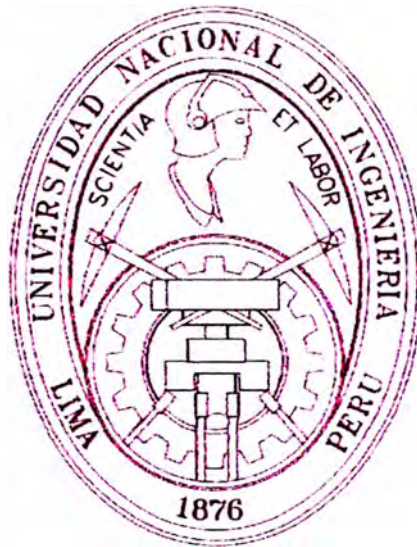


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA ALINEADOR DE BOTELLAS  
DE LA INYECTO SOPLADORA DE BOTELLAS PET**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**ALAN JAVIER ROMERO ANDERSON**

**PROMOCIÓN 2002-II**

**LIMA – PERÚ**

**2011**

**A mi padre por estar a mi lado  
apoyándome y aconsejándome  
siempre.**

**A mi madre por hacer de mí una mejor  
persona a través de sus consejos,  
enseñanzas y amor.**

**A mis hermanos por ser personas de  
las cuales siempre estaré orgulloso.**

**A mis profesores y mentores que me  
enseñaron a amar la ingeniería.**

**A mi futura esposa que es mi  
inspiración para desarrollarme  
profesionalmente.**

**A mis luces guías que desde el cielo  
me cuidan siempre.**

## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	3
1.3 Justificación	4
1.4 Planteamiento del problema	4
1.5 Alcances	5
1.6 Metodología del trabajo	5
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1 Automatización Industrial	6
2.2 Elementos básicos de un sistema automatizado	6
2.2.1 Potencia para llevar a cabo el proceso automático	7
2.2.2 Programa de instrucciones	10
2.2.3 Sistemas de control	11
2.3 Niveles de automatización	15
2.4 Controlador lógico programable	18
2.4.1 Estructura de un PLC	18
2.4.2 Entradas y salidas	20

2.4.3	Funcionamiento del PLC	20
2.4.4	Programar la memoria de un PLC	21
2.5	Sensores	22
2.5.1	Resolución y precisión	23
2.5.2	Algunos Tipos de Sensores	23
2.6	Neumática	30
2.7	Producción de aire comprimido	32
2.7.1	Generadores	32
2.7.2	Tipos de compresores	32
2.8	Actuadores neumáticos	41
2.8.1	Cálculo de la fuerza de empuje	44
2.8.2	Longitud de carrera	45
2.8.3	Velocidad del émbolo	46
2.8.4	Consumo de aire	49
2.9	Electroválvulas	50
<b>CAPITULO III</b>		<b>54</b>
<b>PROCESO DE PALETIZACIÓN DE BOTELLAS DE LA</b>		
<b>INYECTO SOPLADORA DE BOTELLAS PET</b>		<b>54</b>
3.1	Descripción de la inyector sopladora	54
3.2	Descripción de los componentes	56
3.2.1	Grupo extrusor	56
3.2.2	Distribuidor central	59
3.2.3	Inyector	59
3.2.4	Moldes de inyección	60

3.2.5	Transferidor	61
3.2.6	Cintas transportadoras	63
3.2.7	Unidad de acondicionamiento	63
3.2.8	Moldes de soplado	64
3.2.9	Estaciones de estiramiento	65
3.2.10	Estaciones de expulsión	66
3.2.11	Instalación hídrica de enfriamiento	66
3.2.12	Instalación neumática	67
3.2.13	Instalación hidráulica	69
3.2.14	Instalación de lubricación	70
3.2.15	Tableros eléctricos master y slave D	70
3.2.16	Tableros eléctricos descentrados slave A y B	71
3.2.17	Tableros eléctricos descentrados slave C	72
3.3	Esquema de funcionamiento de la inyectora sopladora	73
3.4	Descripción del proceso de paletización del proceso de paletización de botellas	74
<b>CAPITULO IV</b>		<b>77</b>
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA ALINEADOR DE BOTELLAS AUTOMATIZADO DE LA INYECTORA SOPLADORA DE BOTELLAS PET</b>		<b>77</b>
4.1	Descripción de los componentes del sistema alineador de botellas PET	80
4.1.1	Subsistema de soporte	80
4.1.2	Subsistema de recepción de botellas	82
4.1.3	Subsistema de movimiento vertical	83

4.1.4	Subsistema de movimiento horizontal	85
4.1.5	Subsistema de electro neumático	86
4.1.6	Subsistema de control, sensores de posición y automatización	87
4.2	Descripción del funcionamiento del sistema alineador de botellas PET	89
<b>5</b>	<b>CUADRO DE COSTOS</b>	<b>96</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>100</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>102</b>
	Anexo 1 – Programación del PLC del sistema	103
	<b>PLANOS</b>	

## **PRÓLOGO**

El primer capítulo del presente informe de suficiencia detalla los antecedentes y la justificación del proyecto, el objetivo del presente informe de suficiencia es el de diseñar un alineador de botellas para optimizar los procesos de apilamiento de botellas.

El segundo capítulo abarca los fundamentos teóricos de la automatización de sistemas y procesos industriales en general, sus principales dispositivos para el sensado, control y actuadores; en este capítulo también se incluye los conceptos básicos de la neumática y su utilidad como fuerza motriz de los mecanismos de un sistema, es decir a través de actuadores neumáticos y electroválvulas.

En el tercer capítulo se detalla la descripción de la maquina inyectora sopladora y sus componentes haciendo referencia principalmente del proceso de paletización de botellas de la inyectora sopladora de botellas.

En el cuarto capítulo se describe el diseño de un sistema alineador de botellas automatizado, aquí se describe el funcionamiento del sistema alineador así como también la descripción de cada uno de sus componentes.

Luego de los capítulos anteriores se incluyen un cuadro de costos generales de la fabricación del sistema alineador de botellas, las conclusiones a las que se llegaron luego de su elaboración y las recomendaciones para el funcionamiento óptimo del sistema alineador de botellas.

Al final de este informe se incluyeron también los planos de detalles de los componentes del sistema alineador de botellas; y como un documento anexo la programación del PLC del sistema.

Este informe fue desarrollado como requisito para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico, además de ser un aporte viable para poder realizar un proceso industrial que brinde beneficios y desarrollo a la actividad de recepción de botellas en máquinas sopladoras con 10 años de antigüedad, o que fueron fabricadas con estándares que no satisfacen los actuales de inocuidad.



## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

La máquina objeto de este Proyecto, es una Inyectora Sopladora marca SIPA, modelo ECS3200 del año 1996, la misma que cuenta con moldes para producción de botellas de 500 ml.

Debido a la baja performance de la operación de paletización, surge la necesidad de diseñar una optimización al proceso de extracción de botellas sopladas, mediante la instalación de un mecanismo alineador automatizado y un transportador neumático hasta la línea de paletizado.

Este Proyecto para la realización de la optimización del procedimiento de paletizado, son consecuencia del Proceso de Mejora Continua que se aplica en la Empresa y forma parte del Planeamiento Estratégico que realiza cada año.

#### **1.2 OBJETIVO**

Diseñar un sistema alineador de botellas automatizado para la inyectora sopladora de botellas de tereftalato de polietileno, para luego ser trasladado por un transportador neumático hasta la línea paletizado, a fin de mejorar la eficiencia del proceso de paletización de botellas.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La Empresa tenía implementado un sistema de recepción de botellas sopladas que consistía de una mesa transportadora donde las botellas sopladas caían, esta mesa a su vez descargaba sobre una banda transportadora que llevaba las botellas hasta una mesa donde cuatro operadores se encargaban de pararlas y acomodarlas en bloques de 14 x 20 botellas, y luego eran llevadas hasta el pallet colocando un bloque sobre el otro, luego colocarlas en pallets de 7 niveles de alto este proceso era ineficiente por cuanto las botellas debían ser puestas en posición vertical por un operador y luego armar los bloques en la mesa mientras las botellas continuaban llegando y acumulándose, este proceso además era agotador por lo que tenían que tomar relevos y algunas veces detener el proceso por excesiva acumulación de botellas.

Se propuso mediante un dispositivo que alineara las botellas sopladas desde la cinta transportadora de la inyectora sopladora y colocándola en un transportador neumático, que conduciría las botellas sopladas hasta un transportador unifilar de donde un operador podría tomar las botellas de 20 en 20 por la utilización de una barra con cavidades (peines) que toman las botellas del cuello y hace más sencillo su colocación y ordenamiento en sus pallets.

### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La máquina estaba operando con niveles de eficiencia en su procedimiento de formación de pallets de 75% contra una meta de 90%.

La máquina tenía un sistema de descarga de botellas por caída libre, de manera que las botellas caían sobre una mesa de acumulación y se requería de personal para levantarlas y ordenarlas. Esto atentaba contra las buenas prácticas de fabricación pues las botellas eran manoseadas por los operarios durante esta actividad constituyendo un riesgo de contaminación.

### **1.5 ALCANCES**

- Implementar mejoras en el diseño de algunos sistemas de la maquina tales como:
- Alineador de botellas para la descarga
- Fabricación e instalación de transportadores neumáticos y de cadena de tablilla para la salida de la maquina
- Asegurar la capacitación del personal técnico y operadores de la maquina en la operación de estos nuevos sistemas a instalarse en la inyectora sopladora.
- Se contará con la contratación de un proveedor de servicios de maestría para la fabricación de los sistemas, y de una consultora para las labores de automatización del sistema y la instalación del mismo en la máquina.

### **1.6 METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

Para la realización de este Proyecto se recurrió a una evaluación conjunta por parte de personal de Planta y del Fabricante de la Maquina. La ejecución de la fabricación del nuevo sistema y de su instalación se hará en forma conjunta por personal técnico de apoyo de la Planta y del Proveedor de servicios de Maestría y la Consultora de Automatización.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**

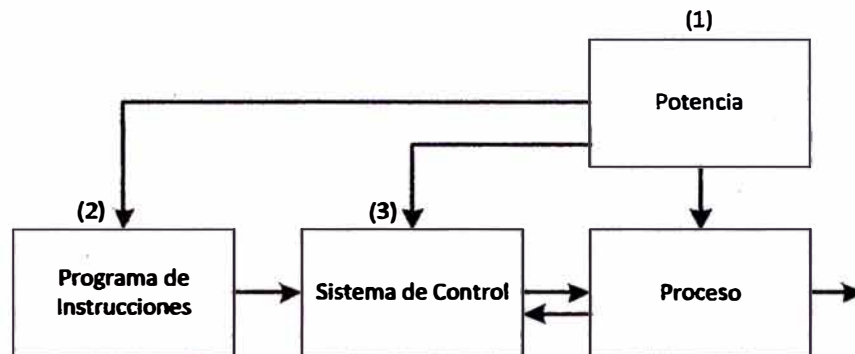
Automatización es la tecnología por el cual un proceso o procedimiento es alcanzado sin la asistencia humana. Este es implementado usando un programa de instrucciones combinado con un sistema de control que ejecute estas instrucciones.

Para automatizar un proceso, es requerida una fuente de potencia, para llevar a cabo el proceso en sí mismo y para operar el programa y sistema de control. A pesar de que la automatización puede ser aplicada a una gran variedad de áreas, es más asociada con las industrias de la manufactura. Además, fue en el contexto de la manufactura que el término fue originado por un administrador de ingeniería en Ford Motor Company en 1946 para describir la variedad de dispositivos automáticos para la transferencia y provisión de mecanismos a ser instalados en las plantas de producción de Ford.

#### **2.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO**

Un sistema automatizado consiste de tres elementos básicos: (1) Potencia para llevar a cabo el proceso y operar el sistema, (2) un programa de instrucciones para dirigir los procesos, y (3) un sistema de control para ejecutar las instrucciones. La relaciones entre estos tres elementos es

ilustrada en el figura YY todos los sistemas que califican como automatizados incluyen estos tres elementos básicos en una forma u otra.



*Figura 2.1, Elementos de un sistema automatizado*

### 2.2.1. Potencia para llevar a cabo el proceso automático

Un sistema automatizado es usado para operar algunos procesos, y la potencia es requerida para impulsar el proceso así como sus controles. La principal fuente de potencia en sistemas automatizados es la electricidad. La potencia eléctrica tiene muchas ventajas en procesos automatizados y no automatizados:

- La potencia eléctrica es ampliamente disponible a un costo moderado. Es una parte importante de nuestra infraestructura industrial.
- La potencia eléctrica puede convertirse rápidamente a formas alternativas de energía; mecánica, térmica, luz, acústica, hidráulica y neumática.
- La potencia eléctrica en niveles pequeños puede ser usada para llevar a cabo funciones como transmisión de señales,

procesamiento de información, y almacenamiento de información y comunicaciones.

- La energía eléctrica puede ser almacenada en baterías de larga duración para ser usadas en ubicaciones donde una fuente externa de potencia eléctrica no es convenientemente disponible.

Fuentes alternativas de potencia incluyen los combustibles fósiles, energía solar, agua, y viento. Sin embargo su uso exclusivo es poco frecuente en sistemas automatizados.

*Potencia para el proceso.* En producción, el termino *proceso* se refiere a la operación de manufactura que es realizada por una unidad de trabajo. La mayoría de la potencia en plantas de manufactura es consumida por este tipo de operaciones.

En adición a impulsar el proceso de manufactura en sí mismo, la potencia también es requerida para las siguientes labores de manipulación de materiales:

- Carga y descarga de la unidad de trabajo. Si el proceso es completamente automatizado, entonces alguna forma de potencia mecánica es usada. Si el proceso es manualmente operado o semiautomáticamente entonces potencia humana puede ser usada para posicionar y localizar la unidad de trabajo.
- Transporte de Material entre operaciones. En adición a la carga y descarga de una operación determinada, la unidad de trabajo debe ser movida entre operaciones.

*Potencia para la automatización.* Más allá del requerimiento de potencia básica para la operación de manufactura, potencia adicional es requerida para la automatización. La potencia adicional es usada para las siguientes funciones:

- **Unidad de Control.** Controladores modernos industriales están basados en computadoras digitales, el cual requiere potencia eléctrica para leer los programas de instrucciones, hacer los cálculos de control, y ejecutar las instrucciones mediante la transmisión de comandos adecuados a los dispositivos actuantes.
- **Potencia para actuar los sistemas de control.** Los comandos enviados por la unidad de control son ejecutados por dispositivos electromecánicos, tal como interruptores y motores, llamados actuadores. Estos comandos generalmente son transmitidos por señales de baja intensidad. Para llevar a cabo los comandos, los actuadores requieren más potencia, y las señales de control deben ser amplificadas para proveer el nivel de potencia requerido para el dispositivo actuador.
- **Adquisición de Datos y procesos de información.** En la mayoría de los sistemas de control, los datos debe ser recolectados de los procesos y usados como entradas a los algoritmos de control. En adición a este requerimiento, los procesos pueden incluir conservar registros del desempeño de los procesos o calidad del producto. Esta adquisición de datos y registros requieren potencia, sin embargo solo en pequeñas cantidades.

### **2.2.2. Programa de Instrucciones**

Las acciones realizadas por un proceso automático son definidas por un programa de instrucciones. Así sea que el programa involucre pequeña, mediana o gran producción, cada parte o estilo de producto hecho en la operación requiere uno o más pasos de procesamiento que son únicos a ese estilo. Estos pasos son realizados durante un ciclo de trabajo. Una nueva parte es realizada durante cada ciclo de trabajo.

*Programas de ciclo de trabajo:* En los procesos automatizados más simples, los ciclos de trabajo consisten esencialmente de un paso, el cual es mantener un parámetro de proceso a un nivel definido, por ejemplo mantener la temperatura en un quemador a un determinado valor durante una cantidad de tiempo de un ciclo de tratamiento térmico. En este caso, la programación simplemente involucra establecer la temperatura y atmosfera controlada.

En sistemas más complicados, el proceso del ciclo de trabajo consiste de múltiples pasos que son repetidos sin ninguna desviación de un ciclo al siguiente. Una secuencia típica de pasos son: (1) cargar la parte en la máquina de producción, (2) realizar el proceso, y (3) descargar la parte. Los parámetros del proceso son entradas al proceso, tal como el establecimiento de la temperatura de un quemador, coordinar el valor del eje de un sistema de posicionamiento, válvulas cerradas o abiertas en un sistema de flujo de fluido. Los parámetros son distinguidos de una variable de proceso, el cual son salidas de los procesos, por ejemplo, la



temperatura actual del horno, la posición actual del eje, el flujo actual fluyendo en una tubería.

Controladores modernos son usados en sistemas automáticos basándose en computadoras digitales en lugar de cams, temporizadores, relés, u otros dispositivos. El uso de computadores digitales como controladores de proceso permite mejoras y optimizaciones a ser realizadas en el programa de control, como la adición de funciones de control no previstas durante el diseño inicial del equipo.

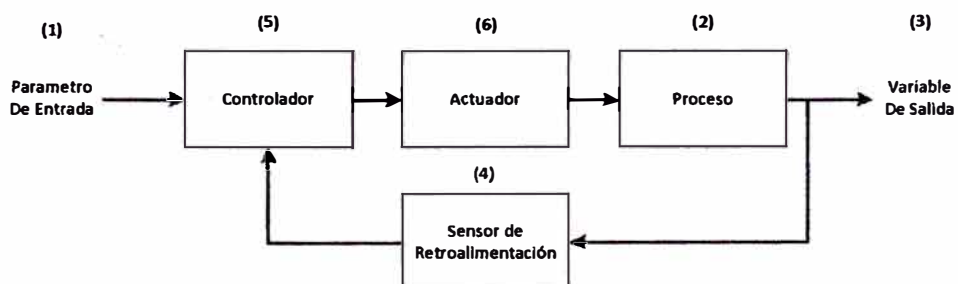
El ciclo de trabajo puede incluir pasos manuales, donde el operador realiza ciertas actividades durante el ciclo de trabajo, y el sistema automatizado realiza el resto. Un ejemplo puede ser la iniciación de una operación de corte donde cada ciclo es activado por el operador presionando el botón "inicio" después de que cada parte es cargada.

### **2.2.3. Sistemas de Control**

El elemento de control de un sistema automatizado ejecuta el programa de instrucciones. El sistema de control causa que el proceso lleve a cabo su función definida, el cual para nuestro propósito es llevar a cabo la operación de manufactura.

El control en un sistema automático puede ser de bucle cerrado o abierto. Un sistema de control de bucle cerrado, también conocido como sistemas de control de retroalimentación, es uno en el cual la variable de salida es comparada con un parámetro de entrada, y cualquier diferencia entre la entrada o salida es usada para conducir

la salida en acuerdo con la entrada. Tal como se muestra en la Figura 2.2 un sistema de control de bucle cerrado, consiste de seis elementos básicos: (1) parámetro de entrada, (2) proceso, (3) variable de salida, (4) sensor de retroalimentación, (5) controlador y (6) actuador. El parámetro de entrada frecuentemente referido como "set point", representa el valor deseado de salida. Un sensor es usado para medir la variable de salida y cerrar el bucle entre la entrada y la salida. El sensor realiza la función de retroalimentación de un sistema de bucle cerrado. El controlador compara la salida con la entrada y realiza los ajustes requeridos en el proceso de reducir la diferencia entre ellos. Este ajuste es obtenido usando uno o más actuadores, los cuales son dispositivos que físicamente realizan las acciones de control. La figura anterior muestra solo un bucle, muchos procesos industriales requieren múltiples bucles, uno para cada variable de proceso a ser controlado.



*Figura 2.2, Sistema de Control de Bucle Cerrado*

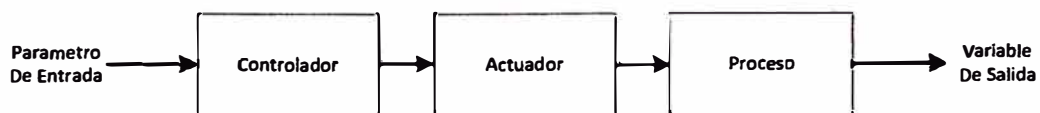
En contraste con un sistema de bucle cerrado, un sistema de bucle abierto opera sin el bucle de retroalimentación, tal como la Figura 2. En este caso, los controles operan sin medir la variable de salida, por

lo tanto ninguna comparación es hecha ente el valor actual de la salida y el valor del parámetro de entrada. Su ventaja es que es generalmente más simple y menos costos que los sistemas de bucle cerrado. Los sistemas de bucle abierto son usualmente apropiados cuando las siguientes condiciones aplican: (1) las acciones realizadas por el sistema de control son simples, (2) la función actuante es bastante confiable, y (3) todas las fuerzas opuestas al actuador son lo suficientemente pequeñas para no tener efecto sobre el actuador. Si estas características no son aplicables, entonces un sistema de control de bucle cerrado puede ser más apropiado.

Consideró la diferencia entre un sistema de bucles cerrado y uno de bucle abierto para el caso de un sistema de posicionamiento. Los sistemas de posicionamiento son comunes en manufactura para ubicar una pieza de trabajo relativamente a la herramienta o cabezal. La Figura 2 ilustra el caso de un sistema de posicionamiento de bucles cerrado. En operación, el sistema está dirigido a mover rector de mesa a una publicación específica tal como es definido por el Valor de las coordenadas de un sistema cartesiano. La mayoría de los sistemas de posicionamiento tienen sus dos ejes con un sistema de control para cada eje, pero en nuestro diagrama ilustra sólo uno de estos ejes. Un servo motor de corriente continua conectado al tornillo de potencia de su actuador común para cada eje. Una señal indicando el Valor de la coordenada es enviada desde el controlador al motor que controla el tornillo de potencia, cuya rotación es convertida en movimiento lineal de la mesa de posicionamiento. Mientras la mesa se mueve cercanamente a la posición de la

jomada, la diferencia entre la posición actual y el Valor de entrada es reducida. La posición actual es medida por un sensor de retroalimentación. El controlador continúa moviendo el motor hasta que la posición actual de la mesa corresponda con el Valor de entrada.

Para el caso de bucle abierto, el diagrama para el sistema de posicionamiento será similar al anterior excepto que no existe el bucle de retroalimentación y un motor de pasos es usado en lugar del servo motor de corriente continua. Un motor de pasos es diseñado para rotar una fracción precisa de vuelta por cada pulso recibido del controlador. Partiendo de que el eje del motor desconectado al tornillo de potencia, y el torneado de potencia controlada la mesa de trabajo, cada pulso es convertido en pequeñas constantes lineales de movimiento de la mesa. Para mover la mesa una distancia deseable, el número de pulsos correspondiente a esa distancia es enviado al motor. Dado la aplicación adecuada, cuyas características equiparan la lista precedente de condiciones de operación, un sistema de posicionamiento de bucle abierto trabaja con gran desempeño.



**Figura 2.3, Sistema de Control de Bucle Abierto**

### **2.3. NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN**

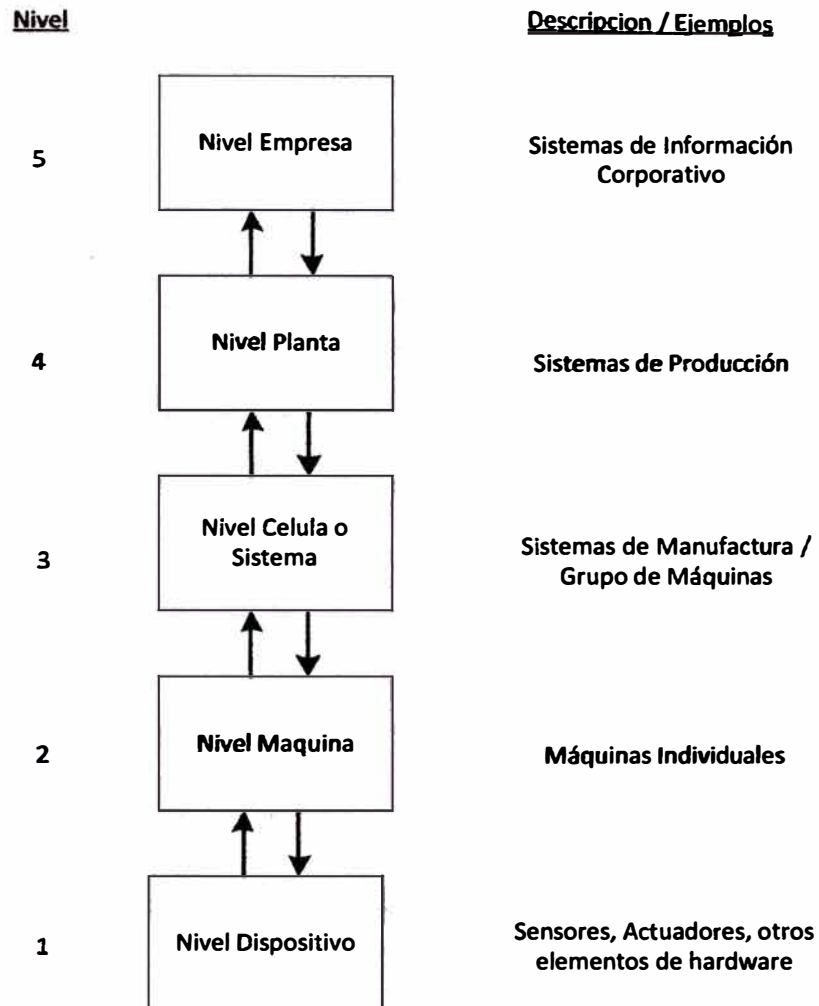
El concepto de sistemas automatizados puede ser aplicado a diferentes niveles de operaciones de industrias. Uno normalmente asocia la automatización con la producción individual de máquinas. Sin embargo, las máquinas de producción en sí mismas están hechas de subsistemas que pueden así mismos ser automatizadas. Por ejemplo, uno de las más importantes tecnologías de automatización es el control numérico. Una máquina moderna de control numérico (CNC) es un sistema automatizado. Sin embargo, la máquina CNC en sí misma está compuesta de múltiples sistemas de control. Cualquier máquina CNC tiene al menos dos ejes de movimiento, y algunas máquinas tienen hasta cinco ejes. Cada uno de estos ejes opera un sistema de posicionamiento y es, en efecto, en sí mismo un sistema automatizado. Similarmente, una máquina CNC es usualmente parte de un sistema mayor de manufactura, y el sistema mayor puede ser en sí mismo automatizada. Por ejemplo, dos o tres máquinas herramientas pueden ser conectadas por una parte de manipulación automatizada operada bajo un control computacional. La máquina herramienta también recibe instrucciones de una computadora. Por lo tanto nosotros tenemos tres niveles de automatización y control incluidos aquí (el nivel del sistema de posicionamiento, el nivel de la máquina herramienta, y el nivel del sistema de manufactura). Para nuestros propósitos en este texto, nosotros podemos identificar cinco niveles posibles de automatización en una planta de producción. Estos son definidos a continuación y su jerarquía es ilustrada en la Figura 4.

- **Nivel Dispositivo.** Este es el nivel más bajo en la jerarquía de la automatización. Incluye los actuadores, sensores y otros componentes de hardware que componen el nivel de la máquina.

Los dispositivos se combinan en los bucles de control individual de la máquina, por

Ejemplo, el ciclo de retroalimentación de control para un eje de una máquina CNC o una articulación de un robot industrial.

- **Nivel de máquina.** Hardware a nivel de dispositivo es ensamblado en máquinas individuales. Ejemplos incluyen máquinas herramientas CNC y equipo de producción similar, robots industriales, transportadores motorizados, y vehículos guiados automáticamente. Las funciones de control en este nivel incluyen la ejecución de la secuencia de pasos en el programa de instrucciones en el orden correcto y asegurarse de que cada paso se ejecuta correctamente.



*Figura 2.4, Cinco Niveles de Automatización y Control en Manufactura*

- **Nivel de Célula o Sistema.** Esta es la célula de fabricación o nivel de sistema, que opera por instrucciones de nivel de planta. Una célula de fabricación o sistema es un grupo de máquinas o estaciones de trabajo conectadas con el apoyo de un sistema de manejo de materiales computarizado y otros equipos adecuados para el proceso de fabricación. Las líneas de producción se incluyen en este nivel. Sus funciones incluyen el envío de una parte y la carga de máquina, la coordinación entre las

máquinas y el sistema de manejo de materiales, y la recolección y evaluación de los datos de inspección.

- **Nivel de Planta.** Este es el nivel de industria o sistemas de producción. Recibe instrucciones del sistema de información de la corporación y traduce estos en planes operacionales de producción. Sus funciones más comunes incluyen: orden de procesamiento, planeamiento de procesos, control de inventario, compras, planeamiento de requerimientos de material, control de piso de ventas, y control de calidad.
- **Nivel Empresa.** Este es el nivel más alto, consistente del sistema de información corporativo. Concerniente a todas las funciones necesarias para administrar la compañía: marketing y ventas, contabilidad, diseño, investigación, planificación global, y cronograma principal de producción.

## **2.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

### **2.4.1 Estructura de un PLC**

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas. La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM.



La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

PLC Estructura La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectados a las entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.

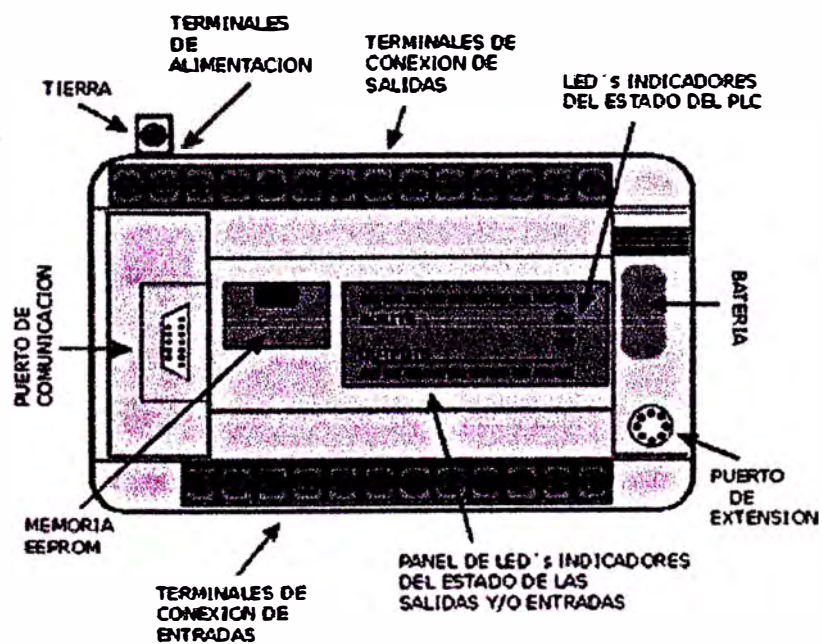


Figura 2.5, Controlador Lógico Programable

### **2.4.2. Entradas y salidas (E/S)**

PLC Estructura Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.

Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's). Por último, las E/S especiales se utilizan en procesos en los que con las anteriores E/S vistas son poco efectivas, bien porque es necesario un gran número de elementos adicionales, bien porque el programa necesita de muchas instrucciones o por protocolos especiales de comunicación que se necesitan para poder obtener el dato requerido por el PLC (HART, Salidas de trenes de impulso, motores paso a paso).

### **2.4.3. Funcionamiento del PLC**

Cuando se pone en marcha el PLC lo primero que este realiza es una lista de chequeos internos para dar permitir que todo desde el inicio este en buenas condiciones y todo esté debidamente conectado (Power Supply, conexiones de entradas y salidas).

PLC Una vez efectuadas estas comprobaciones y son aprobadas, la CPU inicia la exploración del programa y reinicializa. Esto último si el

autómata se encuentra en modo RUN (marcha), ya que de estar en modo STOP (paro) aguardaría, sin explorar el programa, hasta la puesta en RUN. Al producirse el paso al modo STOP o si se interrumpe la tensión de alimentación durante un tiempo lo suficientemente largo, la CPU detiene la exploración del programa y luego pone a cero, es decir, desactiva todas las salidas. Mientras se está ejecutando el programa, la CPU realiza en intervalos continuos de tiempo distintas funciones de diagnóstico (watch-dog). Cualquier singularidad que se detecte se mostrará en los indicadores de diagnóstico del procesador y dependiendo de su importancia se generará un código de error o se parará totalmente el sistema. El tiempo total del ciclo de ejecución viene determinado por los tiempos empleados en las distintas operaciones. El tiempo de exploración del programa es variable en función de la cantidad y tipo de las instrucciones así como de la ejecución de subrutinas. El tiempo de exploración es uno de los parámetros que caracteriza a un PLC y generalmente se suele expresar en milisegundos por cada mil instrucciones. Para reducir los tiempos de ejecución, algunas CPU's constan de dos o más procesadores que operan simultáneamente y están dedicados a funciones específicas.

#### **2.4.4. Programar la memoria de un PLC**

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control. Normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de software instalados en

Computadores personales (PC). Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware).

Las funciones que estos equipos o software de programación son la edición y modificación del programa, detección de errores, archivamiento de programas (discos duros) y monitoreo en línea de variables. La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422). Hoy en día existen distintos puertos disponibles según la marca del PLC.

## **2.5. SENSORES**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de

adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

### **2.5.1 Resolución y precisión**

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.

La resolución puede ser de menor valor que la precisión. Por ejemplo, si al medir una distancia la resolución es de 0,01 mm, pero la precisión es de 1 mm, entonces pueden apreciarse variaciones en la distancia medida de 0,01 mm, pero no puede asegurarse que haya un error de medición menor a 1 mm. En la mayoría de los casos este exceso de resolución conlleva a un exceso innecesario en el coste del sistema. No obstante, en estos sistemas, si el error en la medida sigue una distribución normal o similar, lo cual es frecuente en errores accidentales, es decir, no sistemáticos, la repetitividad podría ser de un valor inferior a la precisión.

### **2.5.2. Algunos Tipos de Sensores**

#### *a. Sensores de Proximidad*

Estos sensores pueden estar basados en algo simple como en la operación mecánica de un actuador o, tan complejo como en la operación de un sensor de proximidad fotoeléctrico con discriminación de color.

#### ***b. Inductivos***

Tanto estos sensores como los de efecto capacitivo y ultrasónico presentan las ventajas siguientes:

- Conmutación
- Sin desgaste y de gran longevidad.
- Libre de rebotes y sin errores de impulsos.
- Libres de Mantenimiento.
- De Precisión Electrónica.
- Soporta ambientes Hostiles.

Los sensores inductivos consisten en una bobina cuya frecuencia de oscilación cambia al ser aproximado un objeto metálico a su superficie axial. Esta frecuencia es empleada en un circuito electrónico para conectar o desconectar un tiristor y con ello, lo que esté conectado al mismo, de forma digital (ON-OFF) o, analógicamente. Si el objeto metálico se aparta de la bobina, la oscilación vuelve a empezar y el mecanismo recupera su estado original.

Estos sensores pueden ser de construcción metálica para su mayor protección o, de caja de plástico. Y pueden tener formas anular, de tornillo, cuadrada, tamaño interruptor de límite, etc.

Además, por su funcionamiento pueden ser del tipo empotrable al ras en acero o, del tipo no empotrable. Los del tipo no empotrable se caracterizan por su mayor alcance de detección, de aproximadamente el doble.

La técnica actual permite tener un alcance de hasta unos 100 mm en acero. El alcance real debe tomarse en cuenta, cuando se emplea el mismo sensor en otros materiales. Ej: Para el Acero Inoxidable debe considerarse un 80% de factor de corrección, para el Aluminio un 30 % y para el cobre un 25%.

Ciertas marcas fabrican estos sensores en dos partes, una parte es el sensor propiamente dicho y el otro es el amplificador de la señal de frecuencia mencionada arriba, con el fin de usarlos en zonas peligrosas. A estos sensores se les conoce como de "Seguridad Intrínseca".

Eléctricamente se especifican por el voltaje al que trabajan (20-40 V C.D., 90-130 V C.A., etc. ) y por el tipo de circuito en el que trabajan ( dos hilos, PNP, NPN, 4 hilos, etc.). Generalmente los tipos en corriente directa son más rápidos - Funcionan en aplicaciones de alta frecuencia. - que los de corriente alterna.

### *c. Capacitivos*

Existen muchas aplicaciones que requieren el sensor a distancia materiales no metálicos y, para ello se emplea este tipo de sensor que usa el efecto capacitivo a tierra de los objetos a sensor.

Ejemplos: Presencia de agua en un tubo o el cereal dentro de una caja de cartón.

El elemento funcional primario del sensor capacitivo de proximidad es un oscilador de alta frecuencia con un electrodo flotante en el circuito de base de un transistor. En el estado de inactividad hay un campo ruidoso en la región de base, que representa el área activa del sensor de proximidad. Cuando un objeto aparece dentro del área activa, empiezan las oscilaciones. La etapa de conmutación rectifica las oscilaciones de alta frecuencia y la señal continua resultante se aplica a la etapa de salida. La etapa de conmutación incluye un sistema de señal de retroalimentación, el nivel del cual puede ajustarse en algunos modelos, a través de un potenciómetro; esto capacita el sensor de proximidad de variar su sensibilidad de respuesta.

Principalmente se emplean para líquidos y sólidos no metálicos y, externamente son muy parecidos a los sensores inductivos (Ver arriba).

Tanto los sensores inductivos como los capacitivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima.

Además, la distancia de sensado siempre se especifica para agua en estado líquido pero, para otros materiales es diferente. Para el vidrio se tiene que considerar un factor de corrección del 65%, mientras que para el agua congelada del 30%.



Además de los voltajes y circuitos mencionados en los inductivos, existe también en los sensores capacitivos un tipo con salida analógica (4-20 mA).

#### *d. Sensores Fotoeléctricos*

Estos sensores son muy usados en algunas industrias para contar piezas, detectar colores, etc., ya que reemplazan una palanca mecánica por un rayo de luz que puede ser usado en distancias de menos de 20 mm hasta de varias centenas de metros, de acuerdo con los lentes ópticos empleados.

Funcionan con una fuente de luz que va desde el tipo incandescente de los controles de elevadores a la de estado sólido modulada (LED) de los detectores de colores. Y operan al detectar un cambio en la luz recibida por el fotodetector.

Los fotodetectores son típicamente fotodiodos o fototransistores, inclinándose los fabricantes por los primeros por su insensibilidad a campos de radiofrecuencia, que podrían causar interferencia.

Algunos modelos de estos sensores son fabricados con inmunidad a la luz solar incidente o reflejada. Para ello emplean haces de luz modulada que únicamente pueden ser detectados por receptores sintonizados a la frecuencia de modulación.

Los diferentes tipos de sensores se agrupan por el tipo de detección:

- **Sensores de Transmisión Directa.** Cuando existe un receptor y un emisor apuntados uno al otro. Tiene este método el más alto rango de detección (hasta unos 60 m).

- **Sensores Reflex.** Cuando la luz es reflejada por un reflector especial cuya particularidad es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe ( 9 m de alcance).
- **Sensores Reflex Polarizados.** Son prácticamente iguales a los del tipo anterior, excepto que, el emisor tiene un lente que polariza la luz en un sentido y el receptor otro que la recibe mediante un lente con polarización a  $90^\circ$  del primero. Con ésto, el control no responde a objetos muy brillosos que pueden reflejar la señal emitida (5m de alcance).
- **Sensores de Foco Fijo.** Cuando la luz es reflejada difusamente por el objeto y es detectado por el hecho de que el transmisor y el receptor están estereoscópicamente acoplados, evitando con ello interferencia del fondo (3.5 m de alcance).
- **Sensores de detección difusa.** Iguales a los anteriores pero los lentes son divergentes, y se usan para detectar objetos muy próximos (1.5 m de alcance).
- **Sensores de Fibra Óptica.** En este tipo, el emisor y receptor están interconstruidos en una caja que puede estar a varios metros del objeto a sensar. Para la detección emplean los cables de fibra óptica por donde circulan los haces de luz emitido y recibido. La mayor ventaja de estos sensores es el pequeño volumen o espacio ocupado en el área de detección.

### ***e. Sensores Magnéticos***

De los sensores magnéticos tenemos los siguientes tipos: los mecánicos o tipo "reed", los de tipo electrónico o de efecto Hall y, los transformadores lineales variables (LVDT).

Los sensores de tipo "reed" tienen gran difusión al emplearse en muy bajos voltajes, con lo que sirven de indicador de posición a PLCs y, además, por emplearse como indicador de posición de los pistones neumáticos de émbolo magnético de las marcas que tienen mayor difusión.

Los sensores de efecto Hall, son semiconductores y por su costo no están muy difundidos pero en codificadores ("encoders") de servomecanismos se emplean mucho.

Los transformadores lineales variables (LVDT) proporcionan una lectura de posición, usando la inductancia mutua entre dos embobinados. Un núcleo magnético móvil acopla el voltaje de excitación en corriente alterna a los dos secundarios. La fase y la amplitud del voltaje del secundario varía de acuerdo con la posición del núcleo.

Cuando el núcleo está en medio de los embobinados, los voltajes de ambos están 180 grados desfasados y son de igual magnitud, por lo que el voltaje neto es cero. Cuando el núcleo se mueve hacia la escala positiva, la señal en fase con la onda de entrada crece y viceversa cuando el núcleo se mueve hacia la escala negativa.

## **2.6. NEUMÁTICA**

La neumática, deriva de "pneuma", palabra griega que significa respiración, viento y, en filosofía, alma; es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales.

La Neumática tiene, en la actualidad, un extenso campo de actuación en las industrias, para mover, rotar, levantar, prensar, etc.; con el consiguiente control de velocidad, dirección y fuerza.

Las posibilidades que brinda, hacen de ella un soporte incuestionable para alcanzar un cierto grado de automatización en la industria, en combinación con otras técnicas.

Los antecedentes los tenemos en el siglo I, donde algunos legados describen las primeras máquinas movidas por el viento.

En la actualidad la neumática conlleva el uso del aire a presión o en depresión como fuente de energía, para transformarla en energía mecánica:

- **Movimientos lineales**
- **Movimientos rotativos**
- **Transporte de materiales**
- **Mandos de válvulas**

Con la finalidad de accionamiento, sensorización, control o gobierno de máquinas.

#### **Motivos para emplear el aire**

- **Se transforma y almacena fácilmente**
- **Es barato y abundante**
- **No contamina ni es peligroso**

#### **Ventajas en el empleo del aire comprimido**

- **Circuitos sencillos y de fácil instalación**
- **Elementos constituyentes baratos**
- **Ausencia de peligro por inflamabilidad**
- **Fácil transformación de la energía neumática a hidráulica, mecánica, etc.**
- **Seguridad aunque se produzcan escapes**
- **Fácilmente almacenable y transportable a largas distancias por medio de depósitos y**
- **Botellas**

#### **Desventajas en el empleo del aire comprimido**

- **Elevado coste de los generadores de aire comprimido**
- **Limitaciones en las velocidades y esfuerzos posibles en los accionadores**
- **Elevado ruido en los escapes de aire**
- **Elevado nivel de ruido y de vibraciones en los compresores**
- **Necesidad de acondicionar el aire antes de emplearlo como energía**
- **Falta de precisión en los actuadores**

**Enfrentando ventajas y desventajas percibimos una fuente de energía cara de generar pero barata de utilizar y con una alta rentabilidad.**

## **2.7. PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO**

### **2.7.1. Generadores**

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación ulterior en el equipo generador supone gastos muy considerables.

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

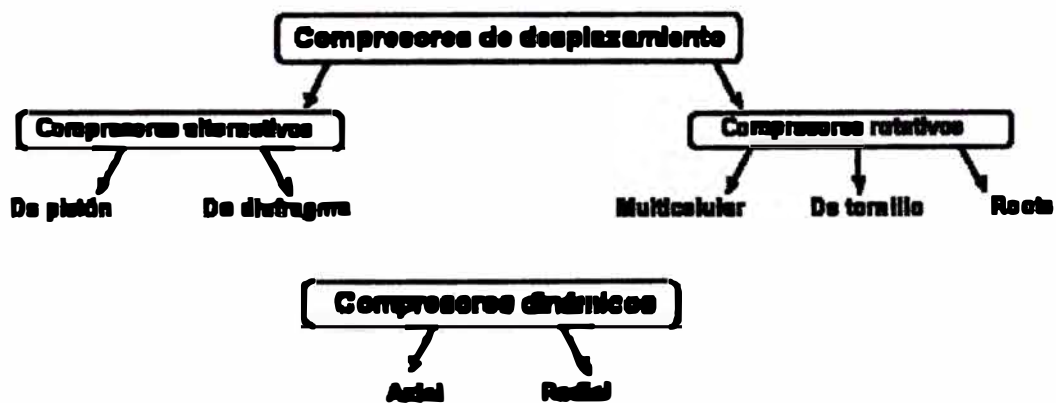
### **2.7.2. Tipos de compresores**

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción.

Se distinguen dos tipos básicos de compresores:

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).



*Figura 2.6, Tipos de Compresores*

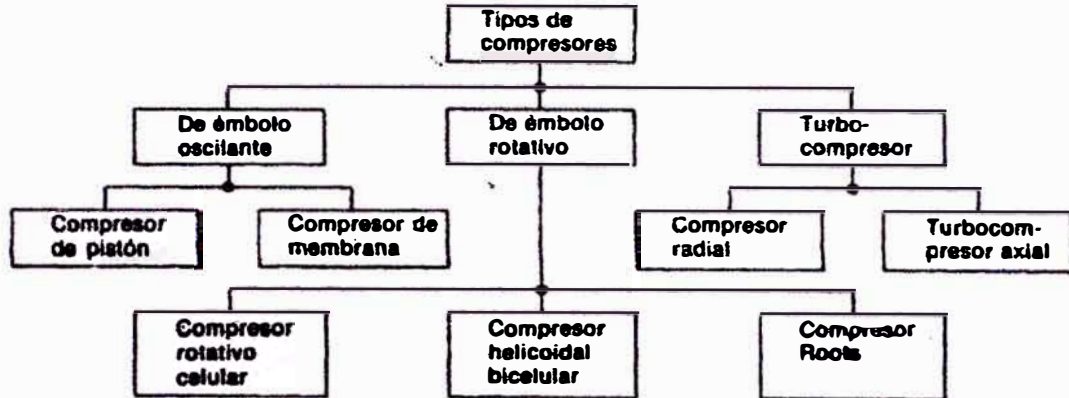


Figura 2.7, Familias de Compresores

a. *Compresores de émbolo o de pistón*

Compresor de émbolo oscilante. Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).

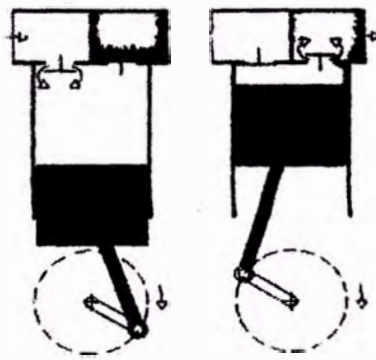


Figura 2.8, Compresor de émbolo oscilante

Este compresor funciona en base a un mecanismo de excéntrica que controla el movimiento alternativo de los pistones en el cilindro.



Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara por lo que aumenta el volumen de la cámara, por lo que disminuye la presión interna, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro. Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen disponible para el aire, esta situación origina un aumento de presión que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido ya sea a una segunda etapa o bien al acumulador.

Es el compresor más difundido a nivel industrial, dada su capacidad de trabajar en cualquier rango de presión. Normalmente, se fabrican de una etapa hasta presiones de 5 bar, de dos etapas para presiones de 5 a 10 bar y para presiones mayores, 3 o más etapas.

Algunos fabricantes ya están usando tecnología denominada libre de aceite, vale decir, sus compresores no utilizan aceite lo que los hace muy apetecibles para la industria químico farmacéutica y hospitales.

Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es, en conformidad con la relación, más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema refrigeración.

Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:

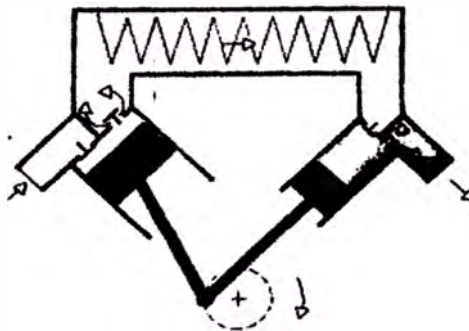
hasta	400 kPa	(4bar),	1 etapa
hasta	1,500 kPa	(15 bar),	2 etapas
más de	1,500 kPa	(15 bar),	3 etapas

No resulta siempre económico, pero también pueden utilizarse compresores:

de 1 etapa,	hasta	1,200 kPa	(12 bar)
de 2 etapas,	hasta	3,000 kPa	(30 bar)
de 3 etapas,	hasta	22,000 kPa	(220 bar)

**b. Compresor de émbolo rotativo**

Consiste en un émbolo que está animado de un movimiento rotatorio. El aire es comprimido por la continua reducción del volumen en un recinto hermético.



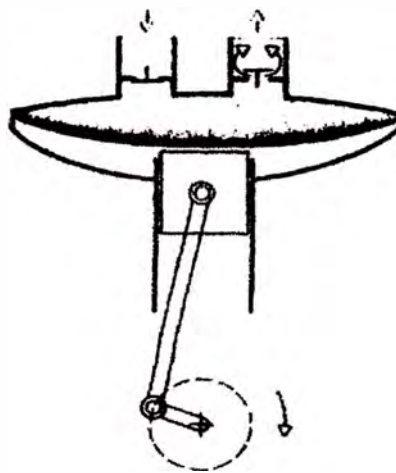
*Figura 2.9, Compresor de dos etapas con refrigeración intermedia*

c. *Compresor de Diafragma (Membrana)*

Este tipo forma parte del grupo de compresores de émbolo. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto, en todo caso, el aire comprimido estará exento de aceite.

El movimiento obtenido del motor, acciona una excéntrica y por su intermedio el conjunto biela - pistón. Esta acción somete a la membrana a un vaivén de desplazamientos cortos e intermitentes que desarrolla el principio de aspiración y compresión.

Debido a que el aire no entra en contacto con elementos lubricados, el aire comprimido resulta de una mayor pureza, por lo que lo hace especialmente aplicable en industrias alimenticias, farmacéuticas, químicas y hospitales.

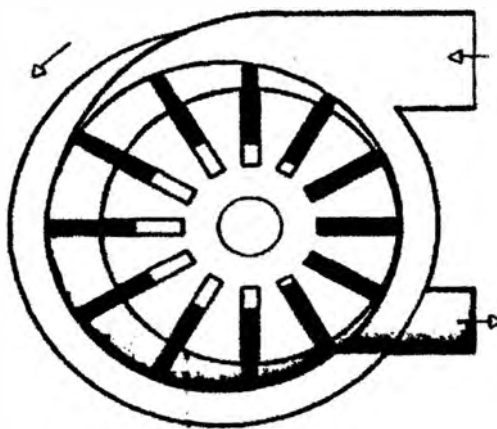


*Figura 2.10, Compresor de membrana*

*d. Compresor rotativo multicelular*

Un rotor excéntrico gira en el interior de un cárter cilíndrico provisto de ranuras de entrada y de salida. Las ventajas de este compresor residen en sus dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas.

El rotor está provisto de un cierto número de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared del cárter. Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente.



*Figura 2.11, Compresor rotativo multicelular*

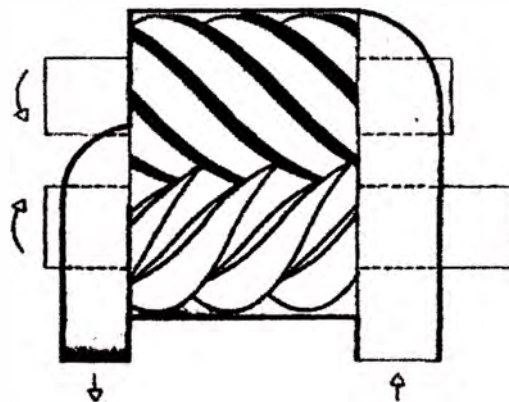
Tiene la ventaja de generar grandes cantidades de aire pero con vestigios de aceite, por lo que en aquellas empresas en que no es indispensable la esterilidad presta un gran servicio, al mismo tiempo el aceite pulverizado en el aire lubrica las válvulas y elementos de control y potencia.

e. *Compresor de tornillo helicoidal, de dos ejes*

Dos tornillos helicoidales que engranan con sus perfiles cóncavo y convexo impulsan hacia el otro lado el aire aspirado axialmente. Los tornillos del tipo helicoidal engranan con sus perfiles y de ese modo se logra reducir el espacio de que dispone el aire. Esta situación genera un aumento de la presión interna del aire y además por la rotación y el sentido de las hélices es impulsado hacia el extremo opuesto.

Los ciclos se traslapan, con lo cual se logra un flujo continuo. A fin de evitar el desgaste de los tornillos, estos no se tocan entre sí, ni tampoco con la carcasa, lo cual obliga a utilizar un mecanismo de transmisión externo que permita sincronizar el movimiento de ambos elementos.

Entrega caudales y presiones medios altos (600 a 40000m<sup>3</sup>/h y 25 bar) pero menos presencia de aceite que el de paletas. Ampliamente utilizado en la industria de la madera, por su limpieza y capacidad.



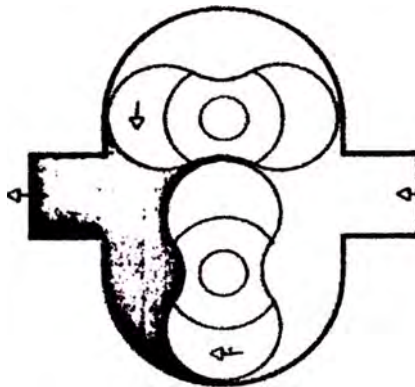
*Figura 2.12, Compresor de tornillo helicoidal*

*f. Compresor Roots*

En estos compresores, el aire es llevado de un lado a otro sin que el volumen sea modificado. En el lado de impulsión, la estanqueidad se asegura mediante los bordes de los émbolos rotativos.

Como ventaja presenta el hecho que puede proporcionar un gran caudal, lo que lo hace especial para empresas que requieren soplar, mover gran cantidad de aire, su uso es muy limitado.

El accionamiento también se asegura exteriormente, ya que por la forma de los elementos y la acción del roce no es conveniente que los émbolos entren en contacto.



*Figura 2.13, Compresor Root*

## **2.8 ACTUADORES NEUMÁTICOS**

En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema.

Una de las características destacables de los sistemas de potencia fluidos es que la fuerza, generada por la fuente fluida, controlada y dirigida por válvulas convenientes, y transportada por las líneas, puede ser convertida fácilmente a casi cualquier clase de movimiento mecánico deseado en el mismo lugar que sea necesario.

Sea tanto movimiento lineal (línea recta) como rotatorio, éste puede ser obtenido usando un dispositivo de impulsión conveniente. Un actuador es un dispositivo que convierte la potencia fluida en fuerza y movimiento mecánicos.

Los cilindros, los motores, y las turbinas son los tipos más comunes de dispositivos de impulsión usados en sistemas de potencia fluida.

Veremos a continuación varios tipos de cilindros actuadores y sus usos, diversos tipos de motores fluidos, y las turbinas usadas en sistemas de potencia fluida.

Un cilindro actuador es un dispositivo que convierte la potencia fluida a lineal, o en línea recta, fuerza y movimiento. Puesto que el movimiento lineal es un movimiento hacia adelante y hacia atrás a lo largo de una línea recta, este tipo de actuadores se conoce a veces como motor recíproco, o lineal. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un pistón, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es

realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

El pistón consiste en un émbolo operando dentro de un tubo cilíndrico. Los cilindros actuadores pueden ser instalados de manera que el cilindro esté anclado a una estructura inmóvil y el émbolo o pistón se fija al mecanismo que se accionará, o el pistón o émbolo se puede anclar a la estructura inmóvil y el cilindro fijado al mecanismo que se accionará. Los cilindros actuadores para los sistemas neumáticos y hidráulicos son similares en diseño y operación. Algunas de las variaciones de los cilindros tipo émbolo y tipo pistón de impulsión se describen en los párrafos siguientes.

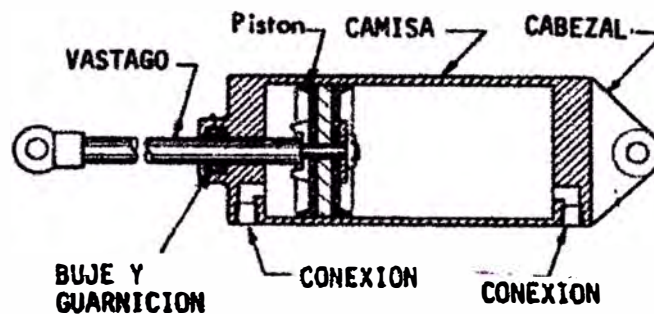
El cilindro es el dispositivo más comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica. Un cilindro actuador en el cual la superficie transversal del pistón es menos de una mitad de la superficie transversal del elemento móvil se conoce como cilindro tipo pistón. Este tipo de cilindro se utiliza normalmente para aplicaciones que requieran funciones tanto de empuje como de tracción.

El cilindro tipo pistón es el tipo más comúnmente usado en los sistemas de potencia fluida. Las partes esenciales de un cilindro tipo pistón son un barril cilíndrico o camisa, un pistón y un vástago, cabezales extremos, y guarniciones convenientes para mantener el sellado. Los cabezales se encuentran fijados en los extremos de la camisa. Estos cabezales extremos contienen generalmente los puertos fluidos. Un cabezal extremo del vástago contiene una perforación para que el vástago de pistón pase a través del mismo. Sellos convenientes llamados guarniciones se utilizan entre la perforación y el vástago del pistón para evitar que el líquido se escape hacia



fuera y para evitar que la suciedad y otros contaminantes entren en la camisa. El cabezal del extremo contrario de la mayoría de los cilindros está provisto de un vínculo mecánico para asegurar el cilindro actuador a algún tipo de estructura. Este cabezal extremo se conoce como el cabezal de anclaje.

En la Figura 2.14, vemos un corte esquemático de un cilindro típico de doble efecto.



*Figura 2.14, Corte Esquemático de un cilindro*

El vástago del pistón se puede extender a través de cualquiera o de ambos extremos del cilindro. El extremo extendido del vástago es normalmente roscado para poder fijar algún tipo de vínculo mecánico, tal como un perno de argolla, una horquilla, o una tuerca de fijación. Esta conexión roscada del vástago y del vínculo mecánico proporciona un ajuste entre el vástago y la unidad sobre la que accionará. Después de que se haga el ajuste correcto, la tuerca de fijación se ajusta contra el vínculo mecánico para evitar que el mismo gire. El otro extremo del vínculo mecánico se fija, directamente o a través de un acoplamiento mecánico adicional, a la unidad que se accionará. De manera de satisfacer los variados requisitos en los sistemas de potencia fluidos, los cilindros tipo pistón están disponibles en variados diseños.

### 2.8.1. Cálculo de la fuerza de empuje

La fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende de la presión del aire, del diámetro del cilindro del rozamiento de las juntas. La fuerza teórica del émbolo se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_{\text{teor}} = A \cdot \rho$$

Donde:

$F_{\text{teor}}$  = Fuerza teórica del émbolo (N)

A = Superficie útil del émbolo (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Presión de trabajo (N/mm<sup>2</sup>)

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.

En el caso de un cilindro de simple efecto:

$$F_n = A \cdot \rho - (F_R + F_F)$$

En el caso de un cilindro de doble efecto, en el avance:

$$F_n = A \cdot \rho - F_R$$

En el caso de un cilindro de doble efecto, en el retorno:

$$F_n = A' \cdot \rho - F_R$$

Donde:

$F_n$  = Fuerza efectiva o real del émbolo (N)

A = Superficie útil del émbolo

$$= \left( \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right) (\text{mm}^2)$$

$A'$  = Superficie útil del anillo del émbolo

$$= (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} (\text{mm}^2)$$

$\rho$  = Presión de trabajo (N/mm<sup>2</sup>)

$F_R$  = Fuerza de rozamiento (3 – 20%) (N)

$F_F$  = Fuerza del muelle de recuperación (N)

D = Diámetro del émbolo (mm)

d = Diámetro de vástago (mm)

### 2.8.2. Longitud de carrera

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

### **2.8.3. Velocidad del émbolo**

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula anti retorno y de estrangulación y produce una reducción de la velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, anti retorno y de estrangulación, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

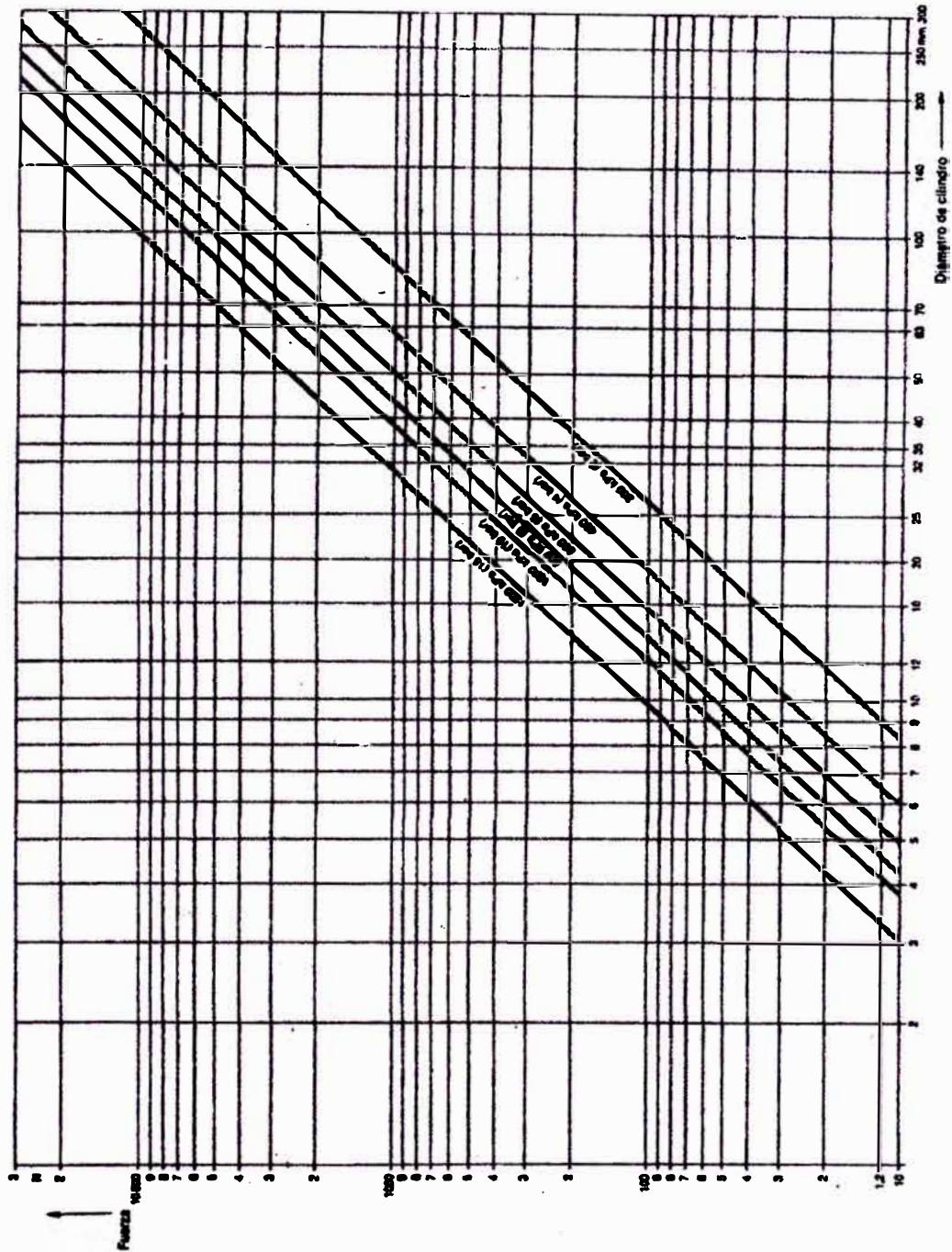


Figura 2.15, Diagrama Diámetro del cilindro vs. Fuerza

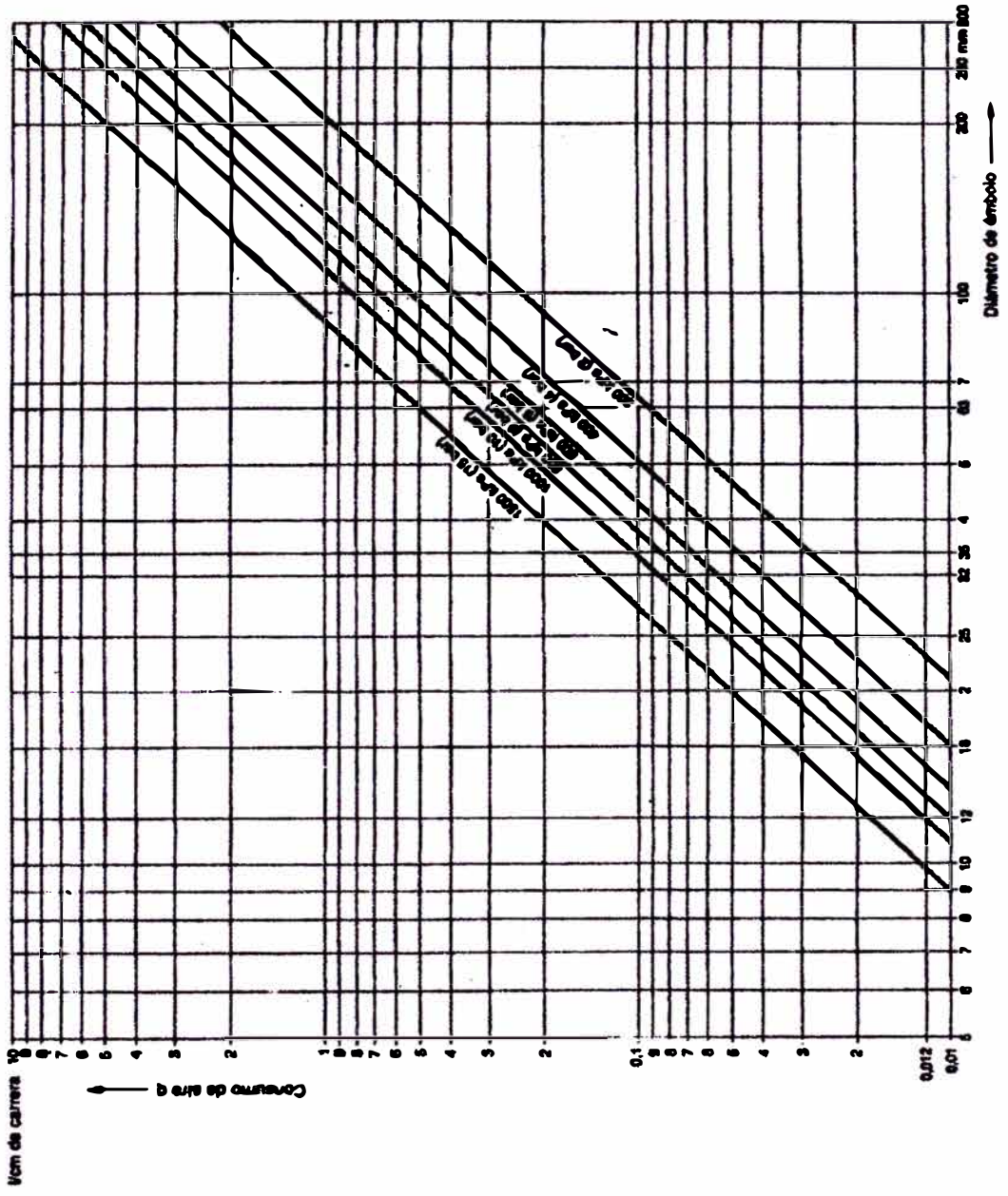


Figura 2.16, Diagrama de consumo de aire

#### 2.8.4. Consumo de aire

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación.

Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolo determinado, el consumo de aire se calcula como sigue:

En el caso de un cilindro de simple efecto:

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(1 + \frac{\rho}{101.3}\right)$$

En el caso de un cilindro de doble efecto

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot (2 \cdot D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(1 + \frac{\rho}{101.3}\right)$$

Donde:

$\dot{V}$  = Cantidad de aire (l/min)

s = Longitud de la carrera (cm)

n = Numero de ciclos por minuto

d = Diámetro del émbolo (cm)

$\rho$  = Presión de trabajo (kPa)

Con ayuda de la tabla de la Figura 2.16, se pueden establecer los datos del consumo de aire de una manera más sencilla y rápida. Los valores están expresados por cm de carrera para los diámetros más corrientes de cilindros y para presiones de 200 a 1.500 kPa (2-15 bar).

## 2.9. ELECTROVÁLVULAS

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en: válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

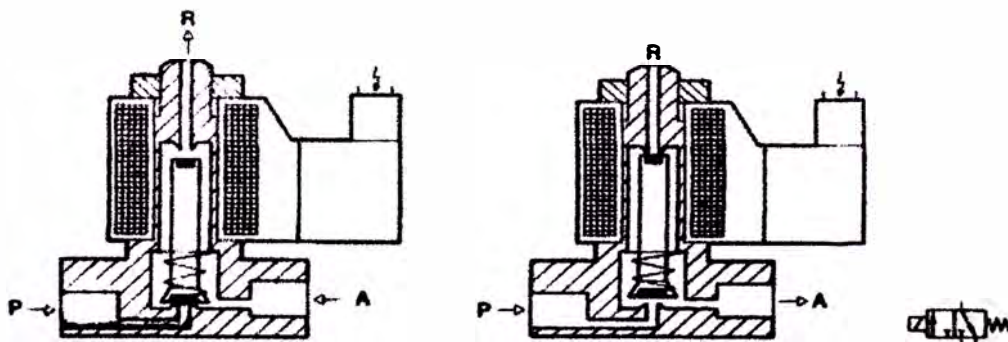


Figura 2.17, Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas, ver Figura 2.17 . Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

3 =Número de Puertos

2 = Número de Posiciones



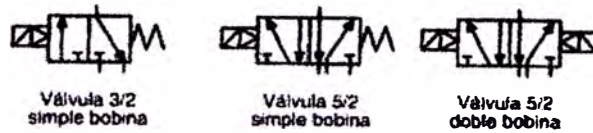


Figura 2.18, Algunos símbolos de válvulas eléctricas

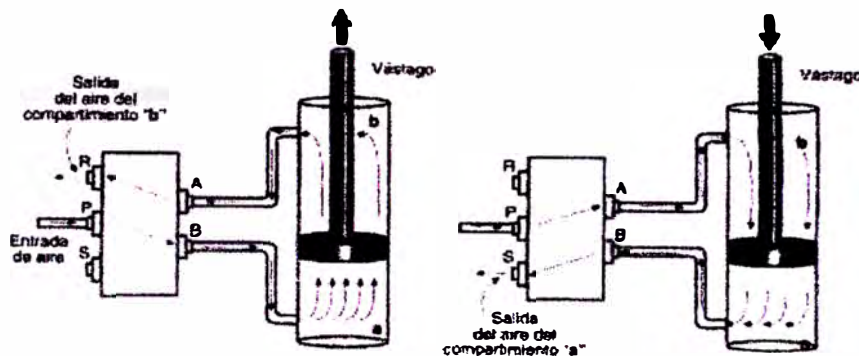


Figura 2.19, Rutas del fluido con una válvula de 5/2. Observe que este tipo de válvulas es apta para cilindros de doble efecto.

En la Figura 2.18 podemos apreciar la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas. Veamos el significado de las letras utilizadas en los esquemas :

- P (Presión)    Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc.    Puertos para evacuación del aire
- A, B, C, etc.    Puertos de trabajo
- Z, X, Y, etc.    Puertos de monitoreo y control

En la Figura 2.19 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.

**Electroválvulas de doble solenoide.** Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

**Válvulas proporcionales.** Este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o de voltaje, Figura 2.20 . Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos, en este caso del aire.



Figura 2.20, Válvulas proporcionales. Permiten regular el caudal que pasa a través de ellas

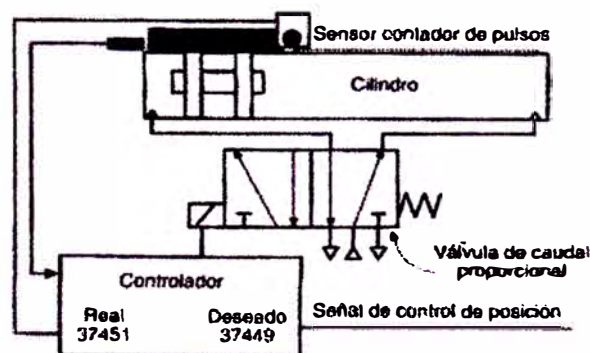
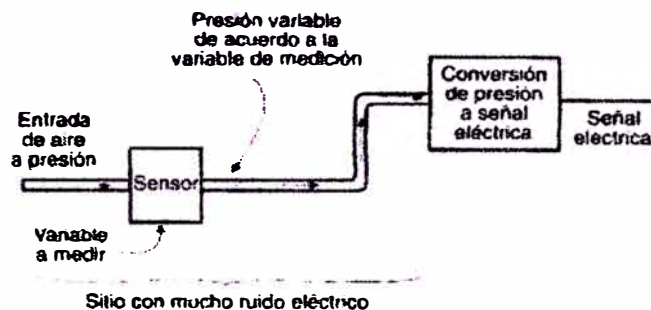


Figura 2.21, Control de lazo cerrado con válvulas proporcionales. Por medio de un dispositivo de procesamiento se puede ubicar un actuador en puntos muy precisos

Por medio de una válvula proporcional podemos realizar un control de posición de lazo cerrado, Figura 2.21, donde el actuador podría ser un cilindro, el sensor un sistema óptico que envía pulsos de acuerdo a la posición de dicho cilindro, y el controlador un procesador que gobierne el dispositivo en general. El número de impulsos se incrementa a medida que el pistón se desplaza a la derecha y disminuye cuando se mueve a la izquierda.



**Figura 2.22, Transmisión de señales por medios neumáticos. Cuando, en el sitio donde se mide la variable física, el ruido eléctrico o el peligro de explosión no permiten el uso de cableado, podemos transmitir señales por medios neumáticos para que sean convertidas al modo eléctrico en lugares distantes.**

La señal enviada por el controlador hacia la válvula proporcional depende de la cantidad de pulsos, que a la vez indican la distancia que falta para alcanzar la posición deseada. Cada vez que la presión del aire, la temperatura o cualquier otro parámetro de perturbación ocasione un cambio de posición, el controlador tendrá la capacidad de hacer pequeños ajustes para lograr la posición exacta del cilindro.

## **CAPITULO III**

### **PROCESO DE PALETIZACIÓN DE BOTELLAS DE LA INYECTO SOPLADORA DE BOTELLAS PET**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INYECTO SOPLADORA**

La Inyectora Sopladora es una máquina integrada (mono etapa) proyectada para la producción de envases de PET mediante los procesos de extrusión, estiramiento y soplado continuos. Con mono etapa se trata de indicar una máquina que parte del material bruto, es decir PET granulado, lo procesa obteniéndose un producto intermedio llamado "preformas" y las sopla para producir las botellas deseadas, todo esto se realiza automáticamente y sin paradas.

La máquina se divide en dos lados: A y B, iguales y simétricos, los mismos que trabajan con un buen sincronismo. No obstante si fuera necesario los dos lados pueden trabajar individualmente, procesando cada uno diferentes botellas.

Adicionalmente la máquina utiliza equipos auxiliares (periféricos) para los procesos de alimentación de resina, secado de resina, acondicionamiento de aire de cabina, enfriamiento del agua de refrigeración y compresores de aire. Estos equipos son:

- Secador de resina

- **Acondicionamiento del aire de la cabina**
- **Enfriamiento del agua de refrigeración para moldes.**
- **Compresor de aire de alta presión**
- **Compresor de aire de baja presión**
- **Secador de aire**
- **Tolva para mezclado de resina**
- **Tolva para suministro de resina**

A continuación se enumeran los grupos principales que componen la máquina:

- **Grupo Extrusor**
- **Distribuidor Central**
- **Inyector**
- **Moldes de Inyección**
- **Transferidor**
- **Cintas Transportadoras**
- **Unidad de Acondicionamiento**
- **Moldes de Soplado**
- **Estaciones de Estiramiento**
- **Estaciones de Expulsión**
- **Instalación hídrica de enfriamiento**
- **Instalación neumática**
- **Instalación hidráulica**
- **Instalación de lubricación**
- **Cabina**
- **Tableros eléctricos Master y Slave D**

- Tableros eléctricos descentrados Slave A y B
- Tablero eléctrico descentrado Slave C
- Pulsadores

### **3.2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES**

#### **3.2.1. Grupo Extrusor**

Plastifica los gránulos de PET y los envía en forma de flujo continuo a los moldes a través del distribuidor central

El extrusor es del tipo de tornillo, esta se desliza sobre una guía de deslizamiento y un cilindro oleodinámico es el encargado de desplazar el flujo durante las fases de purga y parada de la máquina y durante el ciclo normal de trabajo. Este dispositivo tiene la fuerza y resistencia necesaria para soportar la presión de reacción generada por el material durante la fase de inyección. El extrusor está equipado con una instalación propia de lubricación de los cojinetes de empuje.

A continuación los componentes del extrusor:

**MOTOR HIDRAULICO CON PISTONES.** Esta alimentado con una bomba de caudal variable y pone en rotación el tornillo sin fin contenido en el interior del cilindro. El motor es controlado por una válvula proporcional y se regula de manera tal de mantener la velocidad y la presión prefijadas necesarias para obtener productos de calidad.

**CILINDRO.** Contiene el tornillo sin fin, exteriormente está envuelto por una serie de elementos de calentamiento en anillos y contienen además los alojamientos para las termocuplas de control.

**TORNILLO.** Es movido por el motor hidráulico y tiene la función de llevar hacia la boquilla el material fundido. Es un tornillo sin fin y su rosca ha sido optimizada para garantizar la inyección homogénea y regular del PET con un bajo número de revoluciones y a una presión relativamente baja. Gracias a estos parámetros y al valor de la temperatura oportunamente bajo, es posible producir envases con un porcentaje reducido de acetaldehído. Tanto las superficies del tornillo como la del cilindro en el cual dicho tornillo gira, cuentan con tratamiento térmico para resistir a la corrosión y al desgaste que el material puede provocar a esa temperatura y presión.

**BOQUILLA.** La boquilla tiene la función de producir un chorro (material fundido con sección constante y con flujo laminar) adecuado para ser transferido a la zona de inyección

**ELEMENTOS DE CALENTAMIENTO.** La instalación de calentamiento se divide en cuatro zonas: Zona posterior, Zona central, Zona frontal y Boquilla.

**TERMOCUPLAS.** Las zonas anteriormente mencionadas están controladas mediante cuatro termocuplas que mantienen la óptima temperatura de trabajo.

**CARTER METALICO.** El cilindro del extrusor está cubierto por un cárter metálico que evita que el personal pueda tener contacto con los componentes que están a elevada temperatura y presurizados, y

en segundo lugar provee una protección mecánica a la instalación de calentamiento.

**VENTILADORES.** Están montadas sobre el cárter. Tienen la función de mantener la temperatura de trabajo y de reducirla en el caso de que fuera excesiva por efecto de un eventual rozamiento anómalo del material, causado por un valor de temperatura equivocado. En las cercanías del cojinete de empuje, en la parte posterior del extrusor, hay un sistema de recirculación de agua para el enfriamiento de la base del extrusor

La subdivisión de estas zonas con características diferentes depende del hecho de que el PET, durante su paso por el cilindro, cambia de estado. En particular, en la zona posterior, el PET no está todavía fundido y tiene, por lo tanto, un volumen grande, la rosca del tornillo tiene un paso largo y profundo, en esta zona del PET es calentado hasta casi el punto de fusión pero sin alcanzarlo.

El PET se funde en la zona central, aquí el material se fluidifica y reduce el propio volumen; el tornillo transporta el material hacia la zona frontal y lo des gasifica.

Cuando el PET llega a la zona frontal está completamente plastificado y se encuentra con la justa temperatura y grado de viscosidad, el tornillo sin fin da al PET la presión necesaria para efectuar la carga del inyector.



### **3.2.2. Distribuidor Central**

Envía el material fundido a los cuatro inyectores y a los moldes de inyección. Dicho distribuidor está colocado en el centro de los cuatro moldes y está formado por un cuerpo y cuatro brazos. El cuerpo central recibe de la boquilla del extrusor y distribuye a los cuatro brazos el material que se debe inyectar en los cuatro moldes

El cuerpo central esta calentado con elementos de cartucho y hay una sonda para la medición de la presión del PET fundido; las termocuplas oportunamente colocadas se ocupan del mantenimiento de la temperatura correcta.

También los cuatro brazos, cada uno, a su vez compuesto por dos pequeños brazos, son calentados con anillos y son controlados con termocuplas, ellos son los que llevan el PET fundido a los moldes de inyección

### **3.2.3. Inyector**

Ejerce una ulterior presión sobre el PET fundido en el interior de las cavidades de los moldes de inyección. Con este nombre se identifica un dispositivo que se encarga de la inyección del PET (precedentemente fundido en el extrusor) en las cavidades de los moldes de inyección. Este aparato se utiliza para optimizar la fase de inyección en su conjunto y para garantizar a la preforma una mayor calidad.

El uso de los inyectores en las máquinas de la serie ECS permite disminuir la presión de trabajo en el extrusor, evitando que solamente este último sea el único encargado de la función de inyección. Por lo

tanto, el extrusor es el encargado de suministrar el material fundido, que lo envía a los inyectores con una presión suficiente para que sean solamente recargados, presión notablemente inferior al necesario para la inyección

En la práctica esto se traduce en que se somete a la resina a un menor estiramiento.

#### **3.2.4. Moldes de Inyección**

Realizan el moldeo de las preformas que después del soplado se transforman en botellas. Los moldes de inyección son cuatro, colocados dos por lado A y B. el primer molde del lado A se llama A1 y el segundo A2. El primer molde del lado B se llama B1 y el segundo B2

Están contruidos en acero especial y se usan para la forma de las preformas.

Están equipados con sistemas de calefacción controlados por el P.I.D., se mueven mediante cilindros hidráulicos, y tienen un sistema de enfriamiento de las partes de formación de las preformas. Su movimiento de abertura y cierre, está atado al control de eje mediante un transductor y por una válvula proporcional

Los moldes de inyección son una de las partes más controladas en su construcción y buen funcionamiento.

Con el molde cerrado del PLC envía la señal de abertura de obturadores, por lo tanto el obturador está en posición de abertura, ósea la parte final de la aguja no cierra el orificio de pasaje del

material en el fondo de la cavidad. Sin señal, la posición de reposo del obturador es cerrado

Después de que la aguja ha bajado, el PET fundido a través del orificio, tiene acceso libre a la cavidad, la cual es llenada bajo la acción de la presión suministrada por el inyector, efectuada esta operación, el sistema continua a suministrar otra presión, que se llama de mantenimiento, para compensar con material ulterior a la contracción, de aquello ya entrado, esto con el objeto de obtener una preforma sin deformaciones de las dimensiones a la densidad y compactación adecuada y también con el peso justo. Durante todas las operaciones el material en contacto con las partes enfriadas de las cavidades y del corazón ha empezado a cuajarse, hasta los 90 C al final de molde cerrado

A este molde, bajo el mando del PLC se abre, extrayendo la preforma que queda enganchada sólidamente en los lis y se lleva la abertura máxima, mientras el expulsor bajo la acción de dos cilindros hidráulicos, baja y descarga las preformas en las cavidades del trabajador el cual se encarga del envío a las estaciones de trabajo sucesivas

A este punto el molde, controlado siempre por el PLC, se cierra y se repite el ciclo.

### **3.2.5. Transferidor**

Efectuar el traslado de las preformas desde los moldes de inyección a las cintas de transporte y así sucesivamente en otra fase del ciclo desde la cinta de transporte a los moldes y soplado.

El grupo es visible en el manual mecánico suministrado con la máquina.

Uno por lado, tiene la función de sacarlas preformas recién inyectadas y descargar las en el expulsado de molde, y a su colocación de la cinta de transporte. Su movimiento es hidráulico y el desplazamiento es vertical está regulado por un eje controlado.

El transferido a está equipado por una serie de sensores que determinan el movimiento realizado de la parte controlada Irán el ascenso relativo al plc.

Sensores foto eléctricos colocados de manera oportuna controlan la expulsión realizada en todas las preformas producidas y su colocación sobre la cinta transportadora, esto para evitar los daños eventuales al molde en el caso que una preformas no bajándose apresada en el molde en cierre.

La función de control de presenciar de preformas puede ser excluida (mediante PC) si condiciones particulares (controles, exclusión de una o dos calidades, etc.) Lo hicieran necesario.

El transferido al estar formado por una corredera, que lleva un carro articulado con el brazo extensible equipado con cavidades pararlas preformas. El movimiento derecha guión izquierda y viceversa de transferidos está asegurado por un cilindro hidráulico.

El desplazamiento del transferido por estar controlado desde el PLC.

### **3.2.6. Cintas Transportadoras**

Efectúan el traslado de las preformas desde los moldes de inyección a los moldes de soplado. Una por lado, en acero, tienen sobre su superficie unos cuello Oscar de tienen las preformas que los transferido les cuelgan a los mismos por el cuello enroscado.

Esta solución permite sacar las preformas por la parte más seria y por lo tanto menos susceptible a las deformaciones, como la fuerza relativamente bajas, pero más que suficiente para el objeto.

Cada cinta es desplegada mediante dos poleas de arrastre y una polea conducida.

Los bordes de la cinta no interesados por las superficies de las poleas deslizan sobre guías de un material autor lubricador.

### **3.2.7. Unidad de acondicionamiento**

Mantiene la temperatura a óptimas condiciones para las preformas, entre la fase inyección y la de su plan. La máquina incluye cuatro estaciones de acondicionamiento, dos sobre el lado a y dos sobre el lado B. Las estaciones se denominan de acuerdo al lado maquina en el cual están colocadas a uno y a dos para el lado A, de uno y dos para el lado B

Normalmente la parte de la preformas que es calentada en la estación de acondicionamiento se encuentra debajo del cuello.

El sistema está controlado técnicamente por un termopar en el caso de calefacción por resistencias, y mediante valores de contención el

movimiento de esta unidad, se realiza cada paso de la cinta transportadora de las preformas.

Las estaciones están realizadas en plancha de aluminio para el sistema de resistencias y M acero inoxidable para el sistema de infrarrojos y de aire.

Son dos estaciones por lado, desplazamiento neumático. Su función es de garantizar durante el traslado de la preformas, desde la inyección mal soplado, la temperatura óptima de las mismas preformas. La calefacción de las preformas se puede realizar de tres maneras: mediante resistencias, mediante lámparas de infrarrojo y mediante aire caliente.

### **3.2.8. Moldes de soplado.**

Son las partes que contienen en su interior las cavidades con la moldura para producir y permiten transformar las preformas en las botellas, mediante un chorro de aire de alta presión y con duración definida.

Los grupos son visibles en el manual mecánico suministrado con la máquina.

Los fondos moldes dan la forma al fondo en la botella, mientras los dos moldes dan la forma que falta la botella. El número de los fondos moldes y de la figura de los moldes y soplado dependen del número de cavidades del molde de inyección.

La posición del molde durante las fases de trabajo se mantiene bajo el control continuo mediante un traductor, que envía los datos al PLC.

Los moldes y soplado son dos, uno por el lado A y otro por el lado B de la máquina. Cada molde está formado por tres elementos distintos: el fondo del molde y dos semi-moldes.

Según las botellas que desean obtener, se puede tener dos tipos de enfriamiento: enfriamiento de todo el molde o enfriamiento de los moldes de fondo y calefacción de las figuras del mismo.

### **3.2.9. Estaciones de estiramiento**

Efectúan el estiramiento de las preformas durante el soplado, con el objeto de obtener una distribución homogénea del material sobre toda la superficie de la botella y de suministrar orientación hacia la correcta del material.

Las estaciones de estiramiento son dos colocadas arriba de los moldes de soplado una a cada lado de la máquina.

Todos los parámetros de funcionamiento de la instalación de estiramiento se pueden mantener bajo control y se pueden plantear desde el pc; por lo tanto es posible controlar instante por instante el funcionamiento de la instalación.

Una estación de estiramiento está formada por un chasis y por una serie de varillas de mando hidráulico con válvula proporcional, que el momento oportuno y con velocidad determinada, en su movimiento de bajada empujan el fondo de la preforma y la alargan mientras el aire comprimido se encarga del soplado de la botella a la superficie tierna del molde de soplado obteniendo así la botella deseada.

### **3.2.10. Estaciones de expulsión**

Expulsar las preformas con las botellas obtenidas por el soplado y las envía a la zona de carga.

Las estaciones de expulsión son dos, una sobre cada lado de la marcha, las estaciones están colocadas arriba inmediatamente después de los moldes de soplado.

Si por cualquier razón una o dos botellas no se soltaran del cuello un final de carrera se encargará de parar la máquina.

### **3.2.11. Instalación hídrica de enfriamiento**

Tiene la función de enfriar aquellas partes de la máquina que por su funcionamiento o por el proceso por el cual son introducidas produce en o están expuestas al calor. Por ejemplo las partes expuestas al calor son la parte de los moldes de inyección como las cavidades de inyección y los moldes de soplado o parte de los mismos como semi moldes y moldes de fondo.

El enfriamiento de estas partes es necesario para tener la mejor calidad del producto, en realidad antes de todo previene defectos en la preforma y ayuda asegurando una forma estable de las botellas. Además un enfriamiento adecuado vuelve mucho más corto o el tiempo de ciclo de la máquina.

Un refrigerador de agua auxiliar provee el mantenimiento de la temperatura del agua 10 a 14 °C aproximadamente y al ajustar capacidad y presión en el circuito.



También el extrusor tiene su enfriamiento colocado en la parte final del tornillo, en donde está integrado con el motor, en la parte posterior. En esta zona muy cercana a las partes calientes del cilindro, una buena circulación de agua mantiene la temperatura en los límites y además, por contacto, mantiene dentro de los límites también la temperatura del aceite de lubricación del cojinete del tope del tornillo de plastificación.

### **3.2.12. Instalación Neumática**

El aire comprimido se usa para el desplazamiento de los dispositivos neumáticos (aire de servicio o de desplazamiento) y para el soplado de las botellas de baja y alta presión (aire de soplado primario y secundario).

En particular la instalación neumática se compone de dos circuitos de presiones distintas: uno de 8 bar para desplazamiento de los aparatos máquina, y uno de 40 bar necesario para soplado final de las botellas (aire secundario); desde este último circuito se saca el aire de 10 bar necesario para el primer soplado de botellas (aire soplado primario) después de una reducción oportuna de presión.

Analizamos más detalladamente los dos circuitos:

#### ***Aire servicio***

El aire llega a través de una válvula manual y entra en la electroválvula, la cual en condiciones de reposo permite la descarga desde el circuito de la máquina a través de un silenciador en bronce sintetizado. Luego encontramos el grupo de trabajo tratamiento de aire: *reductor de presión, filtro y lubricador*

El aire sea tratado ahora se utilizan para desplazamiento de obturador es de moldes de inyección de ambos lados, desplazamiento de las estaciones de expulsión de ambos lados, alimentación de la estación de lubricación con grasa de las articulaciones del mecanismo de lengüeta de los moldes de soplado, y de los soportes de los moldes de soplado.

#### *Aire de soplado*

##### *- Aire primario*

El aire de 40 bar que llega desde el compresor después de haber sido interceptado por una válvula de compuerta, con la presión reducida mediante una válvula reductora y enviada en un tanque el cual funciona como pulmón y por lo tanto puede regular las pulsaciones de presión durante el soplado, además está equipado con una válvula de seguridad calibrada y con un regulador de presión capaz de poner en evidencia la falta de presión en el circuito de Aire de soplado.

El aire de descarga tiene también una válvula de seguridad. Está en condiciones de reposo se abre normalmente y por tanto permite la descarga del aire quedando presurizado frente a la eventualidad que se realice en una parada de la maquina durante el soplado. De esta manera se elimina el peligro que podría existir para los operadores y para la máquina.

##### *- Aire secundario*

El circuito del aire secundario es parecido al de aire primario

En particular la llegada del aire desde el compresor se realiza directamente en el tanque y no a través de la válvula reductora de presión.

### **3.2.13 Instalación hidráulica**

Es la instalación que se encarga del desplazamiento de los moldes de inyección, moldes de soplado, varillas de estiramiento, transferidores, rotación y desplazamiento del extrusor.

Una instalación hidráulica está caracterizada por tres sistemas fundamentales, un sistema de transformación de la energía eléctrica en energía hidráulica (formado por un tanque, bombas y accesorios), un sistema de regulación y distribución de energía hidráulica (formado por reguladora de presión, reguladores de capacidad y válvulas direccionales) y un sistema de transformación de energía hidráulica en energía mecánica (formado por actuadores como cilindros, motores hidráulicos, etc.)

La instalación se puede sintetizar en:

Un tanque principal, el cual alimenta dos grupos de transformación (en ambos lados de la maquina), cada uno constituido por un motor eléctrico con una bomba de dos etapas de caudal variable. El grupo en el lado a esta encargado de suministrar la presión necesaria al aceite para poder alimentar el motor hidráulico que pone en rotación del torneado del extrusor. Mientras el grupo en el Lado b se encarga de alimentar los dispositivos reguladores y los dispositivos accionadores que desplazarán al extrusor de adelante hacia atrás y la

apertura y cierre de los moldes de inyección será en el lado a como también en el lado b

Un tanque secundario colocado debajo de los moldes de soplado el cual alimenta un grupo de transformación, constituido por un motor eléctrico con una bomba doble de caudal variable que se encarga del desplazamiento, mediante los dispositivos reguladores de los dispositivos sancionadores, de las siguientes estaciones: prensas de soplado, estación de expulsión de las pre formas, transferido por y estaciones de estiramiento.

#### **3.2.14. Instalación de lubricación**

Proporciona el engrase de las partes en movimiento de los moldes de soplado. El sistema está equipado con sensor de nivel de grasa y de obstrucción de un tubo. Está formada por dos estaciones distintas automáticas de veras. Una se encarga de la lubricación de los soportes molde, mientras la otra se encarga de la lubricación de las juntas de los moldes de soplado

#### **3.2.15. Tableros eléctricos master y Slave D**

Está colocado en el exterior de la maquina en el lado a, contiene en su interior los dispositivos de potencia, el plc y varias tarjetas electrónicas de mando. Además el tablero contiene el computador (PC) y una serie de pulsador es, selectores y lámparas que constituyen la interface entre el operador y la maquina permitiendo el arranque y parada del ciclo automático, activación y desactivación de los sistemas de seguridad y señalización es generales.

Además en su interior se encuentra la zona denominada Slave D dedicada al control de la temperatura de la parte de distribución e inyectores de la máquina.

De construcción completamente metálica responde a las normas de protección IP 55. Se apoya sobre piezas regulables en altura con insertos en material anti vibrante.

En la parte anterior, interiormente se encuentran: la parte de potencia, el interruptor General, losa y senadores de los slaves, los fusibles de potencia, los alimentadores, etcétera, etcétera.

En la parte posterior del tablero dirigida hacia la máquina, están colocados los dispositivos panel PLC y CPU paneles de expansión, panel SLAVE D, fichas de pilotaje de las válvulas proporcionales.

### **3.2.16. Tableros Eléctricos Descentrados Slave Ay B**

Están colocados en los dos lados de la máquina, arriba de las estaciones relativas de acondicionamiento y contienen los dispositivos de mando y control de ejes y temperatura.

Los ejes y las temperaturas que son controladas y reguladas por este tablero son:

- Eje 1 desplazamiento de la inyección de molde A1
- Eje 2 desplazamiento de la inyección de molde A2
- Eje 3 desplazamiento vertical del transferidos lado A
- Eje 4 desplazamiento de las varillas de estiramiento lado A

- Control de temperatura de la inyección de moldes A1 y A2 y acondicionamiento A1 y A2
- Eje 5 desplazamiento de la inyección de molde B1
- Eje 6 desplazamiento de la inyección de molde B2
- Eje 7 desplazamiento vertical del transferidos lado B
- Eje 8 desplazamiento de las varillas de estiramiento lado B
- Control de temperatura de la inyección de moldes B1 y B2 y acondicionamiento B1 y B2

### **3.2.17. Tablero eléctrico Descentrado Slave C**

Este está colocado cerca del extrusor y contiene los dispositivos de potencia, D mandó y control relativos al extrusor (PWRP). En particular estos dispositivos de potencia regulan el pilotaje de las resistencias que faja de calefacción del cilindro del extrusor y del distribuidor central.

### 3.3. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA INYECTO SOPLADORA

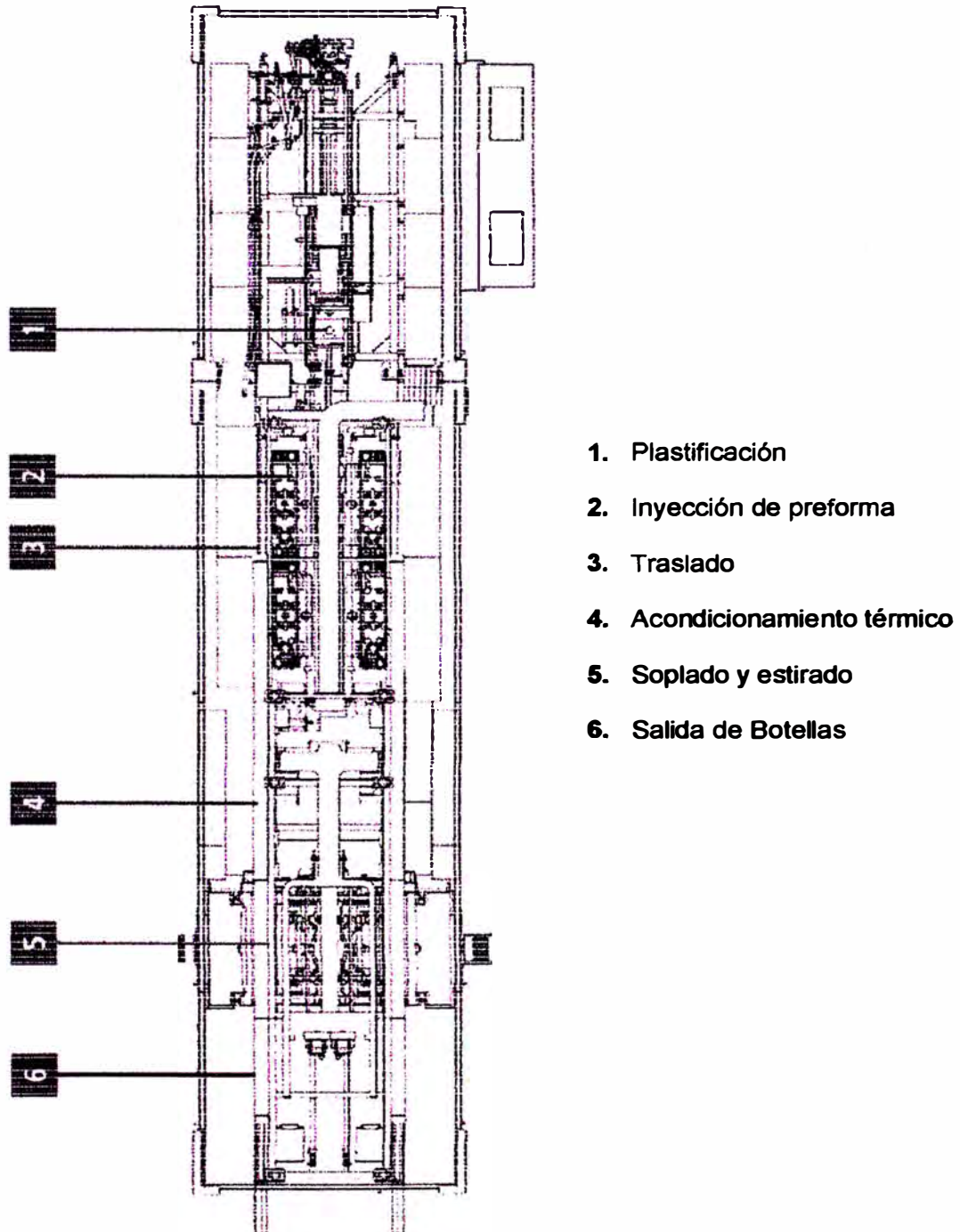


Figura 3.1 Esquema de la inyectora sopladora

### **3.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PALETIZACION DEL PROCESO DE PALETIZACION DE BOTELLAS**

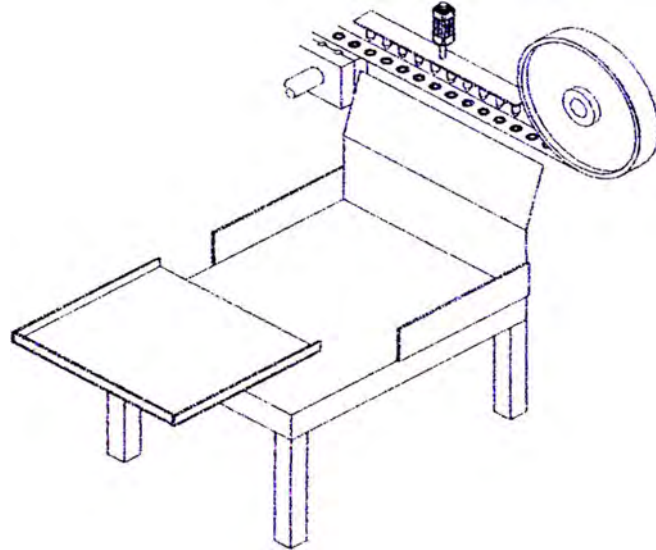
Paletizar consiste en agrupar sobre una superficie (paleta o estiba) una cierta cantidad de objetos individualmente poco manejables, pesados y/o voluminosos; o bien objetos fáciles de desplazar pero numerosos cuya manipulación y transporte requerirían de mucho tiempo y trabajo con la finalidad de conformar una unidad de manejo que pueda ser transportada y almacenada con el mínimo esfuerzo y en una sola operación.

Entrega paletizada es la entrega en la que se hace uso de la estiba estándar y teniendo ya definidos los criterios de conformación de estibas, acordados entre Proveedor y Comerciante. El objetivo es lograr un trámite ágil en la recepción, manipulación y entrega de los productos en la cadena de abastecimiento.

El procedimiento adoptado por la compañía consistía en colocar dos mesas, una a cada lado, para recepcionar las botellas que eran expulsadas de la banda transportadora luego de ser sopladas.

Estas dos mesas tenían la finalidad de acumular las botellas recientemente sopladas y mediante la operación manual de dos personas por cada mesa, se procedía a ordenarlas una a continuación de otra en paquetes de 22 x 20 botellas, estas botellas eran ordenadas sobre una bandeja de madera la misma que entre las dos personas cargaban para colocarlas sobre las estibas, y de esta manera conseguir los 11 niveles de paquetes de botellas que consiste una estiba completa.





**Figura 3.2, Mesas de recepción de botellas, salida de los moldes de la inyectora sopladora**

Sobre cada paquete de botellas de 22 x 20, se colocan planchas plásticas corrugadas, que hacen las veces de soporte para el siguiente paquete de botellas a ser colocadas, hasta alcanzar la altura de 11 niveles.

El proceso de formar los paquetes sobre la bandeja de madera y luego colocarlos sobre la estiba, tomaba entre 9 y 11 minutos por nivel a dos personas; hay que considerar que por cada mesa trabajaban tres personas, para hacer relevos durante la operación continua de paletización.

Por lo tanto el tiempo total de formación de un pallet es de aproximadamente 120 minutos, utilizando 3 personas para su ejecución; hay que considerar que este tiempo estimado corresponde a un solo lado de la inyectora sopladora, recordando que esta tiene dos lados que trabajan en simultaneo,

en ese mismo tiempo la producción total de la máquina era de 2 pallets (9680 botellas) en 120 minutos.

Resumiendo la producción de la máquina era de 80 botellas por minuto, limitación dada por la capacidad de manual de operación.

Además es importante mencionar que, es de requerimiento indispensable que por salubridad todos los operadores utilicen guantes quirúrgicos, tapabocas y tocas de cabello, esto para evitar el contacto con las botellas que van a ser utilizadas para el llenado de bebidas gasificadas.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE UN SISTEMA ALINEADOR DE BOTELLAS AUTOMATIZADO DE LA INYECTO SOPLADORA DE BOTELLAS PET**

El presente diseño se refiere a un sistema de alta productividad para la orientación a una velocidad alta de botellas sopladas de PET, el presente diseño se refiere a las etapas de trabajo que siguen a una fase de moldeo por soplado simultáneo de una pluralidad de botellas con una sección transversal circular.

Durante la operación de moldeo por soplado de botellas conformadas como un cilindro de revolución que tienen una sección transversal horizontal circular, las botellas son expulsadas de la cinta transportadora y son recogidas en mesas construidas para este propósito, y apiladas en estibas de 22 x 20 botellas por 11 niveles de alto, esto lleva a una operación por debajo de la capacidad de soplado y moldeo de la inyectora sopladora, razón por la cual es que se procede a diseñar un sistema alineador de botellas.

La máquina está construida principalmente de perfiles de fierro estructural, y acero inoxidable para el porta botellas y bandeja de recepción, cuenta con dos cilindros neumáticos para el desplazamiento vertical del sistema de alineación de botellas y un cilindro neumático sin vástago para el desplazamiento horizontal del sistema.

Esta máquina cuenta también con dos ejes de 40 mm de diámetro donde se desliza el sistema de alineamiento de botellas, sobre cuatro rodamientos lineales de bolas

Es necesaria la fabricación de una sistema para cada lado de la inyectora sopladora, para orientar las botellas y colocarlas en el transportador neumático propuesto donde posteriormente se unen ambas líneas para formar una sola línea sobre un transportador unifilar de cadena de tablillas. Ver Figura 4.1.

Además el sistema alineador de botellas cuenta con un control electro neumático, comandado por un controlador lógico programable (PLC) desde donde se puede operar el sistema, permitiendo reiniciar un ciclo del alineado, o desactivar todo el sistema para las labores de mantenimiento.

El sistema está automatizado y sincronizado con el tablero principal de la inyectora sopladora, por lo que se incluye el tablero de control del alineador de botellas como un tablero esclavo (slave) de la inyectora sopladora, solo siendo necesaria la intervención del tablero en el caso de presentarse una alarma por trabamiento de botellas en los mecanismos del sistema alineador.

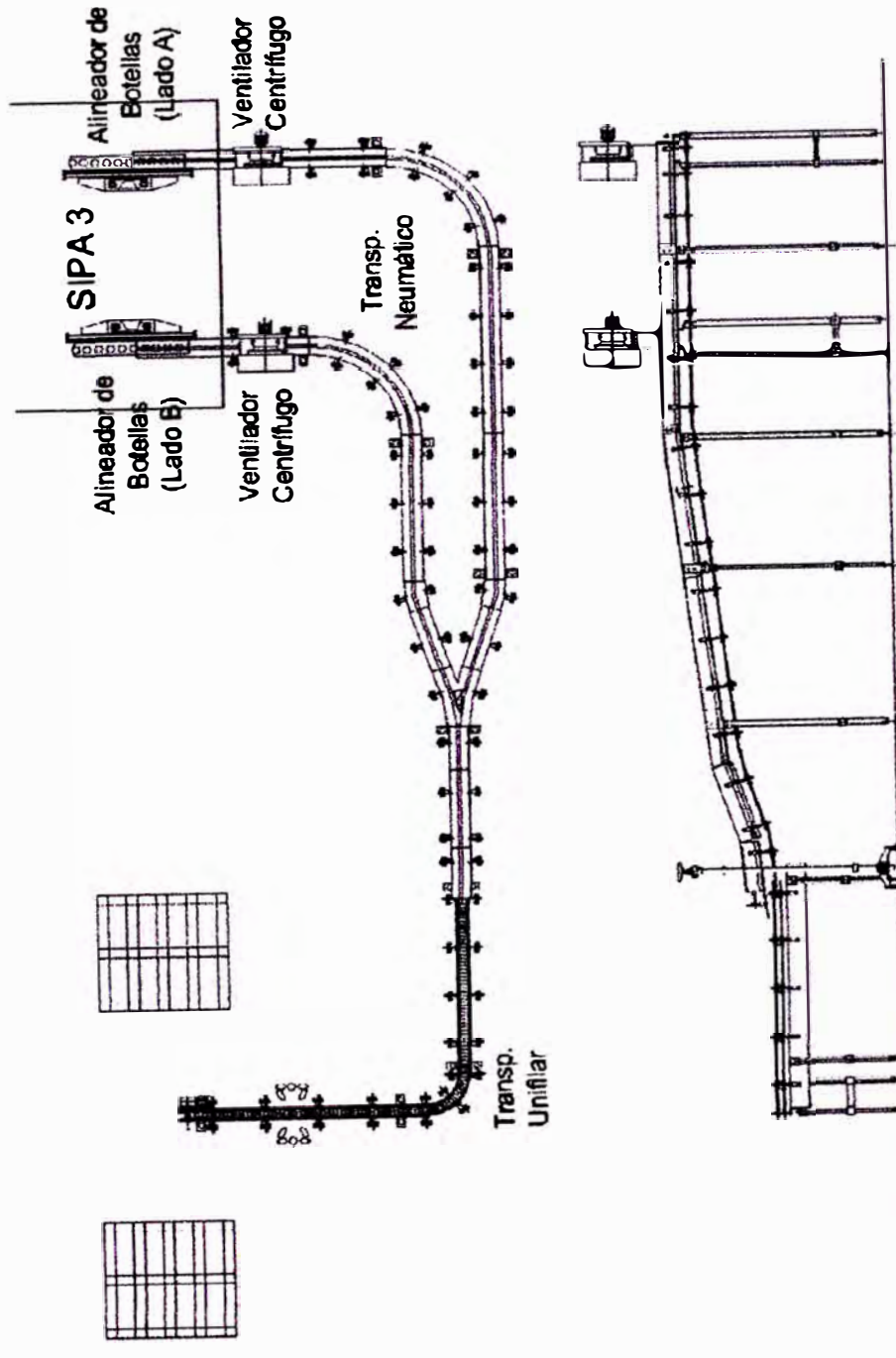


Figura 4.1, Layout de Maquina Inyectora Sopladora y Alineador de Botellas

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ALINEADOR DE BOTELLAS PET**

El sistema alineador de botellas plásticas PET consiste de los siguientes subsistemas:

- Subsistema de soporte
- Subsistema de recepción de botellas
- Subsistema de movimiento vertical
- Subsistema de movimiento horizontal
- Subsistema electro-neumático
- Subsistema de control, sensores de posición y automatización

##### **4.1.1. Subsistema de Soporte**

El subsistema de soporte del alineador de botellas comprende:

*Base de soporte inferior*, ángulo de fierro estructural de 1/2 pulgada de espesor y medidas generales de 140 x 365 mm, cuenta dos dos cartelas para aumentar su rigidez, sirve para el acoplamiento a la maquina inyectora sopladora, esta base inferior se encuentra unida a la maquina inyectora sopladora por cuatro pernos M16 Gr 8; además esta base sirve de soporte también a los brazos de soporte de los ejes guía, con cuatro agujeros para perno de M20, dos a cada lado.

*Brazo de soporte de ejes guías*, barra cuadrada de 50 x 50 x 295 mm de fierro estructural con un encaje para alojar la parte inferior del eje guía y además soportarlo, ambos componentes se encuentran unidos por un pin articulado de 20 mm de diámetro, cada brazo

cuenta con dos agujeros roscados M20 para el acoplamiento con la base de soporte inferior.

*Soporte de pistón neumático inferior*, placa de fierro estructural de 360 x 75 x 25 mm, con alojamiento central para el acoplamiento con el pistón neumático inferior, y alojamientos en los extremos para la sujeción de los bloques de ajuste al eje guía; cuenta además con dos agujeros por donde se usaran dos espárragos M12 para los fines de regulación de carrera del pistón neumático inferior, estos espárragos trabajan en conjunto con el soporte de pistón neumático intermedio.

*Bloque de Sujeción al Eje Guía*, bloque de fierro de 75 x 75 x 40 mm con un alojamiento central de 40 mm de diámetro para el paso del eje guía; tiene cuatro alojamientos roscados para el acoplamiento con el soporte de pistón neumático inferior, y un corte horizontal de 5 mm de ancho con la finalidad de darle un ajuste del bloque al eje al momento de ajustar los pernos, de esta manera se consigue que el soporte de pistón inferior se mantenga en una posición fija durante toda la operación del sistema alineador de botellas. El sistema en conjunto cuenta con cuatro de estos bloques, dos en la posición antes mencionada y otro par más acoplados a la base de soporte superior con la finalidad de darle mayor rigidez a todo el sistema y evitar la pérdida de precisión por deslizamiento de componentes no móviles.

*Soporte de Pistón Neumático Intermedio*, placa de fierro estructural de 360 x 75 x 25 mm, con alojamiento central para el acoplamiento con el pistón neumático intermedio y agujero roscado unido al

vástago del pistón neumático inferior, cuenta además con dos agujeros por donde se usaran dos espárragos M12 para los fines de regulación de carrera del pistón neumático inferior

*Base de soporte superior*, ángulo de fierro estructural de 1/2 pulgada de espesor y medidas generales de 73 x 365 mm, sirve para el acoplamiento a la maquina inyectora sopladora, esta base superior se encuentra unida a la maquina inyectora sopladora por dos pernos M16 Gr 8; además esta base sirve de soporte también a los bloques de sujeción de eje guía.

#### **4.1.2. Subsistema de Recepción de Botellas**

El subsistema de recepción de botellas comprende:

*Portabotellas de 10 cavidades*; elaborado de plancha de 1.5 mm de espesor de acero inoxidable, con espaciamiento entre copas receptoras de 107mm que es la misma distancia que existe en la cinta transportadora del inyectora sopladora; las dimensiones generales de este componente son 1070 x 148 x 137 mm; además estas copas están alineadas con esta cinta de manera que las botellas puedan ser recepcionadas sin ningún aplastamiento o abolladura durante el proceso de alineación de botellas, este portabotellas además cuenta con una copa partida a la mitad que sirve para empujar cualquier botella que pueda haber quedado suspendida del transportador neumático resultado de un ciclo anterior.

Estas copas receptoras se encuentran unidas por un perfil rectangular de 64 x 148 x 1070 mm de 1.5 mm de espesor de acero inoxidable, que a su vez está soldado a una plancha de 110x1070 de



1.5 mm de espesor. Todo el receptor de botellas esta acoplado al componente móvil del pistón sin vástago.

*Bandeja de soporte de botellas*; elaborado también de plancha de acero inoxidable de 1.5 mm de espesor, de dimensiones generales de 1060 x 80 mm, es el elemento fijo de recepción de botellas, su finalidad es la de soportar las botellas cuando son expulsadas de la cinta transportadora del inyector soplador, a la salida de los moldes de soplado.

Esta bandeja se encuentra acoplada al soporte del subsistema de recepción de botellas por pernos de soporte, este componente también tiene la finalidad de recepcionar las preformas no sopladas y derivarlas a los contenedores de merma y desechos.

#### **4.1.3. Subsistema de Movimiento Vertical**

El subsistema de movimiento vertical lo componen:

*Soporte de subsistema portabotellas*; elaborado de plancha de 5/16 pulgada de espesor, con dimensiones generales de 920 x 140 x 190 mm, cuenta con cuatro alojamientos para los rodamientos lineales LBBR 40 que cumplen la función de deslizarse sobre el eje guía; este soporte tiene la finalidad principal de soportar el subsistema de recepción de botellas, y directamente el pistón sin vástago.

Este soporte se desplaza sobre los ejes guías apoyados sobre los rodamientos lineales de bolas, y movidos por los dos pistones neumáticos verticales dando al sistema en conjunto el desplazamiento vertical necesario para cumplir el ciclo de trabajo demandado por el sistema alineador de botellas.

*Pistón neumático*, de doble efecto, de 40 mm de diámetro del embolo y 160 mm de longitud de carrera; estos pistones neumáticos se encuentran en posición vertical, uno a continuación del otro, dando las dos etapas del movimiento vertical del sistema.

El pistón neumático inferior se encuentra restringido en su desplazamiento por dos espárragos con tuercas a ambos lados, regulando así de esta manera la altura total de desplazamiento máximo, esta calibración se realiza cuidadosamente pues depende en su mayoría de la altura sobre el piso del transportador neumático de recepción de botellas, y de la altura de la botella; y de la altura de la cinta transportadora de botellas del inyector soplador, una medida errada no permitirá que las botellas se alineen correctamente con la altura del transportador neumático, y hará que el porta botellas tenga contacto en su retorno con las botellas que han quedado suspendidas del transportador neumático, pudiendo producir abolladuras o trabamientos en la línea neumática, de igual forma un contacto con las botellas durante la expulsión de la cinta transportadora, provocara que las botellas no queden dentro de las copas de recepción o, lo que es más aun grave, que las botellas se traben dentro de las copas, necesiándose detener toda la producción para retirar ese trabamiento.

El pistón neumático intermedio se desplaza en su totalidad y cumple la función de colocar el porta copas en posición de recepción de las botellas, la regulación de esta altura se realiza moviendo hacia arriba o hacia abajo el soporte de pistón neumático inferior.

La presión de trabajo de estos pistones es de 6 bares que corresponden a la presión necesaria para accionar el movimiento vertical del sistema.

De la fórmula para el caso de un cilindro de doble efecto en el avance, que para nuestro caso es el de mayor requerimiento de fuerza, tenemos

$$F_n = A \cdot \rho - F_R$$

$$A = \left( \frac{40^2 \cdot \pi}{4} \right) = 1256.64 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 6 \text{ bar} = 0.6 \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$F_R = 0.1 F_n \text{ (N)}$$

$$F_n = 685 \text{ N} = 70 \text{ Kg}$$

Considerando de que los componentes móviles del sistema tienen un peso en conjunto de 48 Kg aproximadamente, el dimensionamiento del pistón queda comprobado.

#### 4.1.4. Subsistema de Movimiento Horizontal

El subsistema de movimiento horizontal está compuesto por el pistón neumático sin vástago, con un diámetro de embolo de 40 mm y una carrera de desplazamiento de su componente móvil de 1040, la presión de aire necesaria para accionar este pistón neumático es de 6 bares, que constituye la presión de trabajo de todo el sistema, por lo que no es necesaria una provisión independiente de aire.

Del catálogo del fabricante del pistón neumático sin vástago, se obtiene que el momento máximo soportado es de 28 Nm; el peso del

porta botellas es de 11 kg, y como el centro de gravedad se encuentra a 100 cm, esto conlleva a un momento de aproximadamente 11 Nm; este sobredimensionamiento es debido a que el pistón neumática sin vástago inmediato inferior cuenta con un momento máximo de 15 Nm que para la operación y ciclo de trabajo del sistema no es el mas recomendable.

#### **4.1.5. Subsistema Electro neumático**

El subsistema de movimiento vertical lo componen:

*Unidad de Mantenimiento;* compuesto de la unidad de filtrado, regulación y lubricación, la durabilidad y seguridad de funcionamiento de una Instalación neumática dependen en buena forma del acondicionamiento del aire; la suciedad del aire comprimido (óxidos, polvo, demás), las partículas líquidas contenidas en el aire, causan un gran deterioro en las instalaciones neumáticas y en todos sus componentes, provocando desgastes exagerados y prematuros en superficies deslizantes, ejes, vástagos, juntas, etc., reduciendo la duración de los distintos elementos de la instalación

*Conexiones Neumáticas;* las conexiones neumáticas son las responsables de proveer de aire presurizado a los pistones neumáticos, con o sin vástago, y en ambos lados de la inyectora sopladora; el material de estas conexiones es el polietileno flexible en medidas de 8mm y 12mm de diámetro.

*Electroválvulas;* del tipo 5/2 monoestables, con bobinas de 24 VDC, controlan la dirección del flujo de aire hacia y desde los pistones neumáticos, trabajan comandados por el controlador lógico

programable, siguiendo la secuencia establecida para la operación del sistema alineador de botellas.

*Cortador Rápido de Flujo*, dispositivo de despresurización rápida de aire, colocado a la entrada de la unidad de mantenimiento de aire, su funcionamiento es sencillo, en su posición de libre paso, permite al aire pasar desde la línea de alimentación de aire del compresor, hacia la unidad de mantenimiento, cuando se desliza del mecanismo hacia atrás, en sentido contrario al flujo de aire, esta corta el flujo de aire de la alimentación del compresor, y permite despresurizar el sistema alineador de botellas lo que facilita remover el aire que se haya quedado presurizado en el sistema para las labores de mantenimiento, o destrabamiento en caso de presentarse uno provocado por el atascamiento de una botellas PET en el mecanismo.

#### **4.1.6. Subsistema de Control, Sensores de Posición y Automatización**

El subsistema de control, sensores y automatización comprende:

*El controlador lógico programable (PLC)*; encargado de ejecutar las instrucciones de control del sistema alineador de botellas, programado para realizar los ciclos de recepción de botellas, y posterior alineamiento de botellas en transportador neumático, este controlador programable tiene en sus líneas de instrucciones las seguridades en caso de trabamiento de botellas, llevando el porta botellas a una posición de reposo y desactivando el ciclo hasta que manualmente se reinicie la secuencia.

Este dispositivo recibe las señales de los sensores de posicionamiento en los pistones neumáticos para secuenciar el ciclo de alineamiento de botellas.

El PLC se encuentra en sincronía de operación con el PLC de la maquina inyectora sopladora, deteniendo el ciclo de alineación de botellas cuando la maquina inyectora sopladora se encuentre detenida y reiniciándola en conjunto con ella; además el PLC cuenta con dos salidas de alarma, una para cada lado de la máquina, que envía una señal luminosa al panel principal de la maquina inyectora sopladora, indicando si se ha presentado un trabamiento de botellas en el mecanismo del alineador de botellas.

*Sensores de Posición*, estos dispositivos se encuentran ubicados en los pistones neumáticos, detectando la posición del embolo para secuenciar correctamente el ciclo de alineamiento de botellas, estos dispositivos se encargan de enviar la señal de detección de posición al PLC y ejecutar sus instrucciones según el programa en su memoria.

*Tablero Eléctrico*, es donde se alojan los dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar en forma simultanea ambos alineadores de botellas, tanto del lado A como del lado B, aquí es donde se encuentra alojado el PLC de la maquina alineadora de botellas, la fuente de poder de 24 VDC con una capacidad de 10A para energizar el PLC y las bobinas de las electroválvulas.

En este mismo tablero se encuentran los guardamotores y contactores de los sopladores centrífugos, que son los encargados

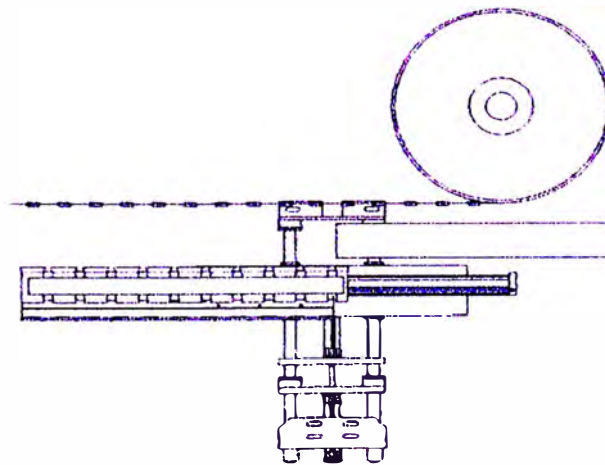
de presurizar el transportador neumático; aquí también se encuentra los pulsadores de inicio y parada de los sopladores, el selector de reinicio y activación del alineador de botellas y el pulsador de emergencia que desactiva todo el sistema alineador de botellas en caso de ser necesario una parada de contingencia.

#### **4.2. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ALINEADOR DE BOTELLAS PET**

El sistema alineador de botellas plásticas PET para cumplir con el objetivo para el cual fue diseñado, se encarga de recepcionar las botellas sopladas a la salida de los moldes de soplado, antes de que las botellas sean expulsadas de la cinta transportadora, luego de recibirlas, las alinea con el transportador neumático dejándolas en posición para ser transportadas neumáticamente por el túnel hasta el transportador unifilar.

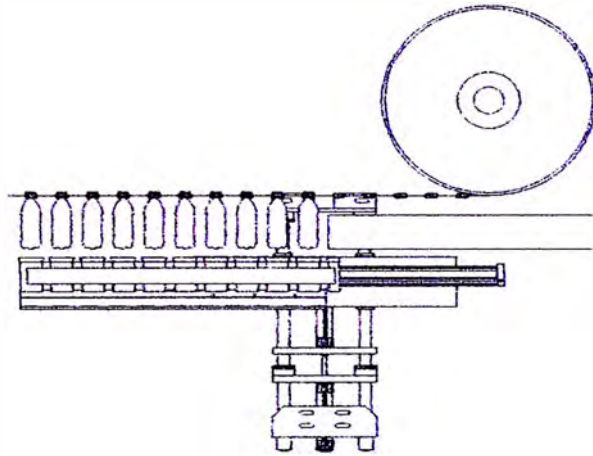
La secuencia de alineación de botellas inicia con el encendido de la maquina alineadora de botellas, en este momento el tablero del sistema alineador, tanto el lado A como el lado B, se encuentra energizado, activando el PLC; esto encenderá también los compresores de baja presión de la inyectora sopladora, lo que presurizara las líneas neumáticas del alineador de botellas, llevándolo hacia su posición de reposo, que consiste en mantener el porta botellas alineado verticalmente con los pistones de expulsión de la cinta transportadora, y con el pistón neumático intermedio desplegado quedándose de esta manera a una altura que permite el libre paso de las botellas sopladas en la cinta transportadora, pero tampoco tan alejadas del porta botellas para que su recepción no demande un desplazamiento mayor del pistón inferior, que tiene su carrera regulada.

Luego, después de abrirse los moldes de botellas, el PLC del sistema espera un segundo antes de activar la electroválvula del pistón inferior para recepcionar las botellas, este segundo es el tiempo entre que los moldes de botellas se abren, luego la cinta se desplaza con las botellas sopladas, luego se detiene y las botellas son expulsadas de la cinta, en ese momento el pistón inferior se despliega para recepcionar las botellas y luego se repliega, retornando a su posición de reposo; un sensor ubicado en la posición inferior del pistón neumático, detecta el retorno del porta botellas, llegado este punto el PLC activa la electroválvula del pistón sin vástago que se desplaza hacia el extremo opuesto de donde se encuentra, colocando las botellas plásticas en las guías de cuello del transportador neumático.

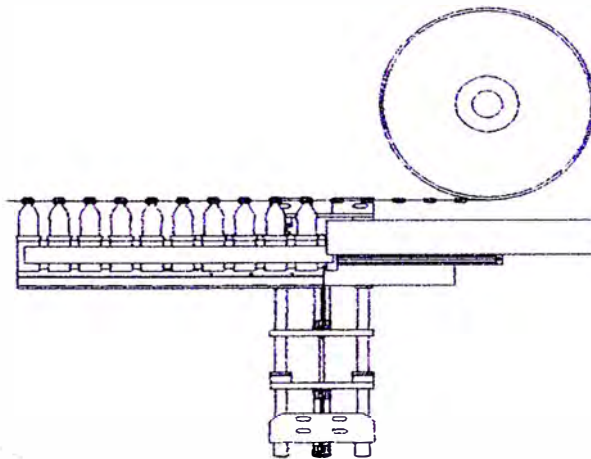


*Figura 4.2.a Posición de reposo*

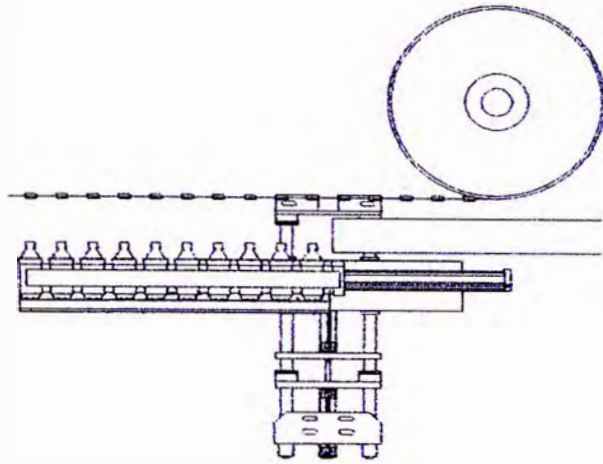




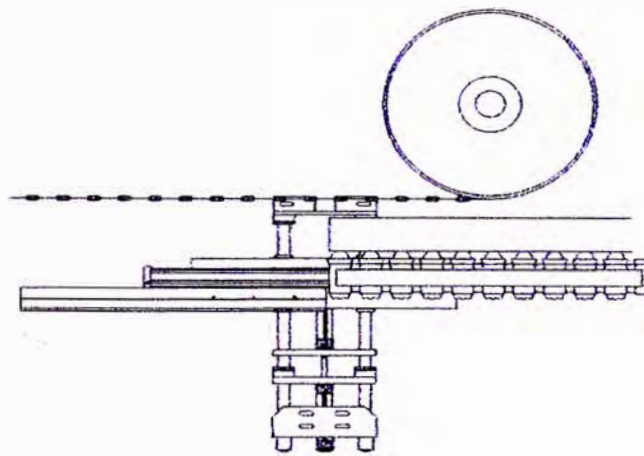
**Figura 4.2.b Recepción de botellas**



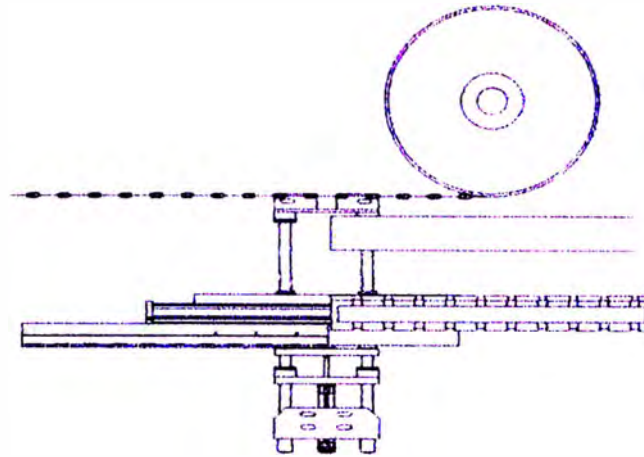
**Figura 4.2.c Recojo de botellas**



**Figura 4.2.d Alineación de botellas**



**Figura 4.2.e Suspensión de botellas**



*Figura 4.2.f Retorno a posición de reposo*

Cuando el pistón sin vástago ha llegado al final de su carrera, un sensor detecta esa posición y ordena al PLC activar la electroválvula del pistón intermedio, replegando de esta manera todo el sistema hacia abajo, liberando las botellas y dejándolas suspendidas del transportador neumático que se encargara de llevarlas por presión de aire hacia el transportador unifilar; un sensor ubicado en la parte baja del pistón intermedio detecta el replegado del pistón intermedio, ordenando al PLC que desactive la electroválvula del pistón sin vástago.

Cuando el pistón sin vástago llega a su posición opuesta, un sensor en comunicación con el PLC desactiva la electroválvula del pistón intermedio, llevando el sistema a su posición de reposo y preparado para iniciar nuevamente otro ciclo de alineación.

De esta manera, si un lado de la maquina inyectora sopladora se desactiva, el alineador de botellas del mismo lado no trabajara, dado que las señales de inicio de ciclo de ese lado no se harán efectivas; de igual manera si se presentara una parada de emergencia en la maquina inyectora sopladora, el

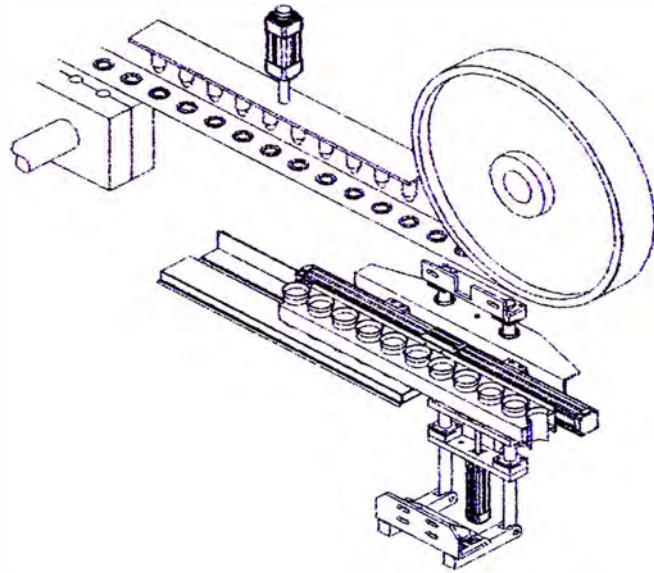
sistema se detendrá y el sistema se despresurizará, deteniéndose de este modo también el transportador neumático y el unifilar, activando una alarma visual y sonora.

El sistema además cuenta con una programación que permite detectar trabamientos de botellas en el sistema alineador de botellas, este mecanismo de protección consiste en una medida del tiempo de realización de los desplazamientos del pistón sin vástago, es decir, si el pistón sin vástago no realiza un desplazamiento horizontal completo en 4 segundos, el sistema entenderá que se ha presentado un atascamiento, llevando el sistema a una posición segura, además de desactivar el funcionamiento de ese alineador de botellas hasta que se intervenga la máquina; al activarse esta secuencia de seguridad se dará una alarma al tablero de la máquina inyectora sopladora, para que el operador tenga un aviso visual de que se ha presentado un atascamiento.

La posición segura en la que el sistema se detiene es con ambos pistones verticales replegados y con el pistón sin vástago orientado en sentido contrario al que se dirigía cuando se presentó el atascamiento; el sistema no volverá a activarse hasta que desde el tablero de control del alineador se reinicie con el uso del selector de reinicio colocado para este propósito.

El nuevo proceso de paletización ahora es donde los operarios, provistos de recogedores de tipo peine con capacidad de 20 botellas, recogen las botellas del transportador unifilar y las colocan sobre las estibas, eliminando así la necesidad de estar apilándolas una por una optimizando así el tiempo requerido para la formación de pallets. El procedimiento de paletizado todavía se da de manera manual, pero se ha disminuido el tiempo requerido para la

formación de estos pallets así como también el número de operarios necesarios, de seis personas a cuatro personas.



*Figura 4.3., Sistema instalado a la salida de los moldes de soplado de la inyectora sopladora*

## 5. CUADRO DE COSTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	P.U.	SUBTOTAL
1	<b>Receptor de botellas salida sopladora</b>			
1.01	Plancha inox de 2.5mmx395mmx1070mm	2	S/. 181.00	S/. 362.00
1.02	Plancha inox de 2mmx202mmx1060mm	2	S/. 73.40	S/. 146.80
1.03	Plancha inox de 2mmx190mmx1060	2	S/. 69.00	S/. 138.00
1.04	Platina inox 3/16" x 50mm x 1060mm	2	S/. 43.20	S/. 86.40
1.05	Tubo inox OD Ø3"x1.5 x 6000mm	2	S/. 91.50	S/. 183.00
1.06	Amortiguador de Resorte de Final de Carrera	2	S/. 20.00	S/. 40.00
2	<b>Estructura principal del mecanismo Receptor</b>			
2.01	Placa Fierro 20mmx190mmx920mm	2	S/. 800.00	S/. 1,600.00
2.02	Placa Fierro 20mmx190mmx920mm	2	S/. 800.00	S/. 1,600.00
2.03	Placa de Fierro 20mmx410mmx140mm	2	S/. 210.50	S/. 421.00
2.04	Bloque de Fierro 75mmx75mmx40mm	4	S/. 40.35	S/. 161.40
2.05	Bloque de Fierro 75mmx75mmx55mm	4	S/. 53.83	S/. 215.30
2.06	Placa de Fierro 25mmx75mmx374mm	2	S/. 127.90	S/. 255.80
2.07	Placa de Fierro 20mmx75mmx374mm	2	S/. 99.90	S/. 199.80
2.08	Bloque de Fierro 75mmx40mmx80mm	2	S/. 36.05	S/. 72.10
2.09	Barra cuadrada de acero "H" 50mmx50mmx310mm	4	30.7	S/. 122.80
2.10	Angulo de fierro de 5" x 1/2" x 365mm de largo	4	S/. 56.75	S/. 227.00
3	<b>Soporte para rodamientos lineales</b>			
3.01	Barra redonda de acero "H" Ø4"x710mm	1	S/. 274.00	S/. 274.00
3.02	Eje Acero X46Cr13 Ø40 x 2000mm	2	S/. 824.00	S/. 1,648.00
3.03	Rodamientos Lineales LBBR 40-2LS	8	S/. 55.68	S/. 445.40
4	<b>Receptor de Botellas</b>			
4.01	Piston Neumatico, Doble efecto, Ø63mm x 160mm (carrera); Con Iman	4	S/. 154.83	S/. 619.33
4.02	Cilindro sin vastago, Doble efecto, Ø50 x 1140mm (carrera); G Ø1/4", guia de desplazamiento y amortiguadores lineales autoregulables	2	S/. 5,200.00	S/. 10,400.00
4.03	Interruptor magneticos de posicion para ranura DSL 1 con cable	8	S/. 31.73	S/. 253.81
4.04	Electrovalvula Neumatica 5/2, reacion a Neumatica G Ø1/4"	6	S/. 64.75	S/. 388.48
4.05	Unidad Filtro Regulador y Lubricador (FR+L)	1	S/. 99.24	S/. 99.24
4.06	Regulador de Velocidad Banjo 8mm; 1/4"	4	S/. 14.10	S/. 56.38
4.07	Regulador de Velocidad Banjo 8mm; 3/8"	8	S/. 15.59	S/. 124.70
4.08	Regulador de Velocidad Banjo 6mm; M5	8	S/. 13.90	S/. 111.20
4.09	Regulador de Velocidad Banjo 8mm; 1/8"	8	S/. 13.79	S/. 110.34
4.1	Conector Inst. Recto de 1/4Px8mm	36	S/. 2.26	S/. 81.36
4.11	Manguera Neumatica	40	S/. 1.43	S/. 57.20
4.12	Valvula Colizante	1	S/. 253.23	S/. 253.23
4.13	TEE Neumatico PL12	1	S/. 17.70	S/. 17.70
4.14	Reduccion PL12 a 8	1	S/. 9.44	S/. 9.44
4.15	Conector recto 1/4" PL8	3	S/. 9.44	S/. 28.32
4.16	Sileciadores de Bronce Legris 1/4"	2	S/. 14.16	S/. 28.32

<b>5</b>	<b>Tablero de Control y Fuerza</b>				
5.01	PLC Siemens S7-200	1	S/. 1,750.00	S/.	1,750.00
5.02	Fuente de Poder Sitop Siemens 10A	1	S/. 420.00	S/.	420.00
5.03	Cable Bipolar AWG #18 x 1 m	30	S/. 0.40	S/.	12.00
5.04	Pulsador de Parada de Emergencia	1	S/. 25.00	S/.	25.00
5.05	Pulsadores de arranque y parada	2	S/. 15.00	S/.	30.00
5.06	Selectores 0 - 1	2	S/. 15.00	S/.	30.00
5.07	Cable AWG #16x1m	30	S/. 2.67	S/.	80.10
5.08	Tablero Electrico 200x300x150mm	1	S/. 59.00	S/.	59.00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>23,243.95</b>
			<b>M.O.</b>	<b>S/.</b>	<b>9,297.58</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>32,541.52</b>

## CONCLUSIONES

1. Con la instalación del sistema alineador de botellas se ha eliminado la necesidad de estar apilándolas una por una, optimizando así el tiempo requerido para la formación de pallets, reduciendo el número de operarios necesarios, de siete personas a cinco personas, lo que redujo su costo en mano de obra en 28%.
2. La seguridad en las labores de formación de pallets de botellas, se ha optimizado dado que las mesas que se utilizaban para recepcionar las botellas provocaban que los operarios tengan que trabajar desde dentro de la maquina inyectora sopladora mientras esta estaba operando, ahora con el sistema alineador de botellas la maquina vuelve a ser segura, dado que la maquina vuelve a trabajar con las puertas cerradas.
3. El tiempo de operación de una paletización se redujo de 120 minutos por pallet a 80 minutos por pallet, lo que significa un 30% menos de tiempo para la formación de pallets, lo que traducido a la producción por turno de 8 horas de trabajo presenta un incremento de 8 pallets a 12 pallets.
4. Si consideramos que el costo promedio de un operador es de 18 soles por hora, y el costo de producción de una botella soplada es de 22 céntimos de nuevo sol, para un turno de 8 horas, el costo de producción para una eficiencia de operación de 85% antes de la instalación del sistema alineador de botellas es de N.S./ 7,240.64 soles y el de operación es de N.S./ 1,008.00 dando un total de N.S./ 8,248.64 para producir 8 pallets.



5. Para el caso del sistema alineador de botellas instalado el costo de producción de 8 pallets se mantiene dado que los materiales dependen directamente del número de botellas, es decir N.S./ 7240.64 soles, pero el tiempo de producción de 8 pallets se redujo a 5 horas y media aproximadamente, que para cinco personas en operación representa un total de N.S./ 495; a esto le agregamos el costo de producción de aire adicional de N.S./ 44.00 (calculado de la Figura 16 y un costo de producción por metro cubico de N.S./ 0.05), dando un total de N.S./ 7,779.64, es decir una reducción de 5.6% en los costos totales de producción, además de un incremento de la eficiencia productiva de 28%.

## **RECOMENDACIONES**

- 1. Este alineador de botellas, es versátil de fácil mantenimiento, montaje y desmontaje, de la forma como fue proyectado trabaja en forma eficiente, para poder garantizar este funcionamiento, se debe mantener la lubricación de todos los componentes móviles, es decir de los rodamientos lineales de bolas, de la guía de desplazamiento del pistón neumático sin vástago, así como también de supervisar el nivel de lubricante en la unidad de mantenimiento.**
- 2. Una vez que el sistema inicia su operación, todo el engrase de fábrica de los componentes neumáticos es removido, por lo que se recomienda mantener el nivel y la calidad del lubricante en la unidad de mantenimiento debe cumplir con los mínimos necesarios y ciclos de reposición, de acuerdo a las evaluaciones de uso en operación del sistema.**
- 3. El uso de los reguladores de presión en las conexiones con los elementos neumáticos, es importante calibrarlos de manera que se mantenga el tiempo de ciclo de operación de 8 segundos, esto es 2 segundos menos que el ciclo de soplado de la maquina inyectora sopladora, para poder asegurar que las instrucciones de seguridad contra atascamientos puedan operar óptimamente.**

## **BIBLIOGRAFÍA**

**M3 IS 2928 Mantenimiento general de un inyector soplador de botellas PET con capacidad de producción 8750 bot/hr.**

**Autor: ORTIZ ACOSTA, Cesar Melchor - 2009**

**Diseño de Elementos de Máquinas I y II**

**Autor: Fortunato Alva Davila**

**Practical Guide to Injection Blow Molding**

**Autor: Samuel L. Belcher**

**Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**

**Autor: Mikell P. Groover**

**Catálogo de Productos Neumáticos FESTO, DCN y DGC**

**<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica2.htm>**

**<http://es.wikipedia.org/wiki/Neumatica>**

**<http://www.rocatek.com>**

**[http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/index.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/index.htm)**

**<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>**

ANEXOS

ANEXO 1 – PROGRAMACIÓN DEL PLC DEL SISTEMA

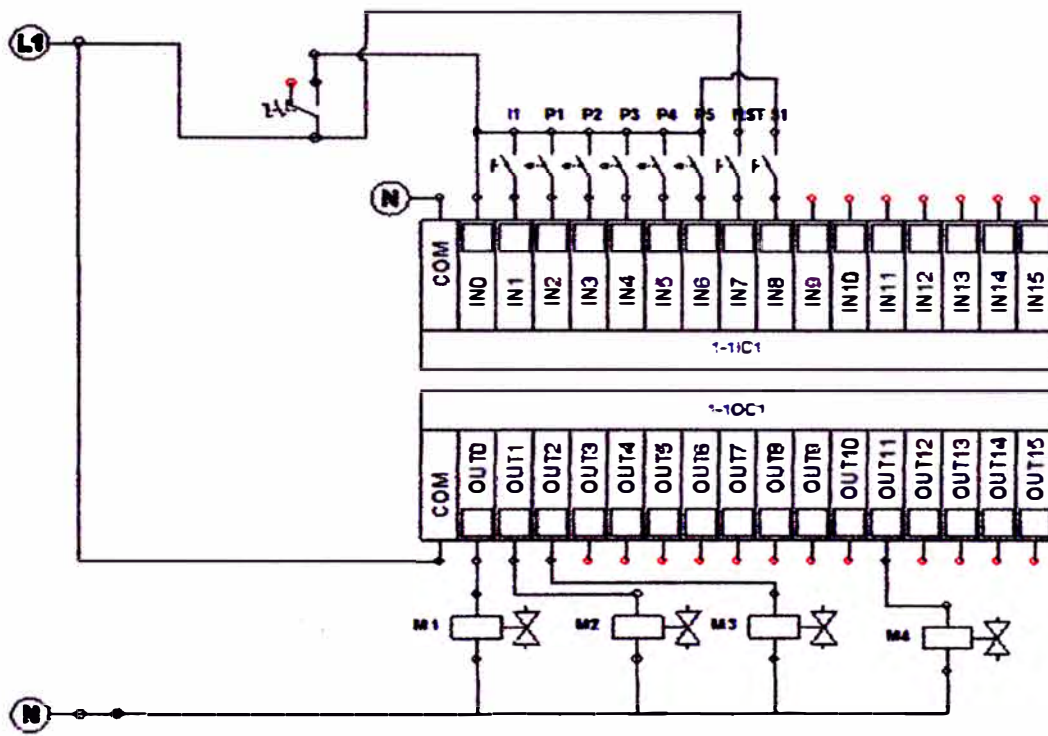
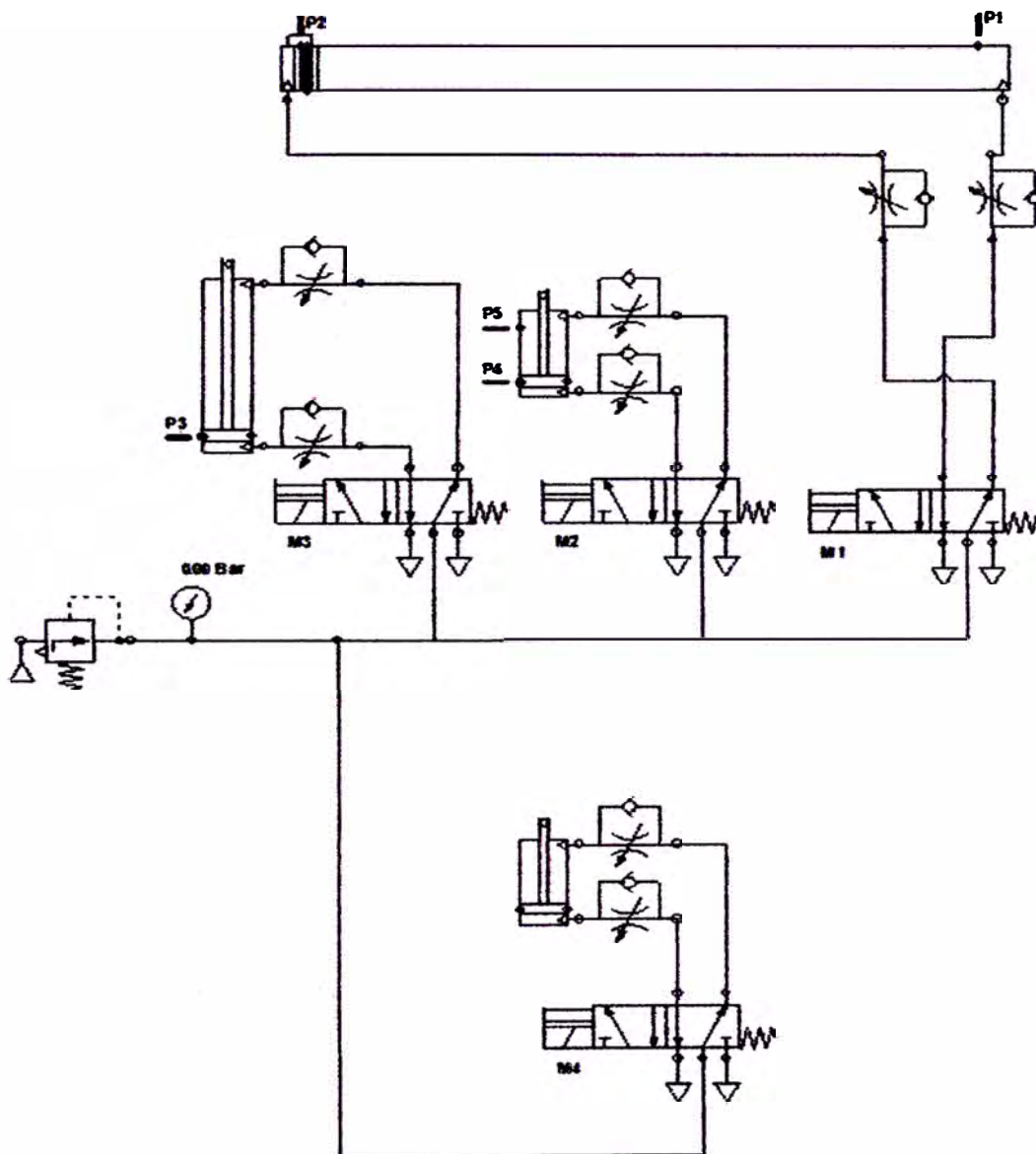


Diagrama de Conexiones del PLC



*Diagrama de Conexiones Neumáticas del Sistema Alineador de Botellas*

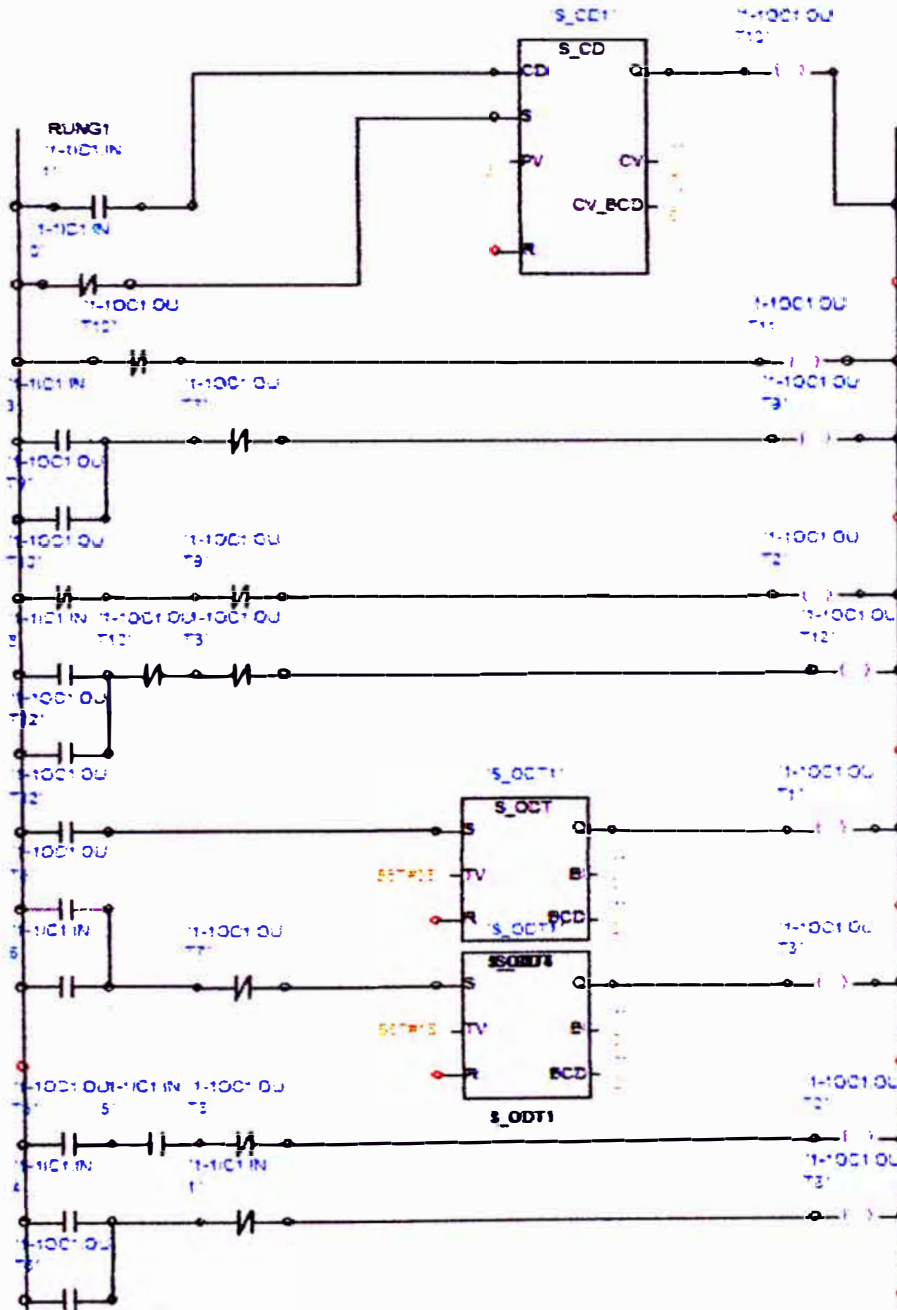


Diagrama Ladder del PLC (Continua)

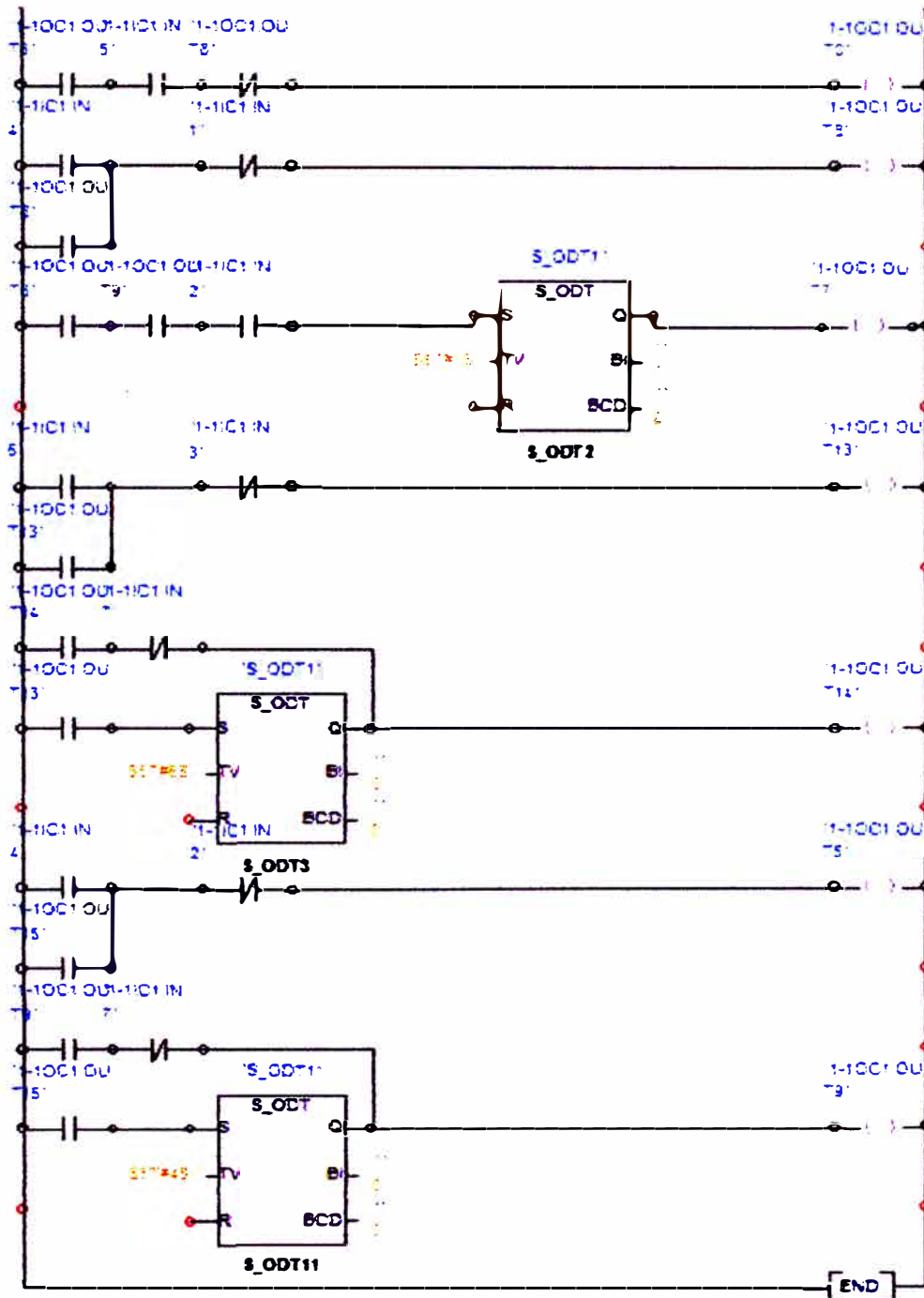


Diagrama Ladder del PLC

1

2

3

4

5

6

7

8

A

A

B

B

C

C

D

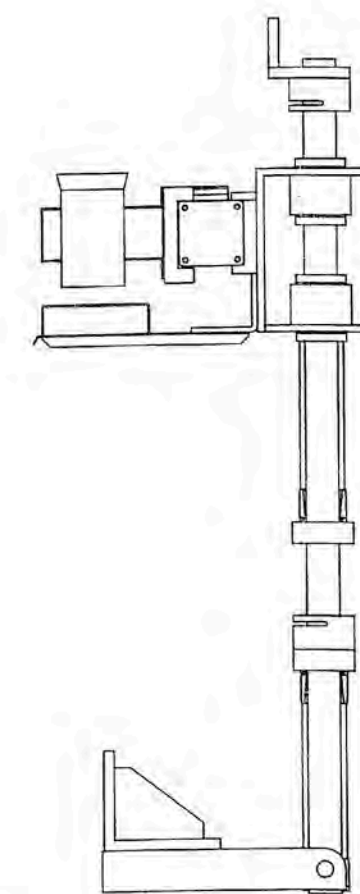
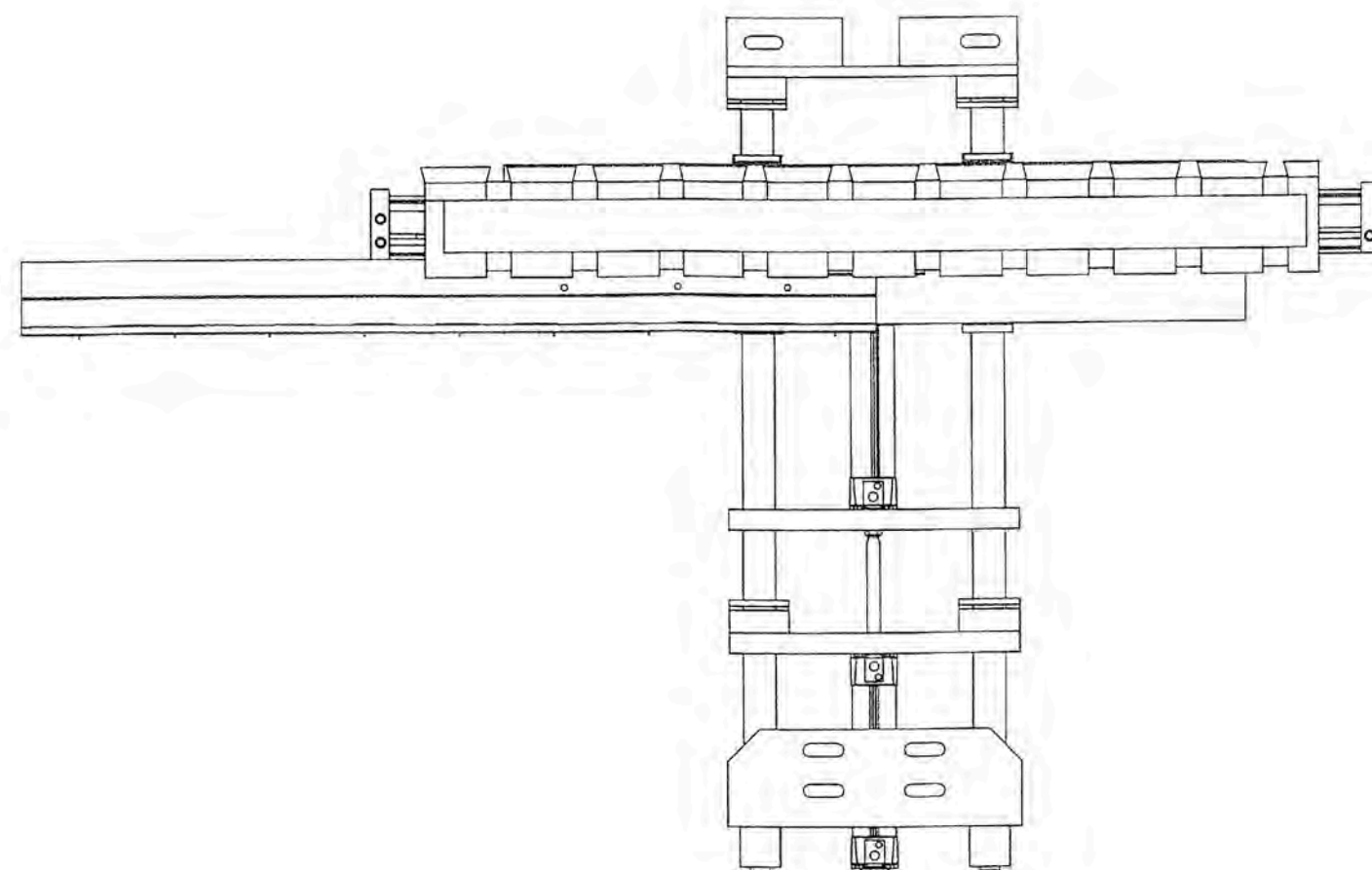
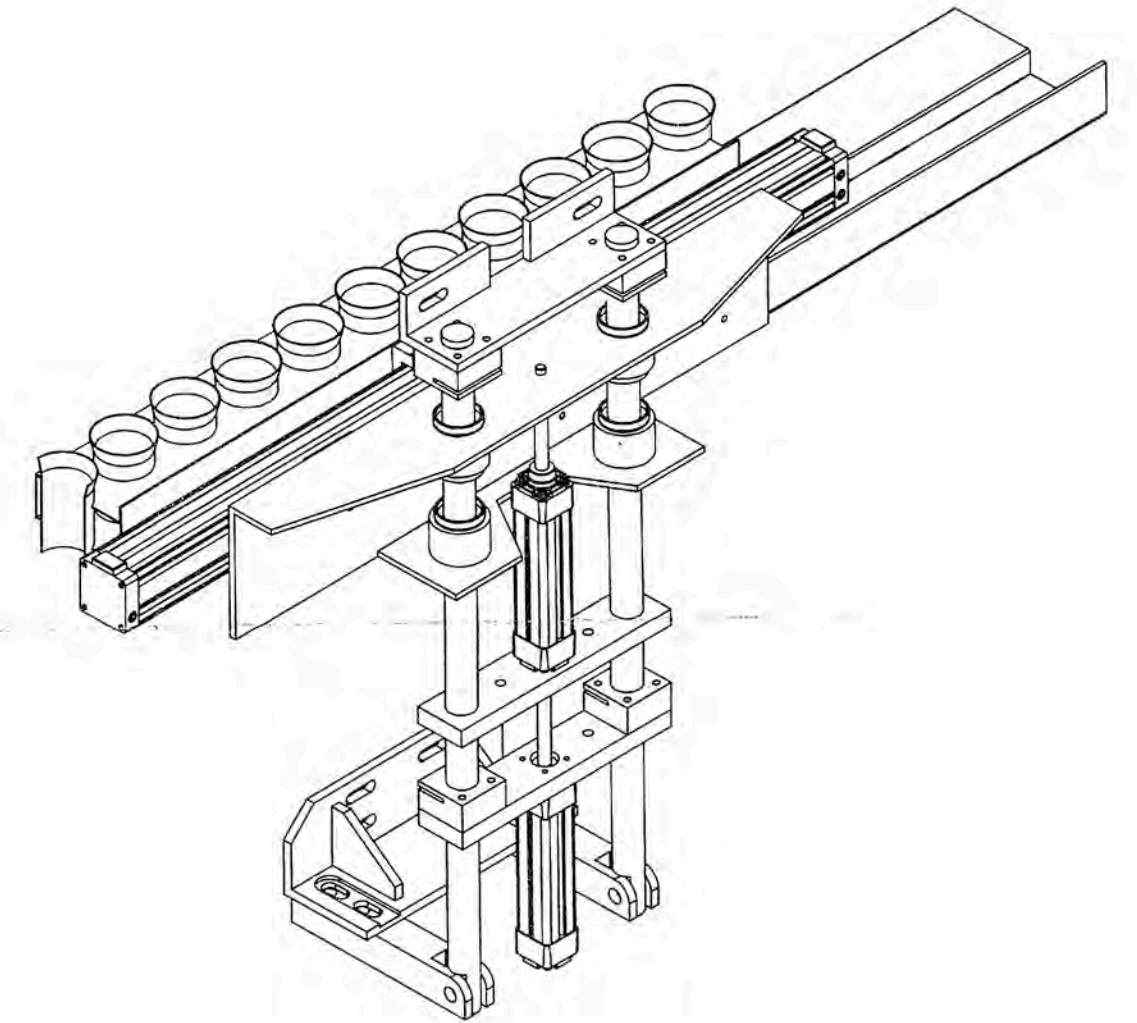
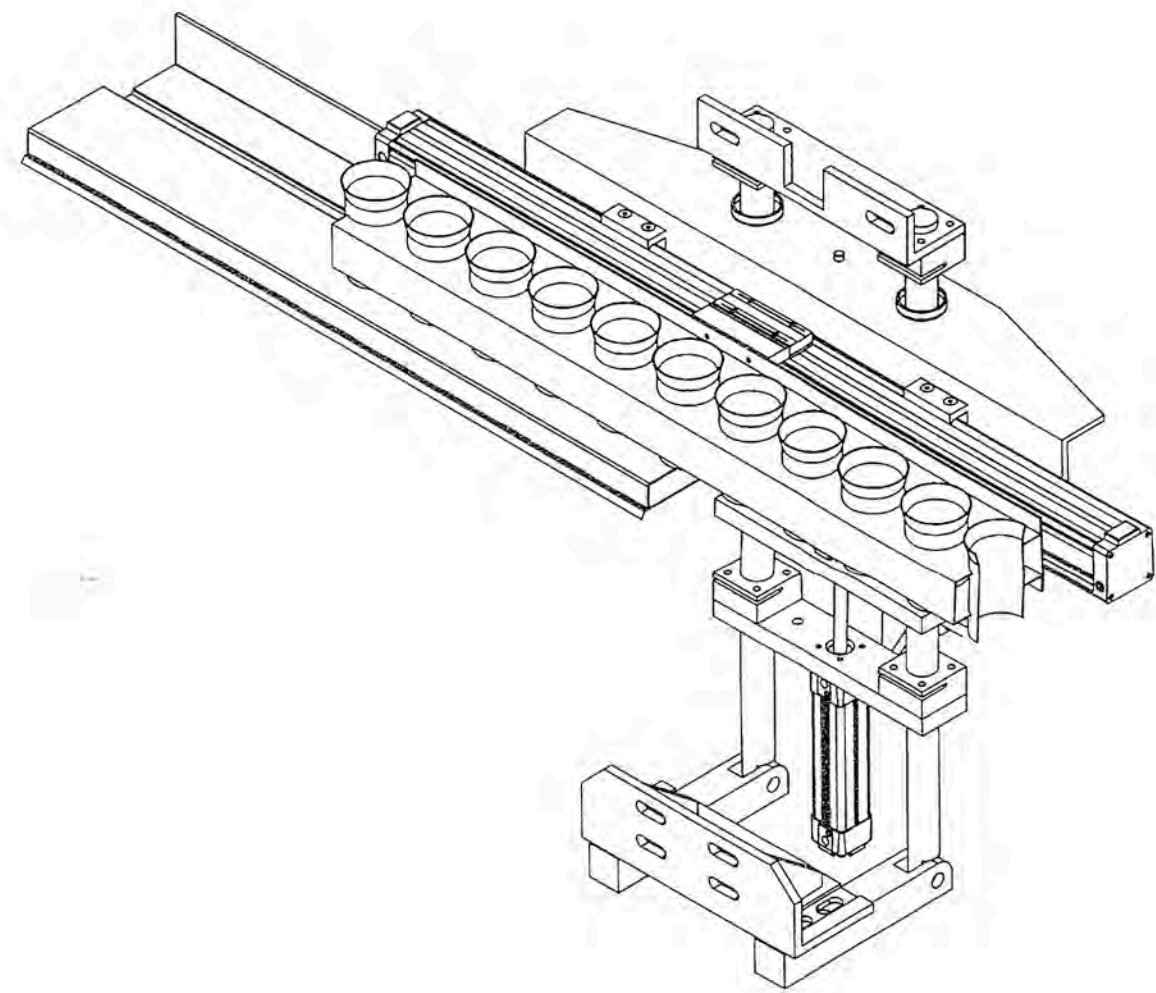
D

E

E

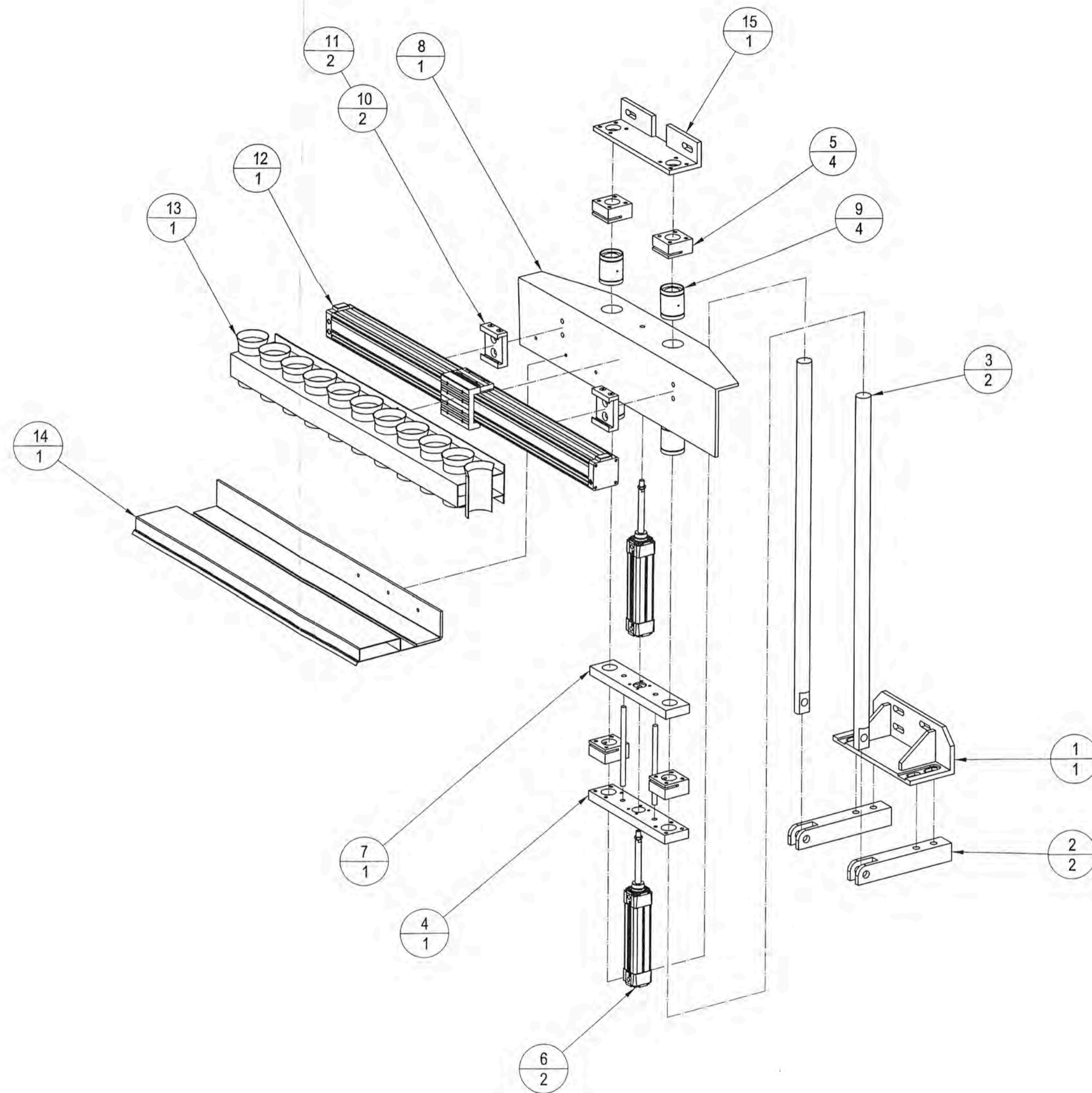
F

F



<b>Alineador de Botellas</b> TITULO VISTAS DE ENSAMBLE DE SISTEMA		DISEÑO		Alan J. Romero
		SIZE A2	DWG NO ALINEADOR-01	REV
ESCALA:		S/E	HOJA 1 DE 14	





Item	Número Plano	Título	Material	Cantidad
1	03	Base de soporte inferior	ASTM A36	1
2	04	Brazo de soporte ejes guías	ASTM A36	2
3	05	Eje guía con tratamiento superficial	Acero Inoxidable X46Cr13	2
4	06	Soporte de pistón neumático inferior	ASTM A36	1
5	07	Bloque de sujeción al eje guía	Aluminio Aleado 6061	4
6		Pistón neumático DCN-40-160-PPV-A doble efecto, amortiguado, previsto para detectores de posición, con diámetro del émbolo Ø 40 mm y carrera 160 mm	Aluminio Anodizado	2
7	08	Soporte de pistón neumático intermedio	ASTM A36	1
8	09	Soporte de subsistema portabotellas, con alojamiento para rodamientos de bolas lineales LBBR 40-2LS	ASTM A36	1
9		Rodamiento lineal de bolas LBBR 40-2LS, 8 hileras y doble sello de labio		4
10	10	Sujeción de pistón neumático sin vástago, parte inferior	ASTM A36	2
11	10	Sujeción de pistón neumático sin vástago, parte superior	ASTM A36	2
12		Pistón neumático sin vástago, con guía de desplazamiento, amortiguadores lineales autoregulables, previsto para detectores de posición, con diámetro del émbolo Ø 40 mm y carrera 1040 mm DGC-40-1040-GF-YSR-A	Aluminio Anodizado	1
13	11	Portabotellas de 10 cavidades	Acero Inoxidable 304	1
14	12	Bandeja de botellas	Acero Inoxidable 304	1
15	13	Base de soporte superior	ASTM A36	1

<b>Alineador de Botellas</b> TITULO EXPLOSIONADO DEL SISTEMA		DISEÑO Alan J. Romero	
		SIZE A2	DWG NO ALINEADOR-02
ESCALA:		S/E	HOJA 2 DE 14

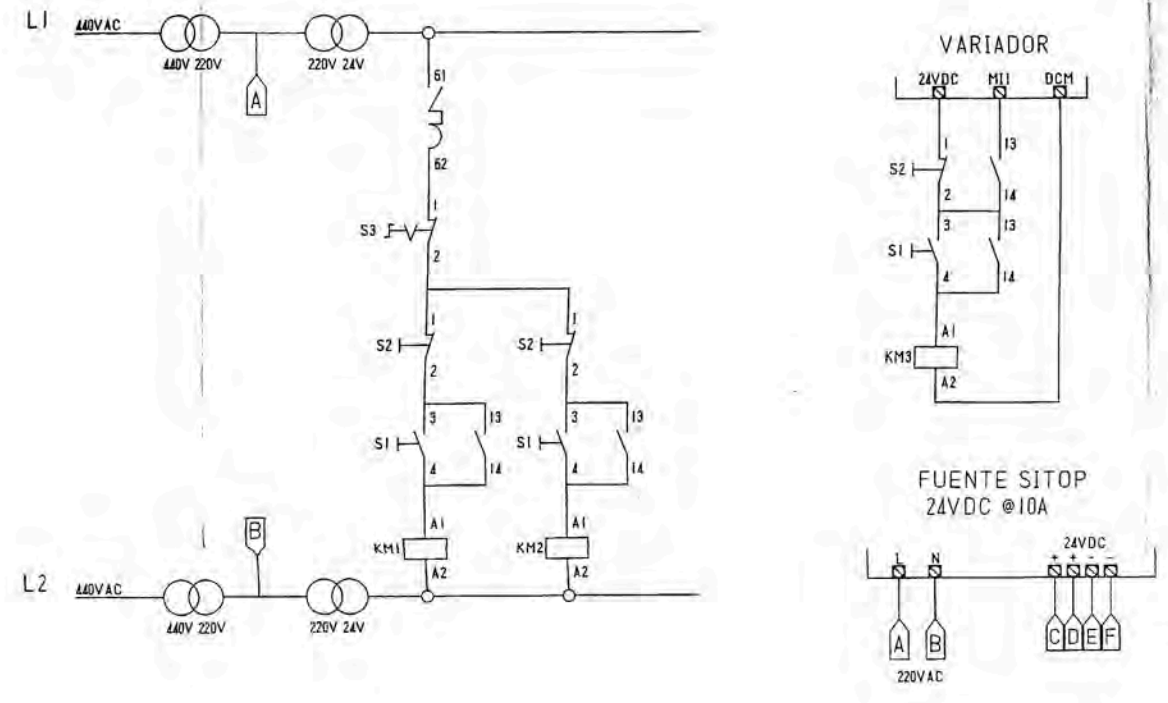
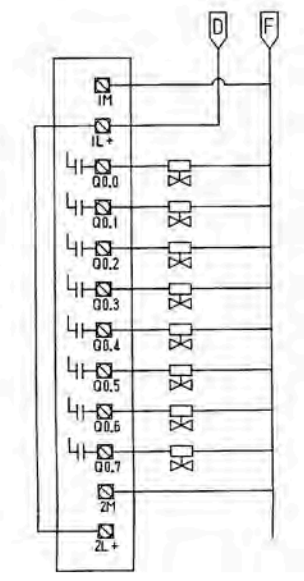
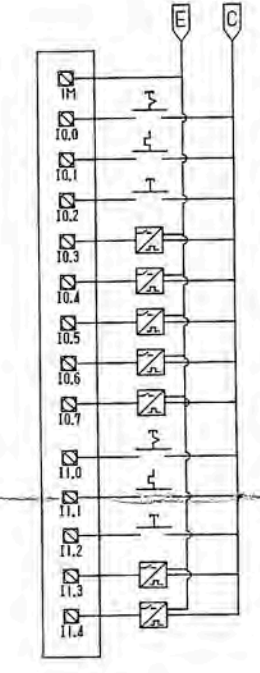


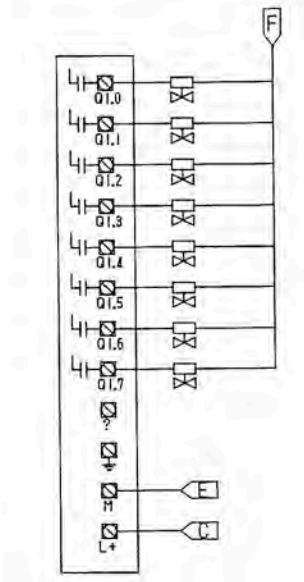
DIAGRAMA DE CONTROL



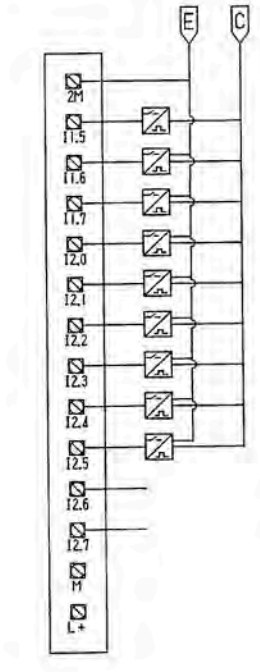
- CILINDRO HORIZONTAL - LADO A
- CILINDRO VERTICAL SUPERIOR - LADO A
- CILINDRO VERTICAL INFERIOR - LADO A
- LIBRE
- CILINDRO HORIZONTAL - LADO B
- CILINDRO VERTICAL SUPERIOR - LADO B
- CILINDRO VERTICAL INFERIOR - LADO B
- LIBRE



- ALINEADOR ACTIVADO - LADO A
- INICIO SECUENCIA DE ALINEACION - LADO A
- REINICIO DE SECUENCIA POR PARADA - LADO A
- SENSOR IZQUIERDO CILINDRO HORIZONTAL - LADO A
- SENSOR DERECHO CILINDRO HORIZONTAL - LADO A
- SENSOR INFERIOR CILINDRO VERTICAL INFERIOR - LADO A
- SENSOR SUPERIOR CILINDRO VERTICAL SUPERIOR - LADO A
- ALINEADOR ACTIVADO - LADO B
- INICIO SECUENCIA DE ALINEACION - LADO B
- REINICIO DE SECUENCIA POR PARADA - LADO B
- SENSOR DERECHO CILINDRO HORIZONTAL - LADO B
- SENSOR IZQUIERDO CILINDRO HORIZONTAL - LADO B



- EXPULSION DE BOTELLAS - LADO A
- EXPULSION DE BOTELLAS - LADO B
- TRABADOR DE BOTELLAS - LADO A
- TRABADOR DE BOTELLAS - LADO B
- ARTICULACION DE CAMBIO DE LADO
- LIBRE
- LIBRE
- LIBRE



- SENSOR INFERIOR CILINDRO VERTICAL INFERIOR - LADO B
- SENSOR INFERIOR CILINDRO VERTICAL SUPERIOR - LADO B
- SENSOR SUPERIOR CILINDRO VERTICAL SUPERIOR - LADO B
- SENSOR EXPULSION DE BOTELLAS - LADO A
- SENSOR EXPULSION DE BOTELLAS - LADO B
- SENSOR DIFUSO TRABADOR BOTELLAS - LADO A
- SENSOR DIFUSO TRABADOR BOTELLAS - LADO B
- SENSOR DIFUSO CRUZADO TRABADOR BOTELLAS - LADO A
- SENSOR DIFUSO CRUZADO TRABADOR BOTELLAS - LADO B
- LIBRE
- LIBRE

CONEXIONES DEL PLC

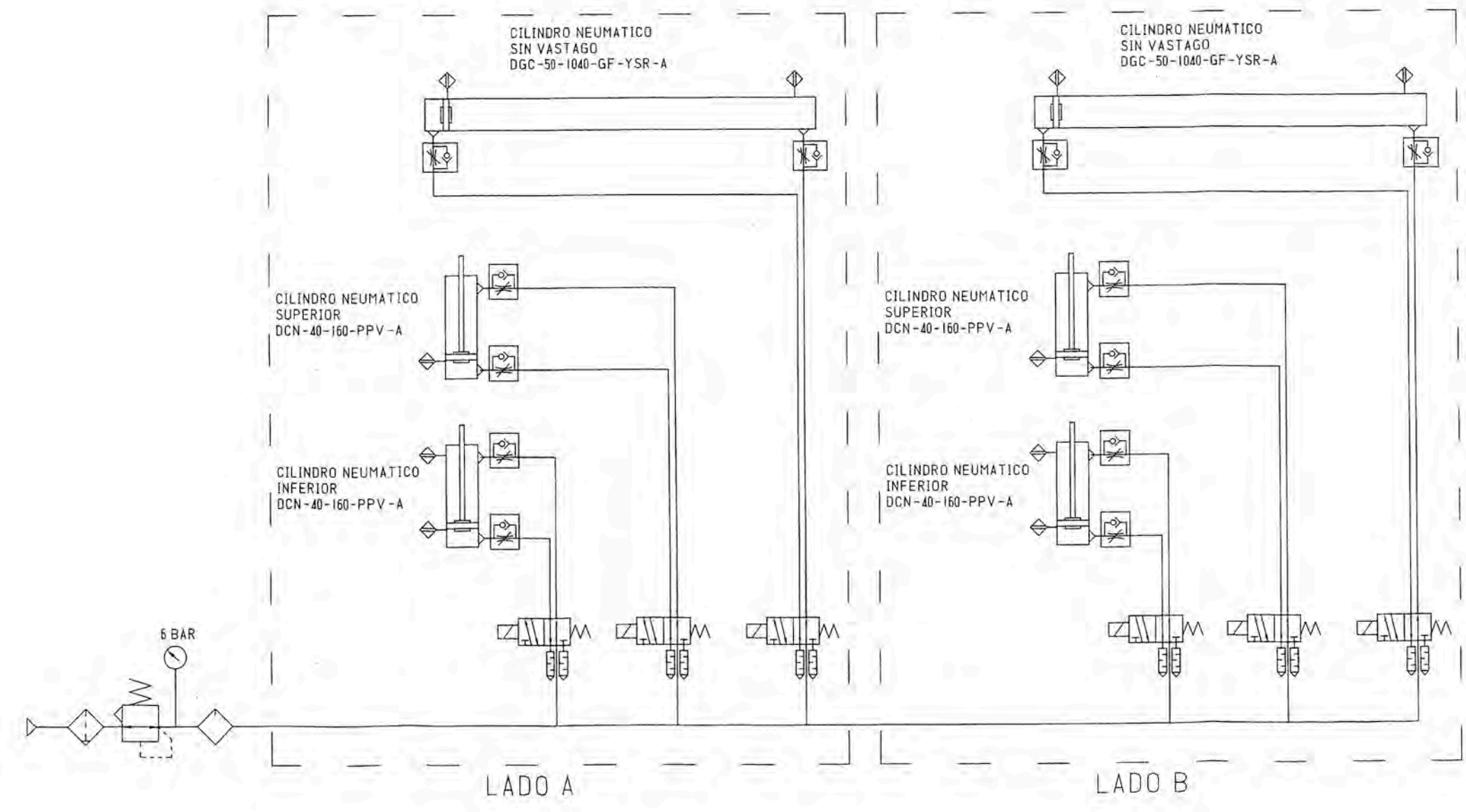


DIAGRAMA ELECTRONEUMATICO

<b>Alineador de Botellas</b> TITULO DIAGRAMAS ELECTRICOS Y NEUMATICOS		DISEÑO		Alan J. Romero	
		SIZE A2	DWG NO ALINEADOR-14	REV	
ESCALA:		S/E	HOJA 14 DE 14		



1

2

3

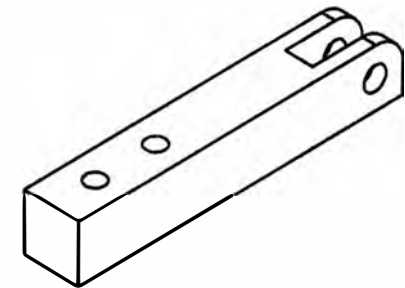
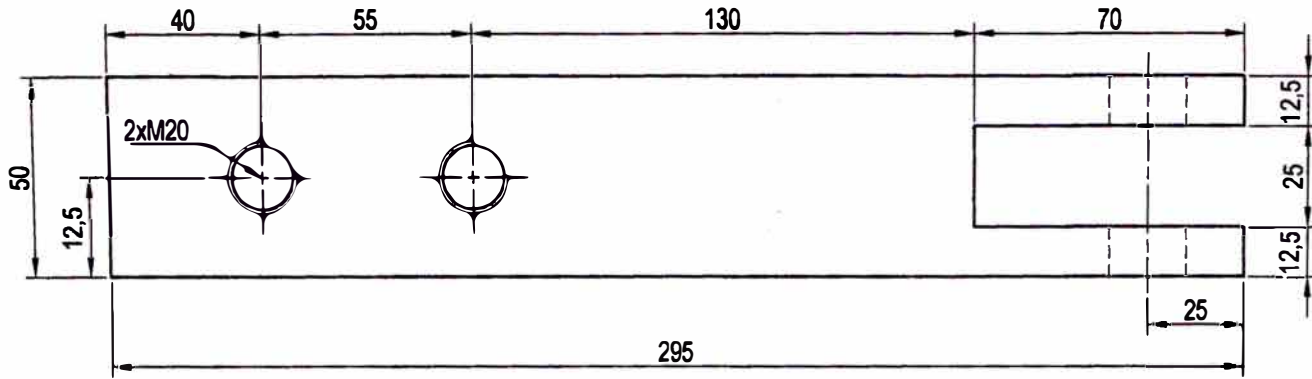
4

5

6

A

A

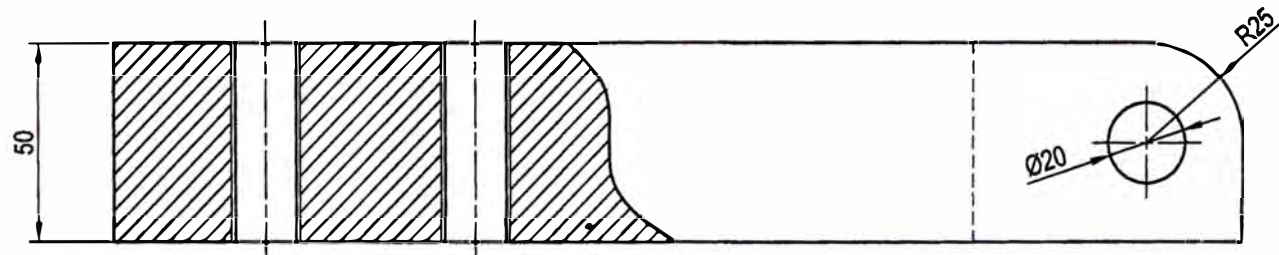


B

B

C

C



D

D

E

E

F

F

# Alineador de Botellas

TITULO  
BRAZO DE SOPORTE DE EJE GUIA

DISEÑO Alan J. Romero  
 SIZE DWG NO A4 ALINEADOR-04  
 ESCALA: 1:2 HOJA 4 DE 14

1

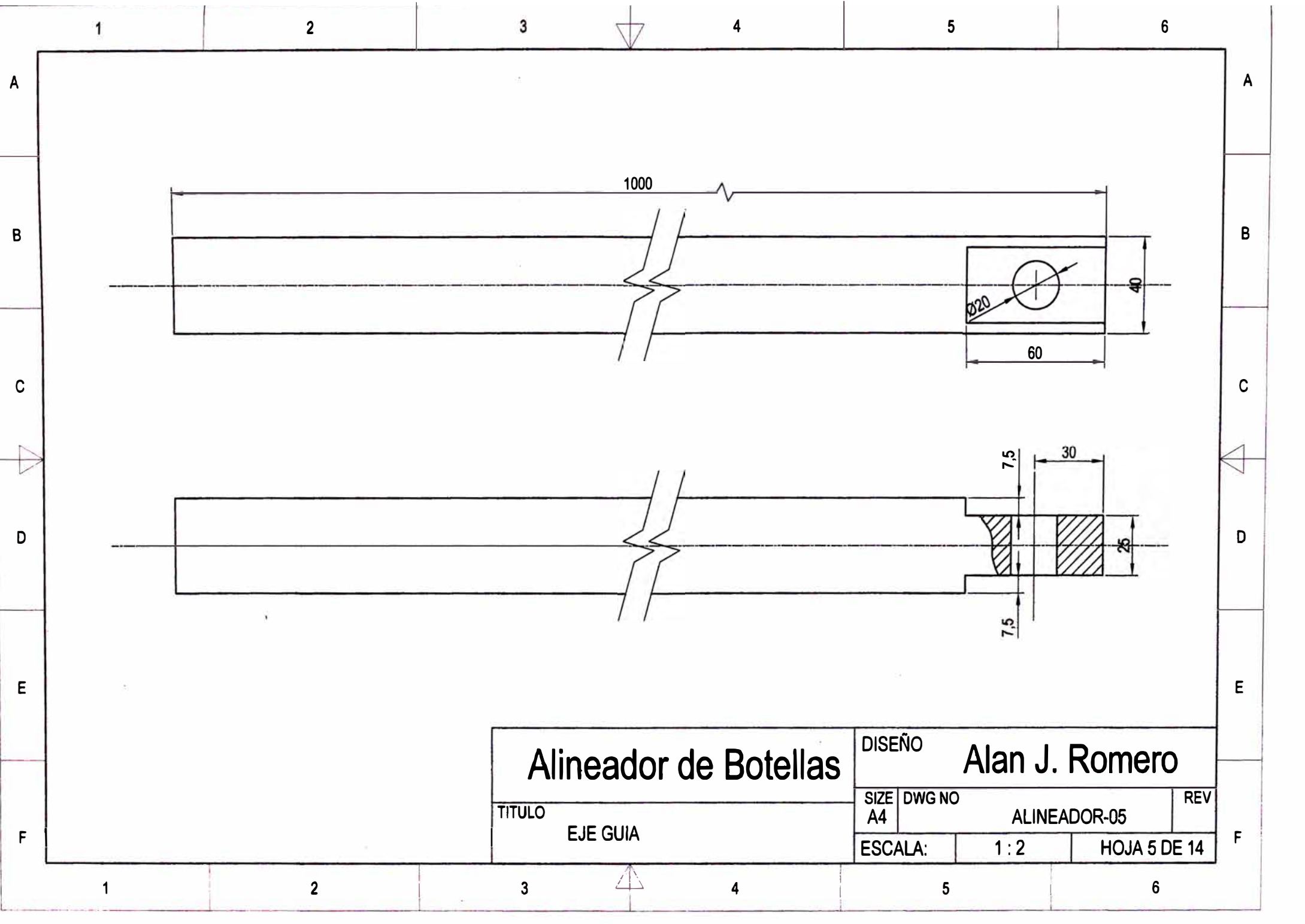
2

3

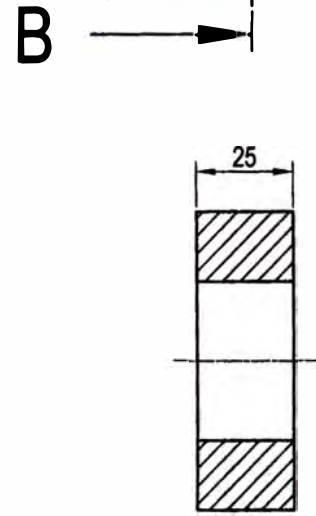
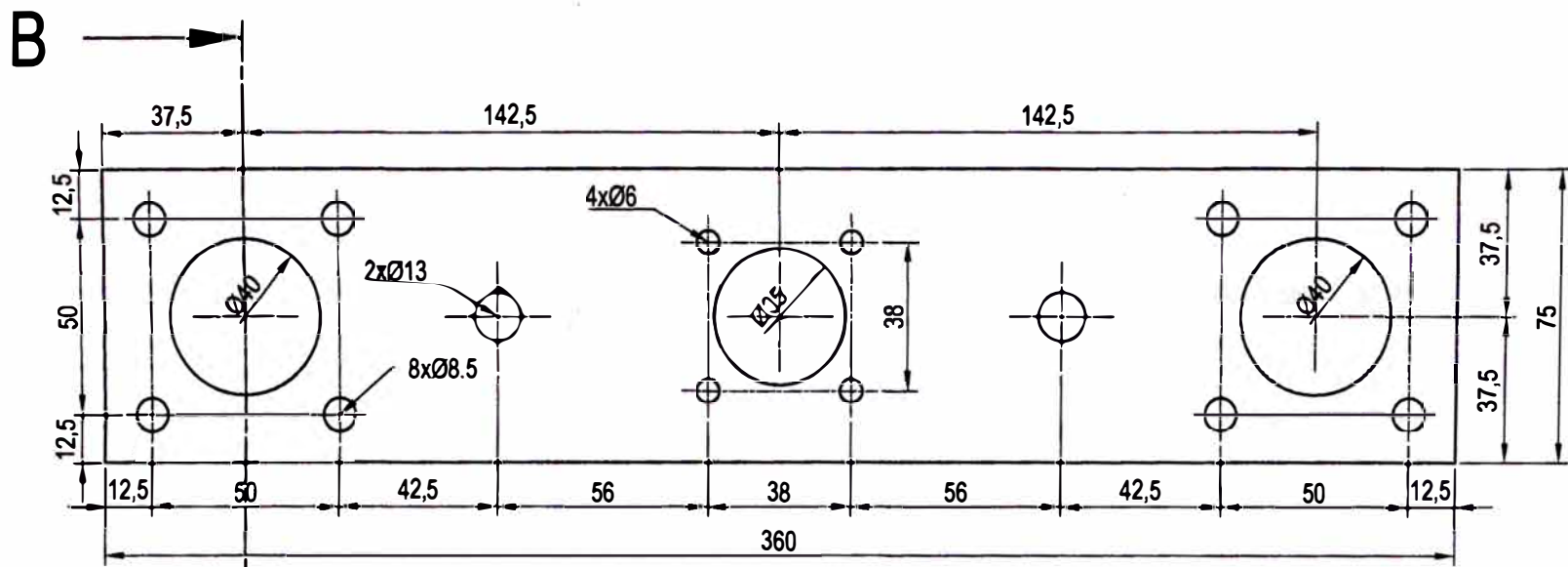
4

5

6

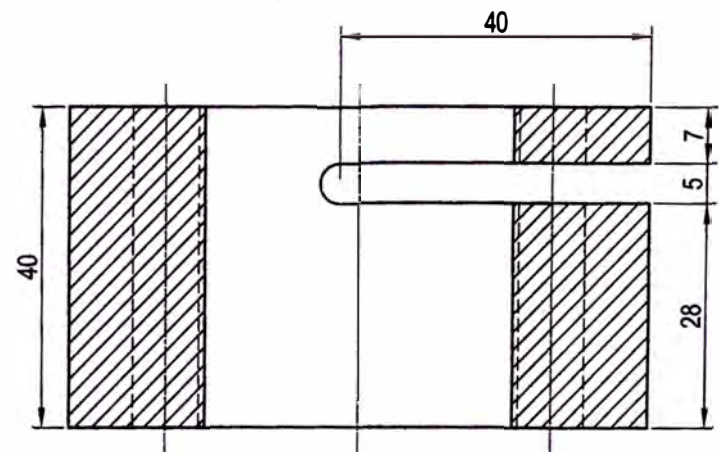
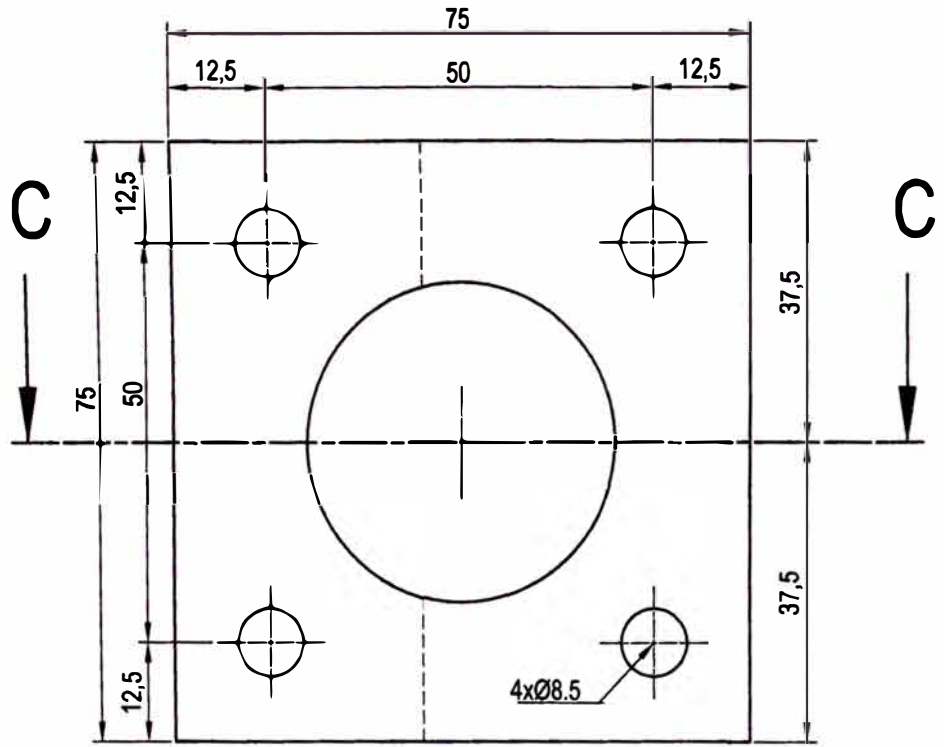


<b>Alineador de Botellas</b>		DISEÑO		Alan J. Romero	
		SIZE A4	DWG NO ALINEADOR-05	REV	
TITULO EJE GUIA		ESCALA:	1 : 2	HOJA 5 DE 14	

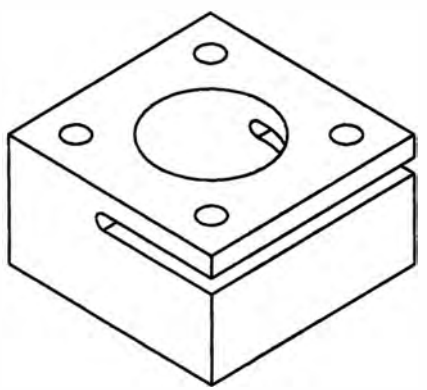


SECCION B-B

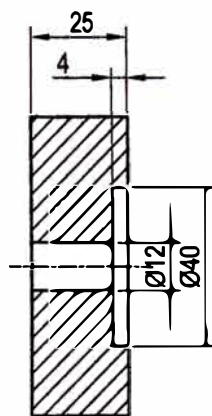
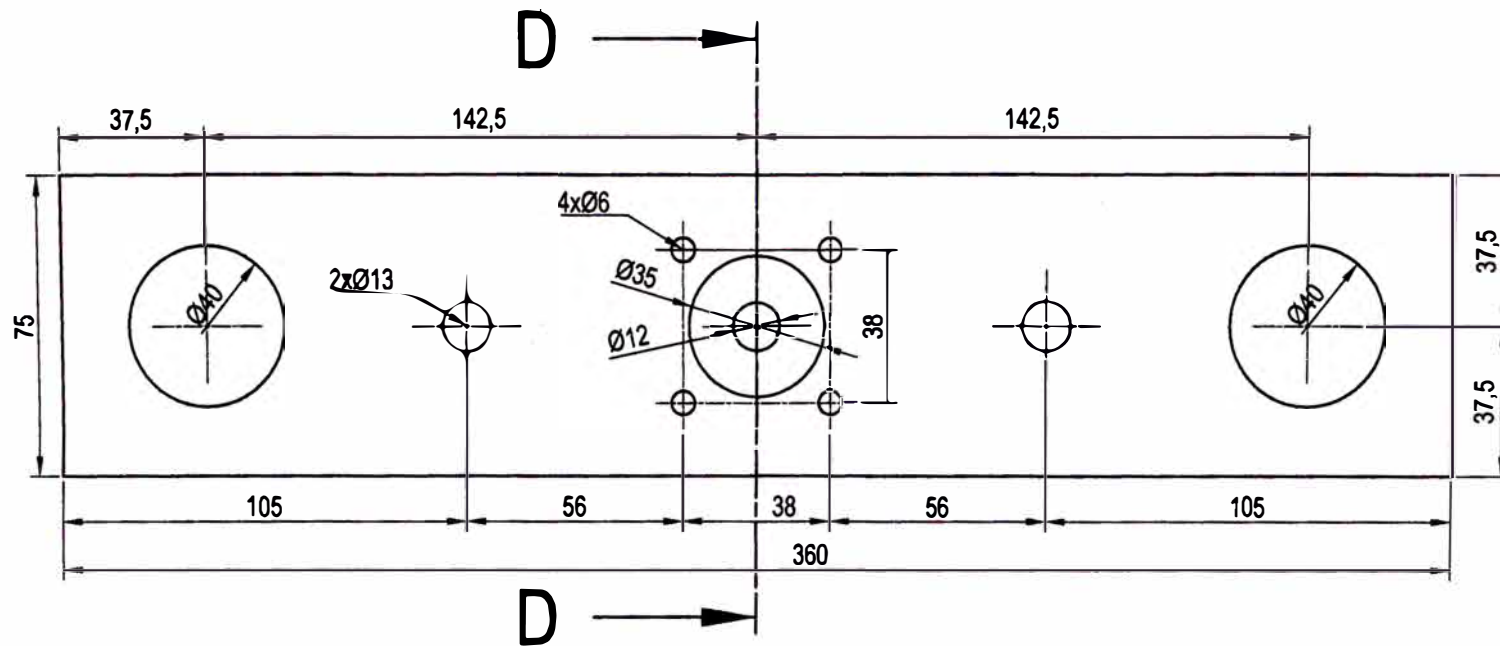
<b>Alineador de Botellas</b> TITULO SOPORTE DE PISTON NEUM. INFERIOR		DISEÑO <b>Alan J. Romero</b>	
		SIZE A4	DWG NO ALINEADOR-06
ESCALA:		1 : 2	HOJA 6 DE 14



**SECCION C-C**



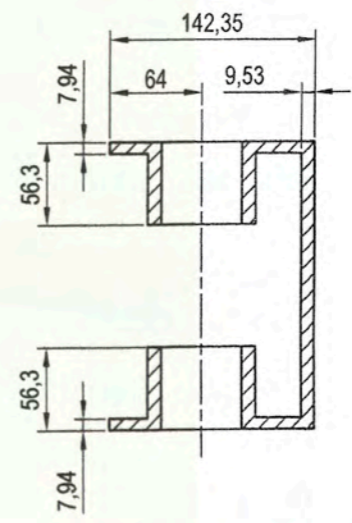
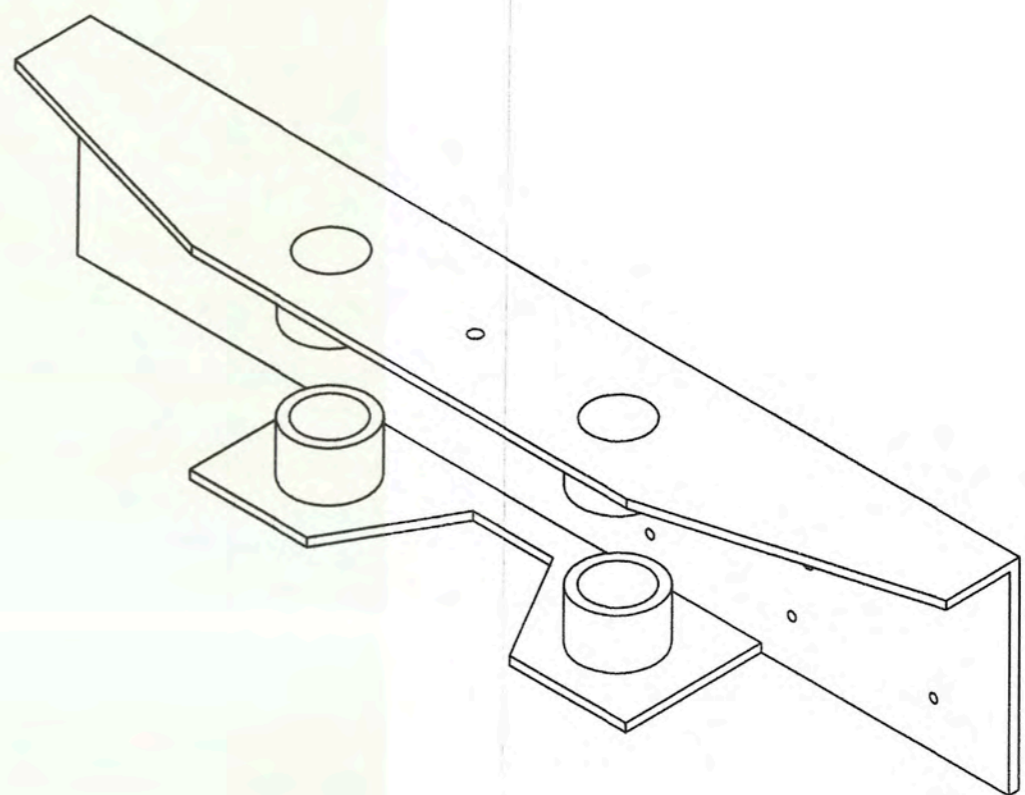
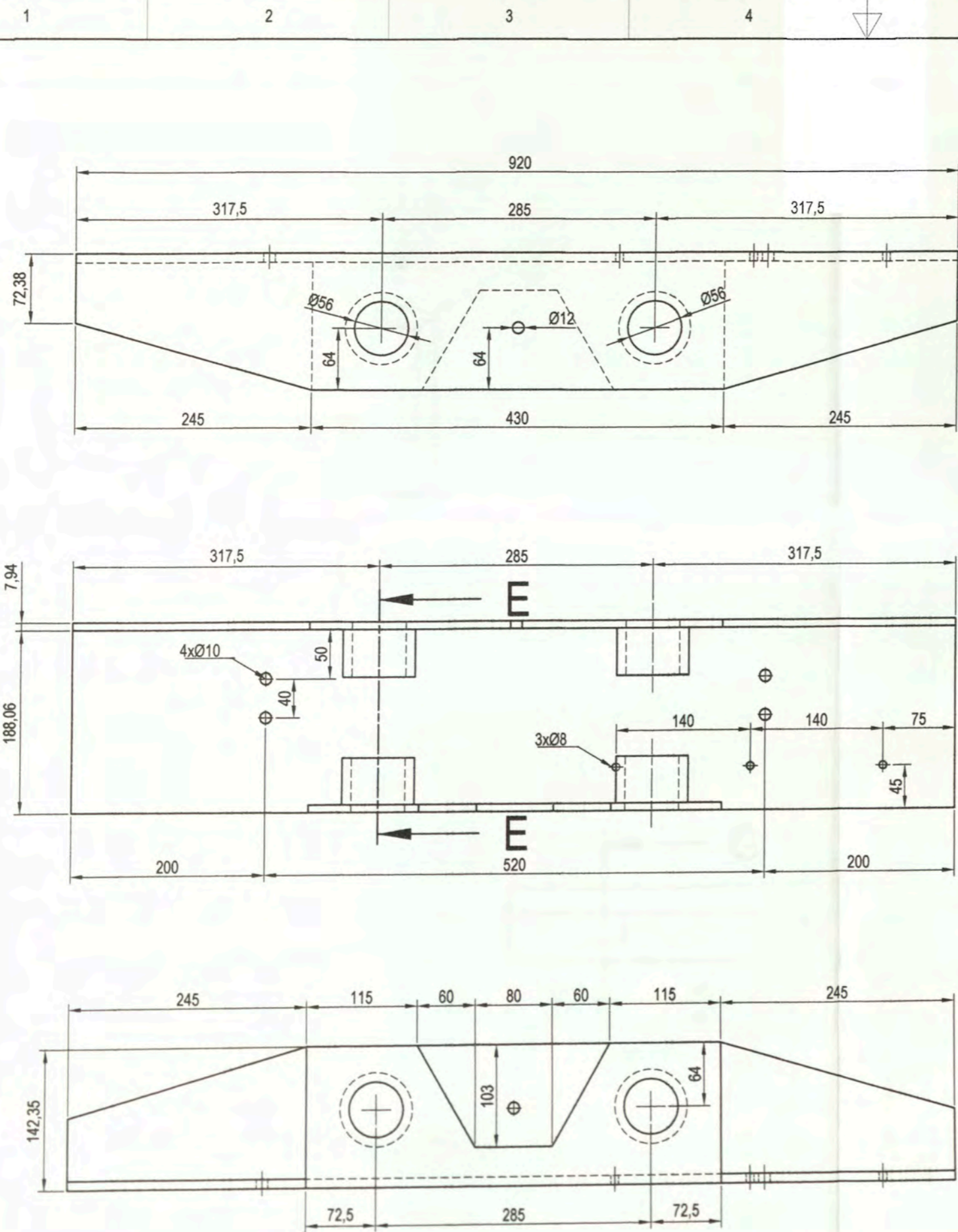
<b>Alineador de Botellas</b> TITULO BLOQUE DE SUJECION DE EJE GUIA		DISEÑO		Alan J. Romero	
		SIZE A4	DWG NO ALINEADOR-07	REV	
ESCALA:		1 : 1	HOJA 7 DE 14		



**SECCION D-D**

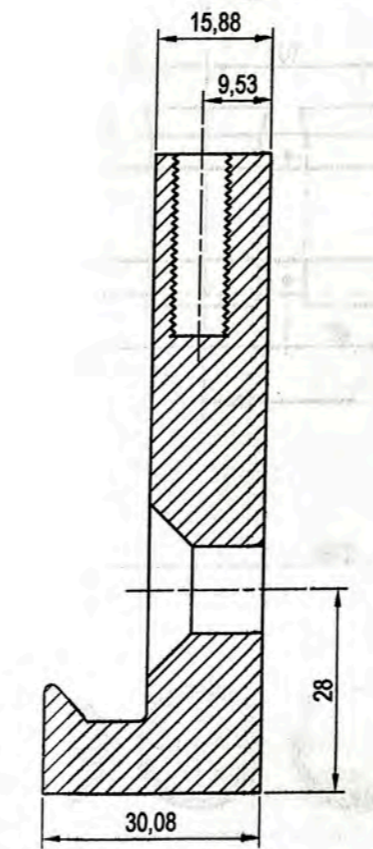
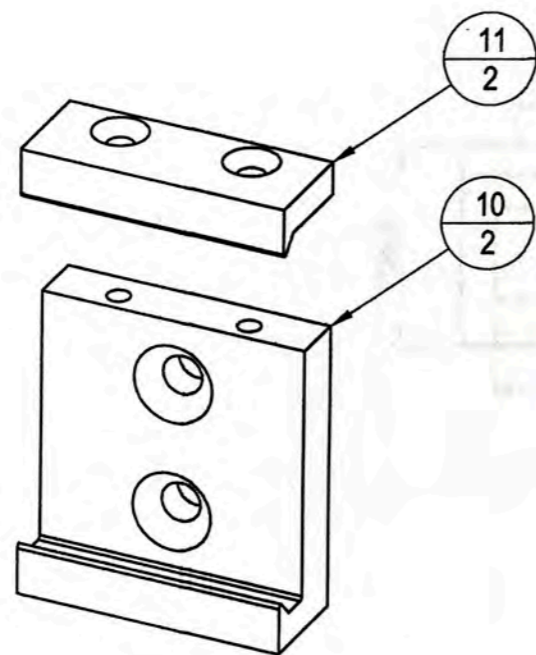
<p><b>Alineador de Botellas</b></p>		<p>DISEÑO <b>Alan J. Romero</b></p>	
		<p>SIZE A4</p>	<p>DWG NO ALINEADOR-08</p>
<p>TITULO SOPORTE DE PISTON NEUM. INTERMEDIO</p>		<p>ESCALA: 1:2</p>	<p>HOJA 8 DE 14</p>



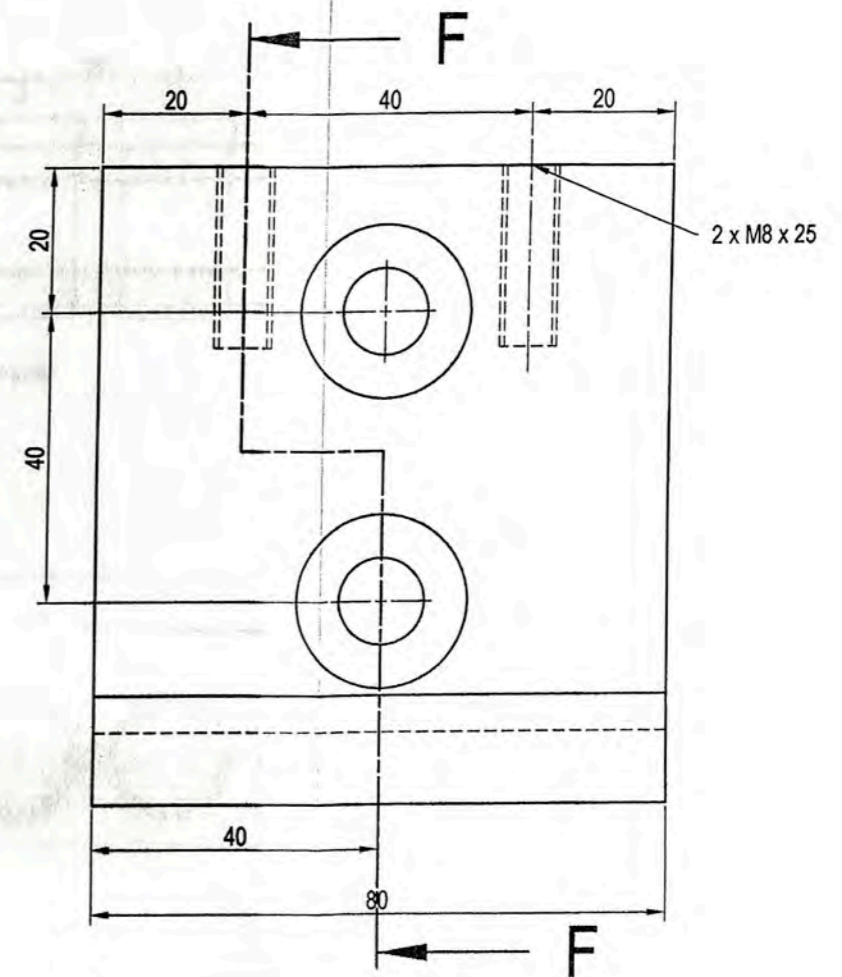


SECCION E-E

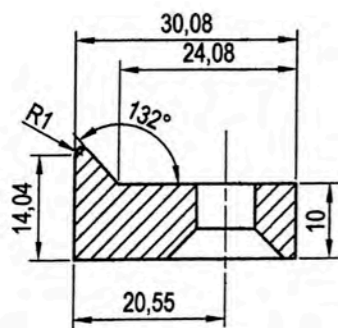
TITULO		DISEÑO		REV
Alineador de Botellas		Alan J. Romero		
SOPORTE DE SUBSISTEMA PORTABOTELLAS		SIZE	DWG NO	ALINEADOR-09
		A3		
ESCALA:		1:5	HOJA 9 DE 14	



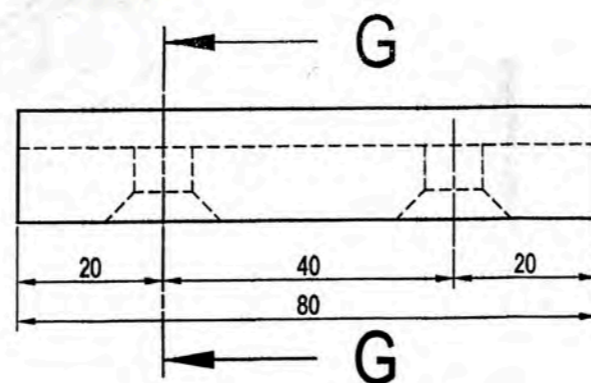
SECCION F-F



PARTE N° 10

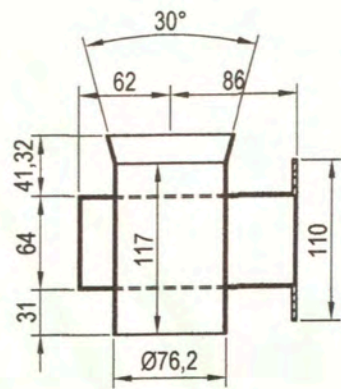


SECCION G-G

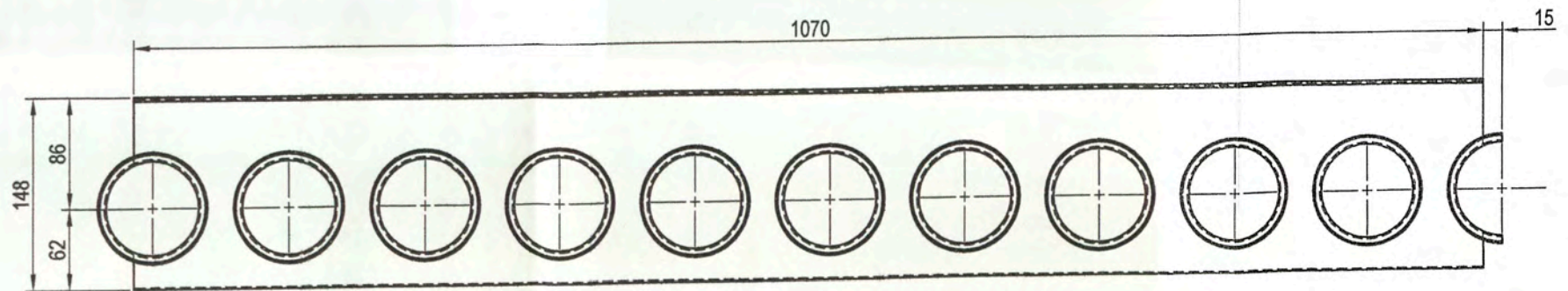
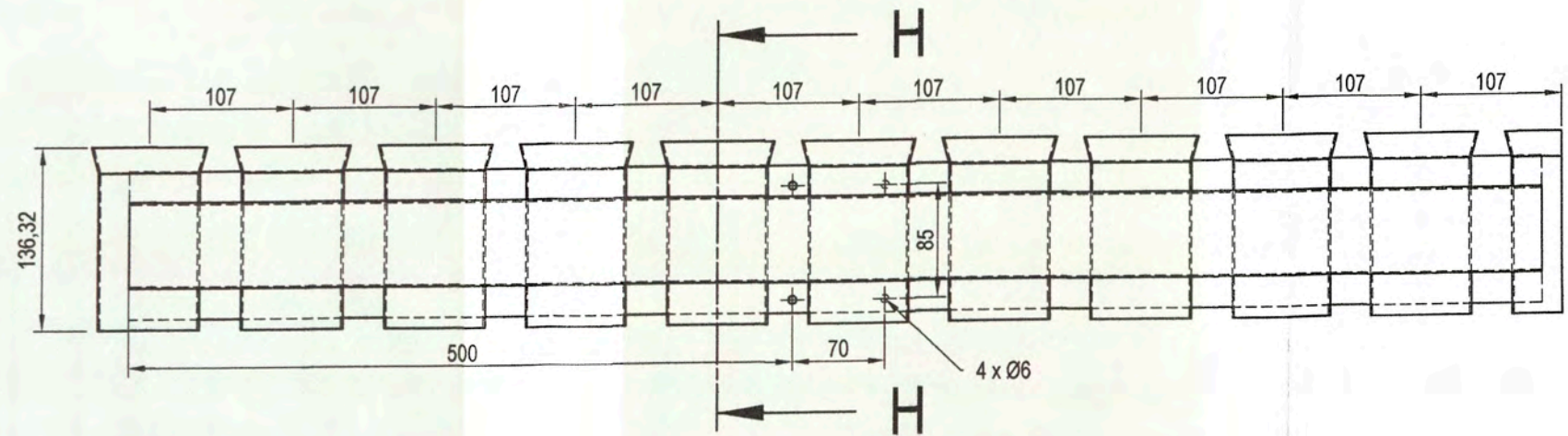


PARTE N° 11

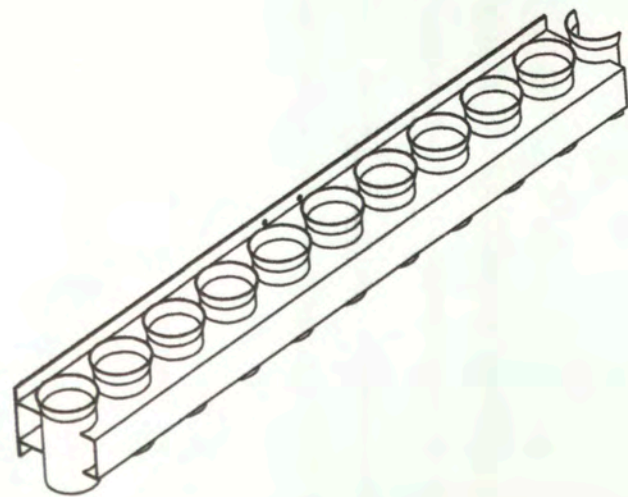
<b>Alineador de Botellas</b> TITULO SOPORTE DE SISTEMA PORTACOPAS		DISEÑO		Alan J. Romero	
		SIZE A3	DWG NO ALINEADOR-10	REV	
ESCALA:		1:1		HOJA 10 DE 14	



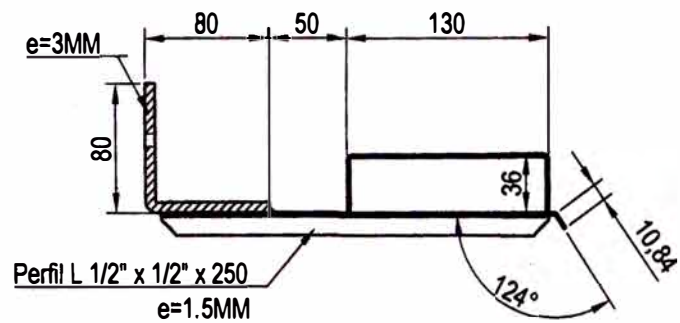
SECCION H-H



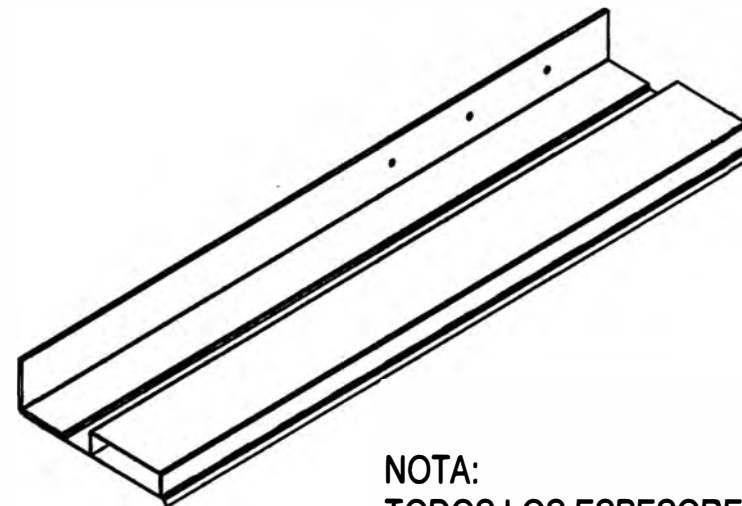
NOTA:  
TODOS LOS ESPESORES SON  
DE PLANCHA DE 1.5 MM



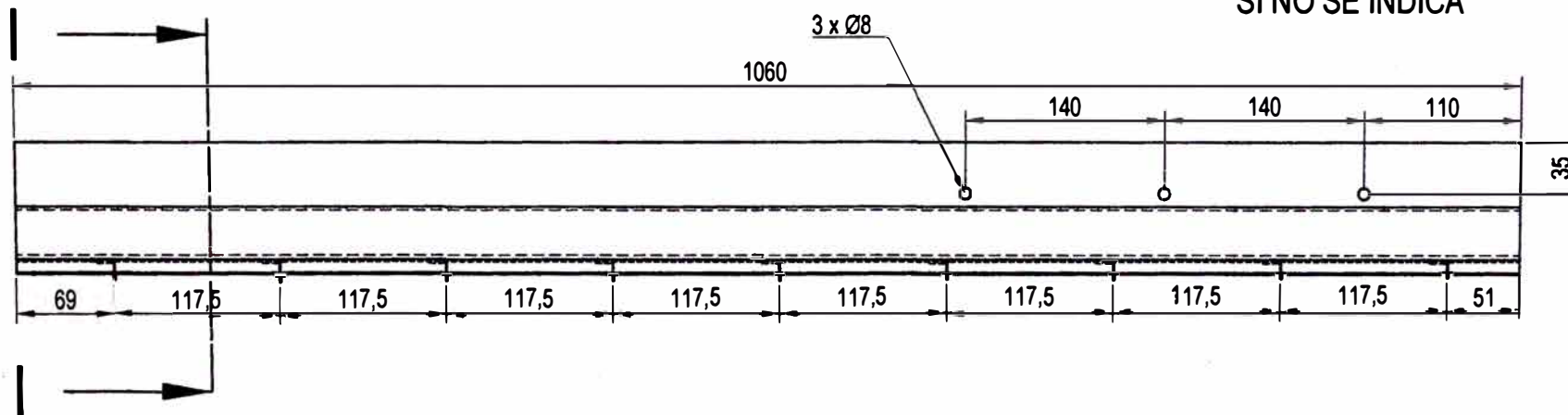
<b>Alineador de Botellas</b>		DISEÑO		Alan J. Romero	
		SIZE	DWG NO	REV	
TITULO		A3	ALINEADOR-11		
PORTABOTELLAS DE 10 CAVIDADES		ESCALA:	1:5	HOJA 11 DE 14	



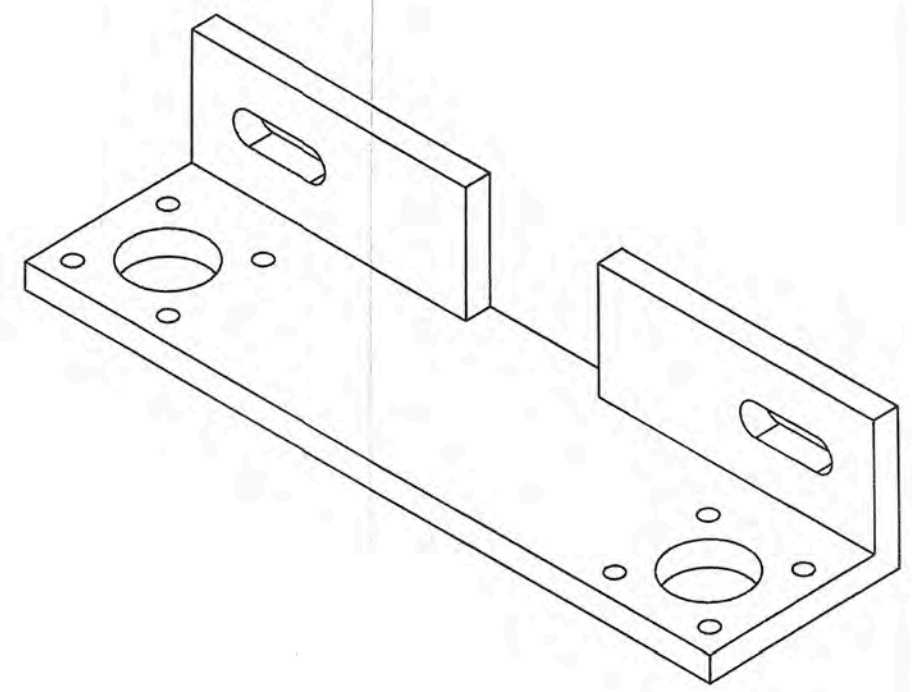
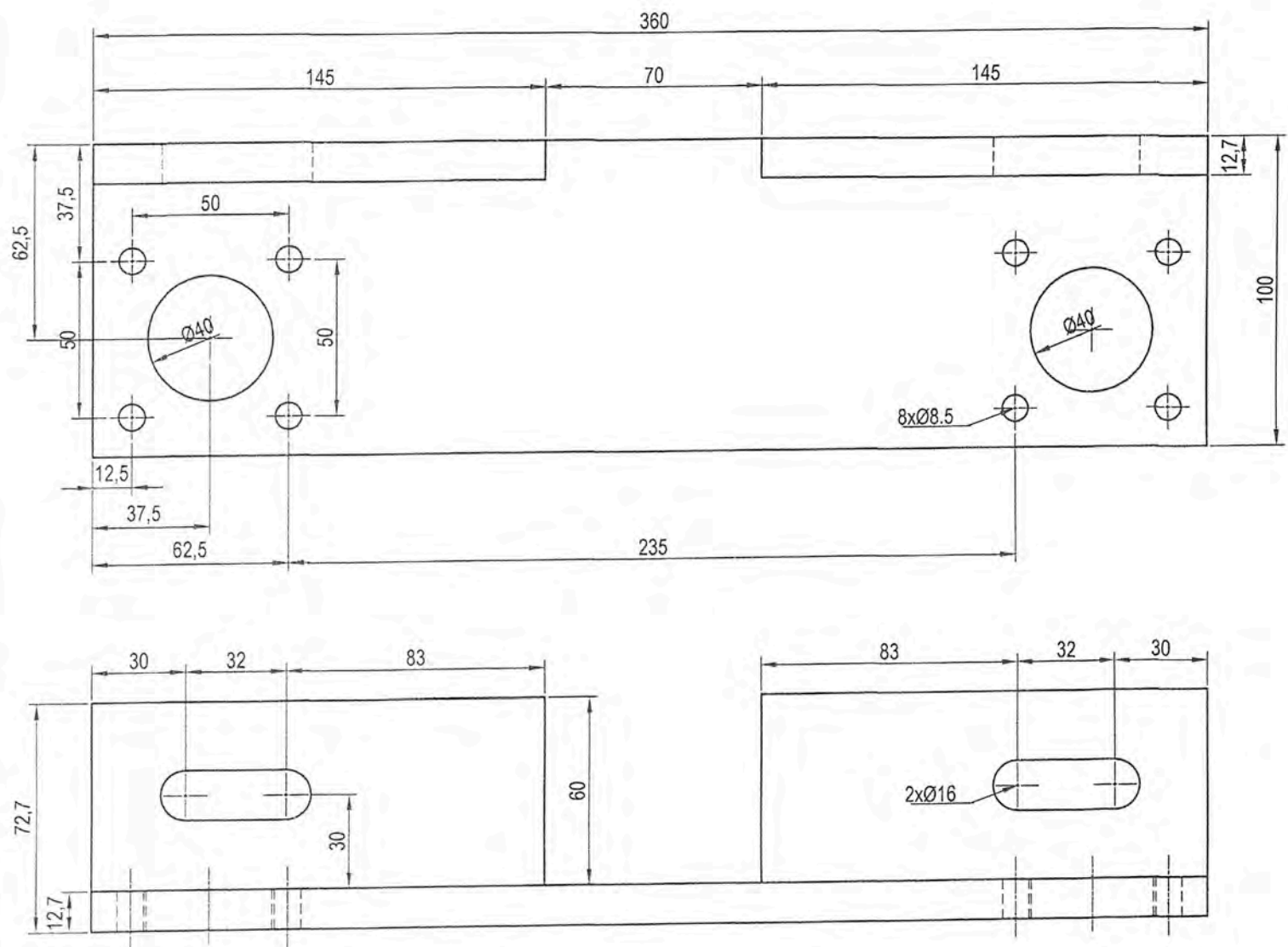
# SECCION I-I



NOTA:  
TODOS LOS ESPEORES SON  
DE PLANCHA DE 1.5 MM  
SI NO SE INDICA



<h2>Alineador de Botellas</h2>		DISEÑO	
		Alan J. Romero	
TITULO	SIZE	DWG NO	REV
	A4	ALINEADOR-12	
BANDEJA DE BOTELLAS		ESCALA:	HOJA 12 DE 14
		1 : 5	



<b>Alineador de Botellas</b>		DISEÑO <b>Alan J. Romero</b>		
		SIZE A3	DWG NO ALINEADOR-13	REV 
TITULO BASE DE SOPORTE SUPERIOR		ESCALA: 1:2	HOJA 13 DE 14	