/4-5/32
PG	8,00	5/16-1/4
PG	10,00	3/8-1/2
PG	12,00	1/2-5/8
PGC	6,35	1/4-1/2
PGC	8,00	1/2



PUT

TE



PY

DIVISOR 2 VAS



PZA

CRUZ



PUC

UNIÓN



PUL

CODO



PMM

PASAPLUMBO



PP

TAPÓN



NSF

REGULADOR DE FLUJO

MODELOS		
	mm	Inch.
PUT / PY / PZA / PUC / PUL / PMM / PP / NSF	4	5/32
	6	1/4
	8	5/16
	10	3/8
	12	1/2
MODELO COMPACTO		
PUTC / PYC / PZAC / PUC-C / PUL-C / PMM-C / PP	3C	1/8C
	4C	5/32C

Modelo	mm	Inch.
NSF	6	1/16
NSF	8	1/8
NSF	10	5/16
NSF	12	1/2

GM7U, Lenguaje estándar (IEC61131-3):IL, ID, SFC
Master-K, Lenguaje escalera, lista de instrucciones

Canales de comunicación: 3 canales

- Cargador: 1CH, RS-485 Integrado: 1CH
- RS-232C Integrado o comunicación IF: 1CH
- Varios modos: Dedicado / Definido por usuario
 MODBUS / Sin Protocolo / Modo Inversor LG

Varios módulos principales: 32 tipos

- 20/30/40/60 puntos
- Alimentación AC/DC, entrada 24 DC, salida relevador / transistor

Funciones Integradas

- Función de contador de alta velocidad (32 bits)
 - 1 Fase: 100kHz 2CH, 20kHz 2CH (4CH en total)
 - 2 Fases: 50kHz 1CH, 10kHz 1CH (2CH en total)
- Función de posicionamiento: solo tipo DRT
 - Ejes de control: 2 ejes (100kHz)
 - Posición/Velocidad/Operación sincronizada
- Función de control mejorada PID
 - Relevador y autoajuste PRC
 - Adelante/Reversa
 - Salida PWM, Delta MV
 - Algoritmo de Posicionamiento /Velocidad
- Capturador de pulsos, interruptor externo: 10µs 2 puntos, 50µs 6 puntos
- Filtro de salida: 0-1000 ms

Varios módulos de expansión: 24 tipos

- I/O Digital de 7 tipos, I/O Analógica de 9 tipos, Comunicación IF de 6 tipos, Opción de módulo de 2 tipos

Total de I/O: 120 puntos

Capacidad de memoria de programa: 132Kbyte (incluyendo parámetros)

Proceso de alta velocidad

- 0.1-0.9 µs/Instrucción básica

Respaldo sin batería

- Respaldo de programa: EEPROM
- Respaldo de datos: Supercapacitor

* Módulos de expansión iguales para GM7U y K120S



K 120S



GM7U

I/O Digitales	G7E-DR00A/10/20/4	G7E-DR00A: entrada 4 DC24V delgada / salida 4 relevador; G7E-DR10A: entrada 6 puntos DC24V salida 4 puntos relevador; G7E-DR20A: entrada 12 puntos/salida 8 puntos relevador
	G7E-TR10A	Salida 10 puntos TR
	G7E-DC00A/10/20/4	G7E-DC00A: tipo delgada (salida 8 puntos DC24V); G7E-DR10A tipo delgada (salida 8 puntos relevador)
Analógica	G7F-AD0A/B	G7F-AD0A: (AD) 2CH/DA: 1CH; G7F-AD0B: tipo delgada (AD) 2CH/DA: 2CH)
	G7F-AD2A/B	G7F-AD2A: (AD) 4CH; G7F-AD2B: tipo delgada (AD) 4CH)
	G7F-DA2(V)0A	G7F-DA2(V)0A: 4CH (salida actual)/G7F-DA2(V)0B: tipo delgada (DA) 4CH (salida de voltaje)
	G7F-AT2A	4 puntos (0-200), temporizador analógico
	G7F-RD2A	4CH, tipo delgada, módulo RTD, 1/100
Interfaz Crest	G7L-CU00C	G7L-CU00B: RS232C 1CH, G7L-CU00C: RS422 1CH (procesamiento Modbus integrado)
Interfaz DeviceNet	G7L-DNEA	Módulo de interfaz esclavo Device Net
Interfaz Profibus-DP	G7L-P0EA	Módulo de interfaz esclavo Profibus-DP
Interfaz Fieldbus	G7L-F0EA	Módulo de interfaz Fieldbus: protocolo dedicado LGS
Módulo RTC	G7E-RTCA	Módulo RTC (Real Time Clock)
Módulo de memoria	G7M-M00B	Módulo de memoria (256K)

BIBLIOGRAFÍA

Libros

[1] Soria Saturnino. 2012. Sistemas Automáticos Industriales de Eventos Discretos. México. Alfaomega. Pags. 25 – 26, 42 – 43, 76 – 81, 229 – 236, 241 – 243, 375 – 385.

[2] Balcells, J.; Romeral, J.L. 1998. Automatas Programables. México. Alfaomega. Pags. 67 – 73, 77 – 80.

[3] Creus, A. 2011. Neumática e Hidráulica. Barcelona. Alfaomega. Pags. 249 a 275.

[4] Barbado Santana, J.A.; Sierra, J.M.; Aparicio Bravo, J. 2013. Automatismos industriales. Madrid. Alfaomega. Pags. 108 y 109.

Páginas de Internet.

Serigrafía y Tintas

[5] Raúl, 2008, Curso Básico de Serigrafía, (en línea), Humanes Madrid, Consultado Mayo 2015. Disponible en:

<http://www.proveedoradelasartesgraficas.com/pdf/CURSO%20BASICO%20DE%20SERIGRAFIA.pdf>

[6] Autor no mostrado, 2012, Manual Electrónico de Serigrafía, (en línea), Origen no mostrado, Consultado en Mayo 2015. Disponible en:

http://lab.nqnwebs.com/archivos_mazamorra/Manual_de_serigrafia.pdf

[7] Autor no mostrado, 2013, Maquinas para Serigrafía, (en línea), Origen no disponible, Consultado en Junio 2015. Disponible en:

<http://serigrafia4t.blogspot.mx/2013/06/maquinas-para-serigrafia.html>

Automatización

[8] González de Durana José María, 2004, Automatización de Procesos Industriales, (en línea), Origen no mostrado, Departamento I.S.A. EUI. Consultado en junio 2015. Disponible en:

<http://www.araba.ehu.es/depsi/jg/APISlides.pdf>

[9] Totusaus Carlos, 2010, Introducción a la Automatización, Automatas Programables, (en línea), Origen no Mostrado, Consultado en Junio 2015. Disponible en:

http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Carlos%20Totosaus-introduccion_automatizacion.pdf

[10] jdeec, 2008, Automatas programables, (en línea), Origen no mostrado, Consultado en junio 2015. Disponible en:

<http://www.herrera.unt.edu.ar/eiipc/material/apuntes/Automatas%20Programables.pdf>

[11] Autor no mostrado, 1998, Elementos de un Proceso a Automatizar, (en línea), origen no mostrado, Edicions UPC, Consultado en Junio 2015. Disponible en:

http://www.infopl.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_Teoria_iniciacion_Automata.pdf

Neumática

[12] F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz, 2008, Fundamentos de la técnica de automatización, (en línea), Denkendorf, Alemania, Festo Didactic GmbH & Co, Consultado en Junio 2015. Disponible en:

http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf

[13] Autor no mostrado, Conceptos de Neumatica e Hidraulica, 2011, (en línea) origen no mostrado, Consultado en Julio 2015. Disponible en:

http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/neuma.ehidra/unidad_didactica_neumatica_4_v1_c.pdf