



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD CULHUACAN

TESINA

Seminario de titulación:
"Automatización industrial y sus tecnologías"
FNS4762004/07/2008

AUTOMATIZACIÓN DE UNA SOPLADORA DE PLÁSTICO

Que como prueba escrita de su examen Profesional
para obtener el Título de: Ingeniero Mecánico

P r e s e n t a n:

**DOMÍNGUEZ FLORES JOSÉ AGUSTÍN
GONZÁLEZ RAMÍREZ GENARO
MALDONADO BARRERA CRISTHIAN DANIEL
PERALTA ÁLVAREZ JULIO EDGAR**



México D.F.

Enero 2009

IPN
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECÁNICO.

POR LA OPCIÓN DE: SEMINARIO DE TITULACIÓN.
FNS4762004/07/2008

NOMBRE DEL SEMINARIO: AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y SUS TECNOLOGÍAS.

DEBERÁ DESARROLLAR: DOMÍNGUEZ FLORES JOSÉ AGUSTÍN
GONZÁLEZ RAMÍREZ GENARO
MALDONADO BARRERA CRISTHIAN DANIEL
PERALTA ÁLVAREZ JULIO EDGAR

NOMBRE DEL TEMA

“AUTOMATIZACIÓN DE UNA SOPLADORA DE PLÁSTICO”

INTRODUCCION

EL PRESENTE TRABAJO DEMUESTRA LA VIABILIDAD DE AUTOMATIZAR UNA SOPLADORA DE PLÁSTICO, INSTALADA EN LA EMPRESA LUPRIER S.A DE C.V., UTILIZANDO EQUIPO NEUMÁTICO. PARA DICHO FIN SE ANALIZAN ASPECTOS TÉCNICOS ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA, Y SE REALIZO EL ESTUDIO ECONÓMICO PERTINENTE EL CUAL NOS PERMITIÓ CONOCER LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE SISTEMA.

CAPITULADO

INTRODUCCIÓN.
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
II. MARCO TEÓRICO.
III. DESARROLLO TÉCNICO.
IV. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.
V. ESTUDIO ECONÓMICO.
CONCLUSIÓN.
BIBLIOGRAFÍA.

FECHA: MÉXICO D.F. A 15 DE ENERO DE 2009

Ing. Ezequiel Apolonio Santillán Lechuga.
Coordinador académico del seminario.

Ing. Fernando Morales García.
Asesor.

Ing. Magdaleno Vázquez Rodríguez.
Jefe de la carrera de Ingeniería Mecánica.



ÍNDICE.

	PAGINA.
INTRODUCCIÓN.	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
II. MARCO TEÓRICO.	4
2.1. CONTROL.	4
2.1.1. Control automático.	4
2.2. AUTOMATIZACIÓN.	6
2.3. HIDRÁULICA.	7
2.4. NEUMÁTICA.	9
2.4.1. Producción de aire comprimido.	11
2.4.2. Tipos de compresores.	11
2.4.3. Compresores de embolo.	12
2.4.4. Tuberías.	12
2.4.5. Red de aire comprimido.	12
2.4.6. Tuberías interiores para los equipos.	13
2.5. ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO.	14
2.5.1. Cilindro de simple efecto.	16
2.5.2. Cilindro de doble efecto.	16
2.5.3. Válvulas neumáticas.	17
2.6. SENSORES.	18
2.6.1. Tipos de sensores.	19
2.7. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL PLC.	20
2.7.1. Ventajas del PLC.	20
2.7.2. Desventajas del PLC.	21
2.7.3. Partes de un PLC.	21
2.7.4. Funcionamiento de un PLC.	23
III. DESARROLLO TÉCNICO.	24
3.1. DIAGRAMA NEUMÁTICO.	36
3.2. DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.	37
3.3. DIAGRAMA ELÉCTRICO.	38
3.4. DIAGRAMA EN ESCALERA PARA PLC SIEMENS MODELO S7200 CPU224.	39
3.5. SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SOPLADORA DE PLÁSTICO.	48
IV. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.	57

V. ESTUDIO ECONÓMICO.	59
5.1. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE AUTOMATIZACIÓN.	59
5.1.1. Estudio de los proveedores.	59
5.1.2. Comparación de proveedores (Costos totales por pieza).	61
5.2. ELECCIÓN DEL PROVEEDOR.	62
5.3. COSTOS DE INSTALACIÓN.	62
5.3.1. Costos de programación.	62
5.4. AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN.	62
5.5. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN ACTUAL.	64
5.6. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA A SEGUNDA VELOCIDAD.	65
5.7. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA A TERCERA VELOCIDAD.	66
5.8. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN ACTUAL.	67
5.9. COSTO TOTAL PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA.	68
5.9.1. A segunda velocidad.	68
5.9.2. A tercera velocidad.	68
CONCLUSIÓN.	69
BIBLIOGRAFÍA.	70



JUSTIFICACIÓN.

La empresa Luprier S.A. de C.V. cuenta una sopladora de plásticos la cual opera de forma totalmente manual lo que le impide cubrir el consumo total de envases de plástico para la presentación de sus productos, y es por eso que opto por automatizar su máquina de tal forma que esta trabaje a su máxima capacidad y con esto logre cubrir la demanda que presenta de envases.

Adicionalmente este proyecto presenta una oportunidad única para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en las diversas asignaturas impartidas a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica en su especialidad de Hidráulica dentro de la Escuela Superior de Ingeniería mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan perteneciente al Instituto Politécnico Nacional.

OBJETIVO GENERAL.

Automatizar la maquina sopladora de plástico para cubrir la demanda de envases que presenta la empresa Luprier S.A. de C.V. y prescindir de la compra de estos a terceros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Mediante la aplicación de un sistema neumático se busca automatizar la sopladora de plástico de la empresa Luprier S.A. de C.V.

Reducir los costos que implica a la empresa Luprier S.A. de C.V. el adquirir envases para sus productos a una tercería.

I. INTRODUCCIÓN.



INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, la necesidad de automatizar la producción no afecta únicamente a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria. Incluso la industria artesana se ve obligada a desarrollar métodos de producción racionales que excluyan el trabajo manual y no dependan de la habilidad humana. La fuerza muscular y la habilidad manual deben sustituirse por la fuerza y precisión mecánica. La “fuerza neumática” puede realizar muchas funciones mejor y más rápidamente, de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga. Comparando el trabajo humano con el de un elemento neumático, se comprueba la inferioridad del primero en lo referente a capacidad de trabajo.

Si a esto, añadimos que los costos de trabajo están en la proporción aproximada 1: 50 (neumática: humana) quedan justificados los continuos esfuerzos de la industria por reemplazar total o parcialmente al hombre por la maquina en lo que actividades manuales se refiere.

No obstante, sustituir actividades manuales por dispositivos mecánicos y neumáticos, solo es un paso dentro del proceso de automatización de la producción industrial. Este paso está encaminado, al igual que otros muchos, a obtener el máximo provecho con un costo mínimo.

La utilización de la maquina adecuada en cada caso será la forma de evitar que la adquisición de costosos equipos encarezcan el producto de forma desproporcionada, pudiéndose dar el caso de que una maquina especial construida con elementos de serie y que se adapte exactamente a la necesidades del proceso de fabricación, resulte más económica que una maquina estándar.

Visto a largo plazo, se advierte una tendencia regresiva en el número de empleados de las industrias que realizan trabajos muy repetitivos, lo cual no solamente es debido a la creciente automatización, sino a que en un futuro próximo no se encontrara personal para según qué tipo de trabajos.

La energía neumática no es utilizable en todos los casos de automatización. Las posibilidades técnicas de la neumática están sometidas a ciertas limitaciones en lo que se refiere a fuerza, espacio tiempo y velocidad en el proceso de la información. Esta tecnología tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente la empresa Luprier S.A. de C.V. cuenta con una sopladora de plástico que opera de forma totalmente manual.

De las cuatro velocidades disponibles en la maquina las cuales son:

- 1ra. Velocidad: 4 unidades por minuto.
- 2da. Velocidad: 8 unidades por minuto.
- 3ra. Velocidad: 12 unidades por minuto.
- 4ta. Velocidad: 16 unidades por minuto.

Solamente se ocupa la primera debido a que el operador no soporta un ritmo de trabajo más elevado.

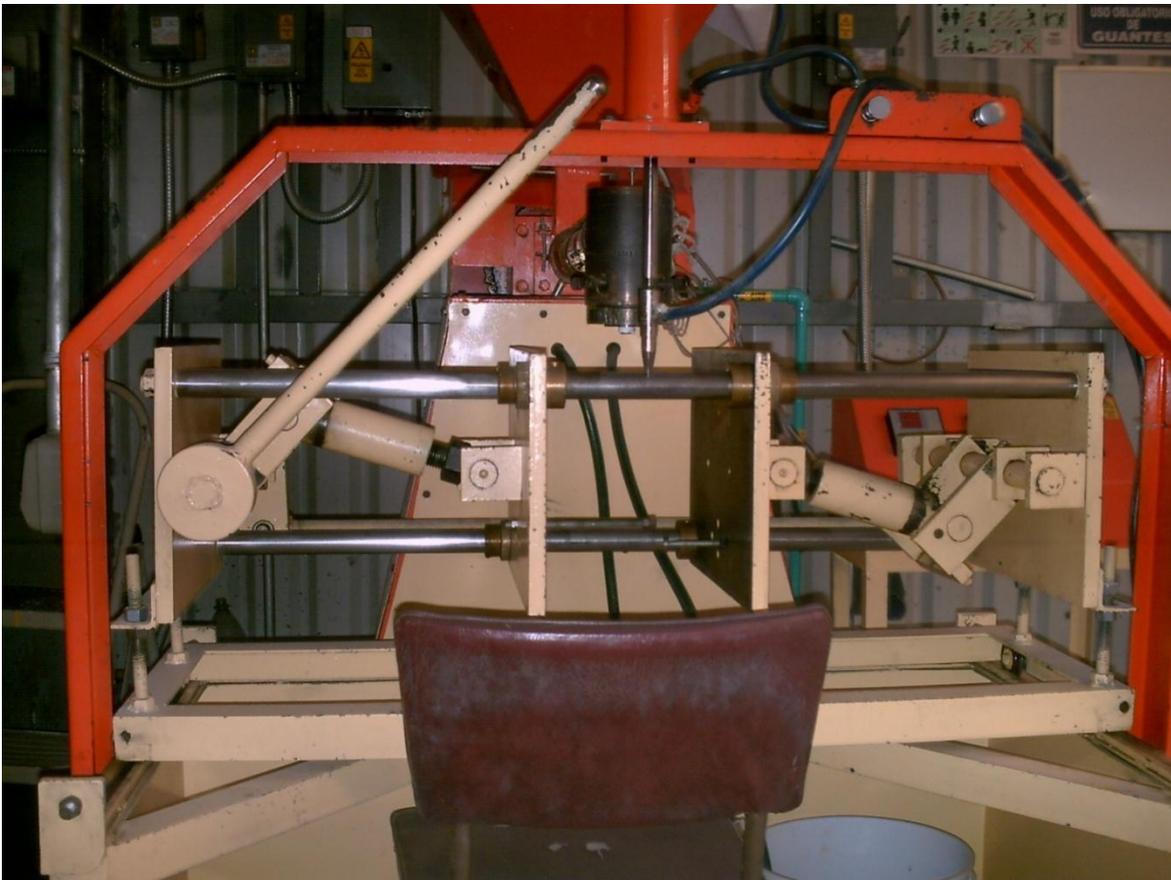


Figura 1.1. Situación actual de la sopladora de plástico.

El proceso a automatizar es el siguiente:

Al iniciar el proceso, es necesario que el chorro del material, proveniente del cañón, tenga la altura necesaria, la cual será la misma que la altura del frasco a formar, al tener el suficiente material, se corre el carro donde ya se encuentra colocado el molde montado en las placas e sujeción, a manera de centrar



el material con respecto a este, una vez centrado, las dos partes del molde se cierran a través de un mecanismo manivela-biela-corredera, el movimiento es realizado por el operador.

El operador gira la manivela en sentido horario, para mover simultáneamente las placas de montaje, a través de un mecanismo de bielas para así cerrar el molde y alojando en su interior el material, una vez cerrado el molde, la corredera alcanza una posición de bloqueo, la cual sirve para que el molde no se abra a menos que el operador este consiente de este hecho.

Una vez cerrado el molde, casi de manera simultánea el operador corta el chorro del material para poder retraer el carro de la alineación donde se obtuvo el material, para alinearse ahora con la boquilla de soplado, no por esto la salida del chorro de material se interrumpe, por el contrario el cañón sigue inyectando material, lo cual nos restringe el proceso a realizarlo en cierto tiempo.

Una vez que el carro se encuentra alineado con la boquilla de soplado, el operador acciona un cilindro neumático, el cual baja con la boquilla de soplado hasta el molde e introduce solo la punta de la boquilla en el material, para que sople aire a presión, el cual se obtiene cuando el operador acciona otra válvula neumática, y así infle el material para que tome la forma de nuestro molde.

El molde no se abre, aunque la fuerza ejercida por la presión del aire de soplado es relativamente alta, ya que la corredera alcanzo con anterioridad una posición de bloqueo.

Una vez inflado el material, el operador obstruye el paso del aire comprimido hacia la boquilla y retira el cilindro neumático donde se encuentra montada esta.

Posteriormente el operador abre el molde y retira con la mano el frasco ya formado y reinicia otra vez el ciclo.

II. MARCO TEÓRICO.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. CONTROL.

Cuando escuchamos la palabra "control", regularmente, tendemos a pensar en ecuaciones matemáticas complejas, que describen el funcionamiento de dispositivos electrónicos, sin tratar de vislumbrar un concepto simple que nos permita definir a la palabra "control" como algo cotidiano. Sin embargo, dicha palabra se usa para describir muchas acciones de nuestra vida diaria y que no tienen nada que ver con sistemas automatizados o algo por el estilo. Comencemos a definir el significado de la palabra "control" empleando un ejemplo muy simple y que quizás en cierto modo parezca un poco burdo. Imaginemos una oficina en la cual concurren un grupo de personas (empleados), para lograr un objetivo. En esta oficina se realizan diferentes actividades como escribir a máquina, enviar fax, llamar por teléfono etc. A estas actividades, las llamaremos eventos, que a su vez forman parte de un proceso y tienen parámetros, como la rapidez con que se llevan a cabo o la cantidad de acciones. En esta oficina, existe un jefe, el cual decide a cerca de los eventos, su orden y parámetros que habrán de realizarse dentro del proceso, a fin de llegar al objetivo, razón por la cual se dice que este jefe tiene el control de la oficina.

Como podemos observar el concepto de control está relacionado con la toma de decisiones, en este caso el jefe de la oficina, realiza el control de la misma porque tiene la facultad de tomar decisiones. Por esta razón podemos definir el control, como el poseer la toma de decisiones a cerca de los eventos y parámetros de dichos eventos, dentro de un proceso.

Pasando a otro ejemplo, imaginemos el proceso de conducir un automóvil, en donde el conductor tiene el control del mismo, puesto que este decide a cerca de eventos como virar a la izquierda o virar a la derecha, así como también a cerca de parámetros como acelerar, frenar, etc.

2.1.1. CONTROL AUTOMÁTICO.

En los párrafos anteriores se dio una definición de lo que es control por medio de algunos ejemplos, siguiendo la misma temática, supongamos un ejemplo más: en esta ocasión y de acuerdo con la figura 2.1, un operador tiene el control de la máquina inyectora de plásticos. El operador decide eventos como cerrar el molde, inyectar, expulsar la pieza, etc. También decide el orden de los mismos, decide si primero cierra el molde y después inyecta o si lo hace al revés. Otras variables sobre la que decide, son los parámetros propios del proceso como la temperatura, los tiempos, etc.

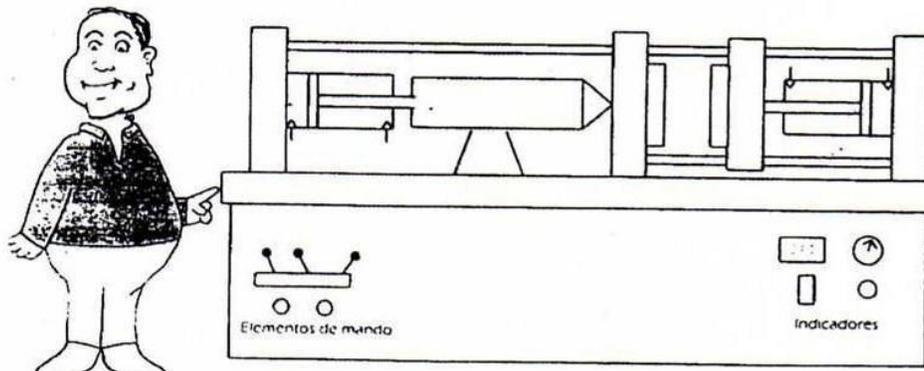


Figura 2.1. Control manual.



En este caso se dice que se cuenta con un control manual del proceso por parte del operador y se realiza en base a una secuencia memorizada del mismo, así como información reportada por instrumentos como termómetros, timers, etc.

Cuando a esta máquina le es colocado un dispositivo que se encargue de tomar las decisiones que tomaba el operador, se dice que cuenta con un control automático como lo muestra la figura 2.2.

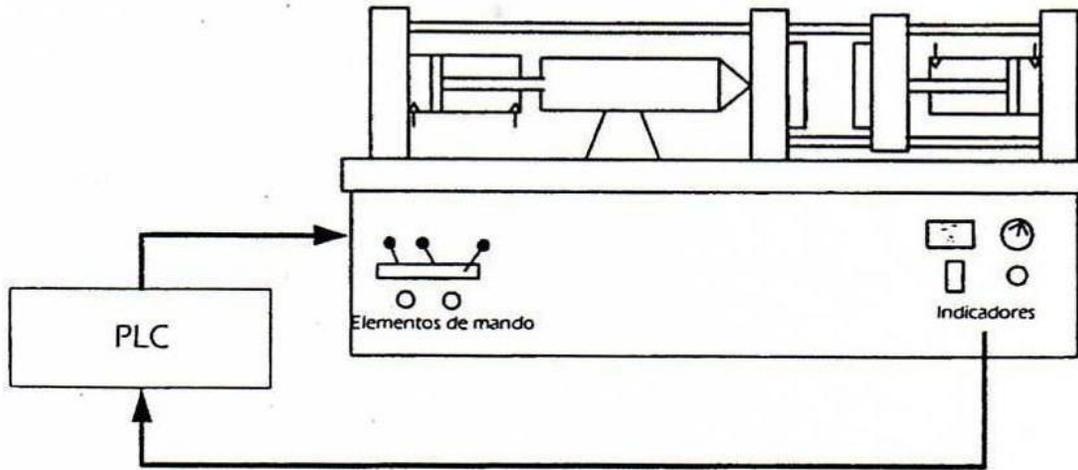


Figura 2.2. Control automático.

De acuerdo con lo anterior, podemos definir al control automático como el tomar las decisiones a cerca de los eventos y parámetros que componen a un proceso, de manera autónoma, es decir sin la intervención de un ser humano. Es importante destacar que el control única y exclusivamente tiene la función de tomar las decisiones, mas no es capaz de realizar las acciones correspondientes al proceso.

2.2. AUTOMATIZACIÓN.

El término "Automatización", se ha convertido en una palabra de actualidad, aún cuando su aplicación se realiza prácticamente desde que el hombre existe en la tierra. Definamos pues el concepto de automatización. En nuestros días la automatización, está considerada una tecnología, que basada en la técnica para la realización de un proceso y apoyada en otras tecnologías como a mecánica, la electrónica o la computación, crea los elementos necesarios para que un proceso se realice de manera autónoma o sin la intervención del ser humano.

Ilustremos lo anterior por medio de un ejemplo: un operador encargado de realizar el proceso de empaque de producto, a través del tiempo y la experiencia, ese operador ha desarrollado una técnica para la realización de su trabajo, en esta técnica se basará la automatización, para crear elementos como sistemas neumáticos, mecánicos, etc. Que permitan el empaque del producto sin depender del operador. Obviamente dentro de estos elementos se encuentra aquel que tomará las decisiones, es decir el control. Como comentábamos la automatización no es un concepto nuevo y se ha venido aplicando desde hace mucho tiempo, y de acuerdo con ello, está ha evolucionado y avanzado convirtiéndose en complejos sistemas que hoy en día conocemos. A partir de esta evolución surge una clasificación de la automatización, que son: automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

La automatización fija, está considerada como aquella en la cual se encuentran bien determinados los eventos que componen a un proceso, así como el orden de los mismos y en donde un cambio implica modificaciones mecánicas o eléctricas de mucha complejidad, ejemplo de ello son las máquinas automáticas que realizan procesos mediante una serie de mecanismos como árboles de ejes u otros mecanismos de sincronización, las máquinas que cuentan controles basados en relevadores o lógica cableada, los sistemas de control neumático, entre otros.

Los cada vez más exigentes mercados obligan a las empresas manufactureras a tener más versatilidad en sus procesos de producción, por lo que los sistemas automáticos basados en automatizaciones fijas, tienden a ser sustituidos por aquellos que permitan tener una reprogramación de los eventos y su orden dentro de un proceso. Ejemplo de ellos son todos aquellos procesos cuyo control está basado en sistemas por PLC's o computadoras. Sin embargo, los mercados continúan con sus altas exigencias, al mismo tiempo que las crisis económicas recrudecen, es aquí en donde surge una tercera clasificación de automatización, la automatización flexible, en la cual el sistema no solo se puede programar desde el punto de vista software sino ahora también lo que corresponde al hardware, considerando con ello que los sistemas no solo puedan cambiar los eventos o su orden dentro del proceso sino que también puedan cambiar el proceso mismo. Un ejemplo muy claro de lo anterior, puede verse en la industria automotriz, en donde en años anteriores la producción de automóviles se realizaba por "lotes" es decir se producía un cierto número de unidades de un modelo, se realizaban los cambios necesarios en la línea de producción para producir otro lote de unidades de diferente modelo, lo que implica costos altos en el cambio de la línea además de costos de stock. Por otra parte el mercado exigente solicitaba mayor diversidad en las unidades producidas, por esta razón se ven en la necesidad de implantar un modelo de automatización de tipo flexible de tal forma que esto no representara altos costos ni modificaciones mayores al equipo de trabajo.



2.3. HIDRÁULICA.

La hidráulica utiliza básicamente los fluidos hidráulicos como medios de presión para mover los pistones de los cilindros. En la figura 2.3 se representa el movimiento típico de un pistón dentro del cilindro gracias a la energía proporcionada por un sistema hidráulico formado por una bomba, un depósito y un conjunto de tuberías que llevan el fluido a presión hasta los puntos de utilización.

Dentro de estos sistemas se encuentran los motores hidráulicos con velocidades que abarcan desde 0,5 rpm hasta 10.000 rpm y el par que proporcionan va desde 1 Nm (baja velocidad) hasta 20.000 Nm (alta velocidad).

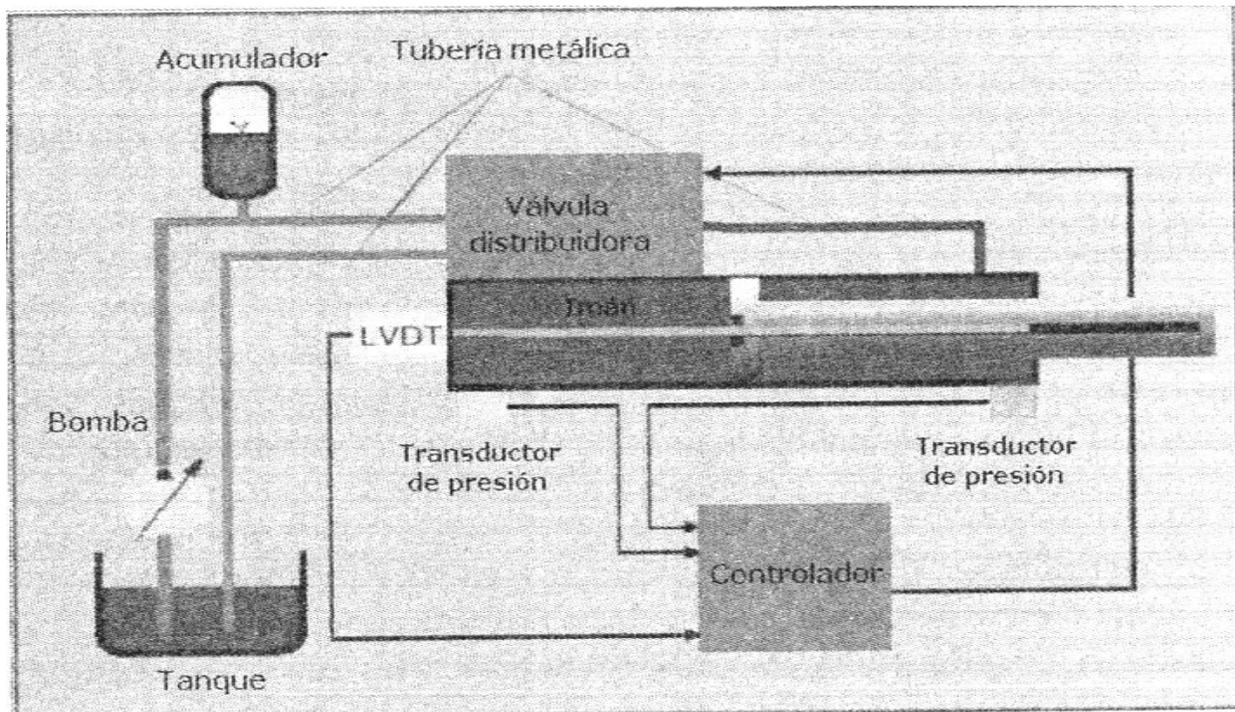


Figura 2.3. Circuito típico de un pistón dentro del cilindro en un sistema hidráulico.

Los sistemas hidráulicos se aplican típicamente en dispositivos móviles tales como maquinaria de construcción, excavadoras, plataformas elevadoras, aparatos de elevación y transporte, maquinaria para agricultura y simuladores de vuelo.

Sus aplicaciones en dispositivos fijos abarcan la fabricación y montaje de máquinas de todo tipo, líneas transfer, aparatos de elevación y transporte, prensas, máquinas de inyección y moldeo, máquinas de laminación, ascensores y montacargas.

Tienen las siguientes ventajas:

Gran potencia transmitida con pequeños componentes, posicionamiento preciso, arranque con cargas pesadas, movimientos lineales independientes de la carga ya que los líquidos son casi incompresibles y pueden emplearse válvulas de control, operación suave e inversa, buen control, regulación y disipación favorable de calor.

Y entre sus desventajas figuran:

Polución del ambiente con riesgo de incendio y accidentes en el caso de fuga de aceite, sensibilidad a la suciedad, peligro presente debido a las excesivas presiones, dependencia de la temperatura por cambios en la viscosidad.

Análogamente a los sistemas neumáticos, los sistemas hidráulicos se complementan con los eléctricos y electrónicos mediante dispositivos tales como válvulas solenoide, señales de realimentación de interruptores magnéticos, sensores e interruptores eléctricos de final de carrera. Es fácil, en particular en sistemas complejos, acoplarles un PLC (Programmable Logic Controller) que les permite programar la lógica de funcionamiento de varios cilindros.

En determinadas aplicaciones, tales como en movimientos de aproximación rápido y avance lento, típicos de las fresadoras y rectificadoras, en la sujeción de piezas utilizadas en los cortes a alta velocidad sobre materiales duros y en la automatización de procesos de producción, se combinan los sistemas neumático, hidráulico y eléctrico en la forma siguiente:

Circuito electroneumático; Accionamiento eléctrico – Actuador neumático.

Circuito oleoneumático; Accionamiento neumático – Actuador hidráulico.

Circuito electrohidráulico; Accionamiento eléctrico – Actuador hidráulico.



2.4. NEUMÁTICA.

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire y así en sus comienzos el hombre utilizó el viento en la navegación y en el uso de los molinos para moler grano y bombear agua. En 1868 George

Westinghouse fabricó un freno de aire que revolucionó la seguridad en el transporte ferroviario. Es a partir de 1950 que la neumática se desarrolla ampliamente en la industria con el desarrollo paralelo de los sensores.

Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc.

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo coste de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación y el bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar) lo que constituye un factor de seguridad. Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones. Entre las desventajas figura la imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire, los altos costes de la energía neumática y las posibles fugas que reducen el rendimiento.

La neumática precisa de una estación de generación y preparación del aire comprimido formada por un compresor de aire, un depósito, un sistema de preparación del aire (filtro, lubricador y regulador de presión), una red de tuberías para llegar al utilizador y un conjunto de preparación del aire para cada dispositivo neumático individual (figura 2.4).

Los sistemas neumáticos se complementan con los eléctricos y electrónicos lo que les permite obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad. Utilizan válvulas solenoide, señales de realimentación de interruptores magnéticos, sensores e interruptores eléctricos de final de carrera. El PLC (Programmable Logic Controller) les permite programar la lógica de funcionamiento de un cilindro o de un conjunto de cilindros realizando una tarea específica.

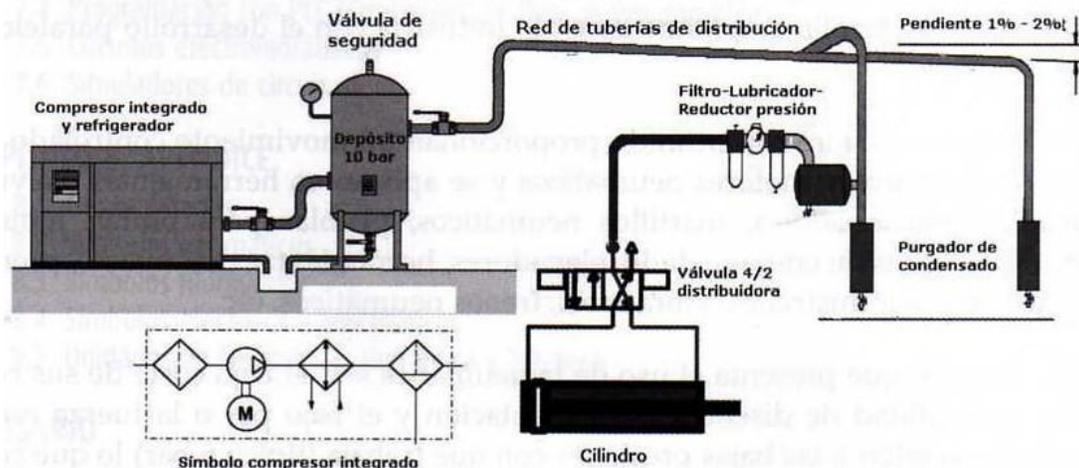


Figura 2.4. Preparación del aire comprimido.

En determinadas aplicaciones, tales como en movimientos de aproximación rápido y avance lento, típicos de las fresadoras y rectificadoras, en la sujeción de piezas utilizada en los cortes a alta velocidad sobre materiales duros y en la automatización de procesos de producción, se combinan la neumática y la hidráulica en un circuito oleo neumático, utilizando la parte neumática para el accionamiento y control y la parte hidráulica para realizar el trabajo mecánico.

TABLA 2.4.1. Características comparativas de los sistemas neumáticos e hidráulicos.

	Neumática	Hidráulica
Efecto de las fugas	Solo pérdida de energía	Contaminación
Influencia del ambiente	A prueba de explosión. Insensible a la temperatura	Riesgo de incendio en caso de fuga. Sensible a cambios de la temperatura
Almacenaje de energía	Fácil	Limitada
Transmisión de energía	Hasta 1.000 m.. Caudal $v = 20 - 40$ m/s. Velocidad de la señal $20 - 40$ m/s	Hasta 1.000 m.. Caudal $v = 2 - 6$ m/s. Velocidad de la señal hasta 1.000 m/s
Velocidad de operación	$V = 1,5$ m/s	$V = 0,5$ m/s
Coste de la alimentación	Muy alto	Alto
Movimiento lineal	Simple con cilindros. Fuerzas limitadas. Velocidad dependiente de la carga	Simple con cilindros. Buen control de velocidad. Fuerzas muy grandes
Movimiento giratorio	Simple, ineficiente, alta velocidad	Simple, par alto, baja velocidad
Exactitud de posición	1/10 mm posible sin carga	Puede conseguirse 1 mm
Estabilidad	Baja, el aire es compresible	Alta, ya que el aceite es casi incompresible, además el nivel de presión es más alto que en el neumático
Fuerzas	Protegido contra sobrecargas. Fuerzas limitadas por la presión neumática y el diámetro del cilindro ($F = 30$ kN a 6 bar)	Protegido contra sobrecargas, con presiones que alcanzan los 600 bar y pueden generarse grandes fuerzas hasta 3.000 kN



TABLA 2.4.2. Características de los sistemas Neumático/Hidráulico y Eléctrico/Electrónico.

	Neumático/Hidráulico	Eléctrico/Electrónico
Elementos de trabajo	Cilindros Motores Componentes	Motores eléctricos Válvulas de solenoide Motores lineales
Elementos de control	Válvulas distribuidoras direccionales	Contactores de potencia Transistores Tiristores
Elementos de proceso	Válvulas distribuidoras direccionales Válvulas de aislamiento Válvulas de presión	Contactores Relés Módulos electrónicos
Elementos de entrada	Interruptores Pulsadores Interruptores final de carrera Módulos programadores Sensores	Interruptores Pulsadores Interruptores final de carrera Módulos programadores Sensores Indicadores/generadores

2.4.1. PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.

Los sistemas neumáticos de mando consumen aire comprimido, que debe estar disponible en el caudal suficiente y con una presión determinada según el rendimiento de trabajo. El técnico neumático conecta su instalación a la red de aire comprimido, ya que normalmente la producción del mismo no pertenece a su campo de trabajo y presupone la existencia de suficiente aire comprimido pero con la primera aplicación de la Neumática surge el tema de la instalación productora de aire comprimido.

El grupo principal de una instalación productora de aire comprimido es el compresor, del que existen varios tipos para las distintas posibilidades de utilización.

Se llama compresor a toda máquina que impulsa aire, gases o vapores, ejerciendo influencia sobre las condiciones de presión.

2.4.2. TIPOS DE COMPRESORES.

Según el tipo de ejecución, se distingue entre compresores de émbolo y compresores de caudal, que a su vez se subdividen en muchos subgrupos. Los compresores de caudal se utilizan en aquellos casos en que se precisa el suministro de grandes caudales con pequeña presión final, indicándose como económico el empleo de estos compresores con suministros de 600 Nm³/min aproximadamente. Las presiones necesarias en Neumática se consiguen con ejecuciones de una etapa o de varias; por lo que en la práctica, los compresores de caudal apenas se utilizan en

Neumática. En la práctica, los compresores más empleados y que han dado mejor resultado en las instalaciones productoras de aire comprimido para los usos de los sistemas neumáticos de mando, son los compresores de émbolo y los rotatorios, que a su vez también se subdividen en varios subgrupos.

2.4.3. COMPRESORES DE ÉMBOLO.

El compresor más frecuentemente empleado es el de émbolo (figura 2.5), pudiendo emplearse como unidad estacionaria (fija) o móvil y existiendo desde los equipos más pequeños hasta los que entregan caudales superiores a los 500 Nm³/min. Los compresores de émbolo de un escalón comprimen el aire hasta la presión final de 6 Kg/cm² y en casos excepcionales llegan hasta los 10 Kg/cm²; los compresores de dos escalones llegan normalmente hasta los 15 Kg/cm²: pudiendo conseguir los compresores de émbolo de alta compresión con tres y cuatro escalones, presiones finales de hasta 250 Kg/cm².

Las ejecuciones más adecuadas para la Neumática son las de uno y dos escalones; con preferencia del de dos escalones sobre el de uno en cuanto la presión final exceda de los 6 Kg/cm², porque se proporciona una potencia equivalente con gastos de accionamiento más bajos.

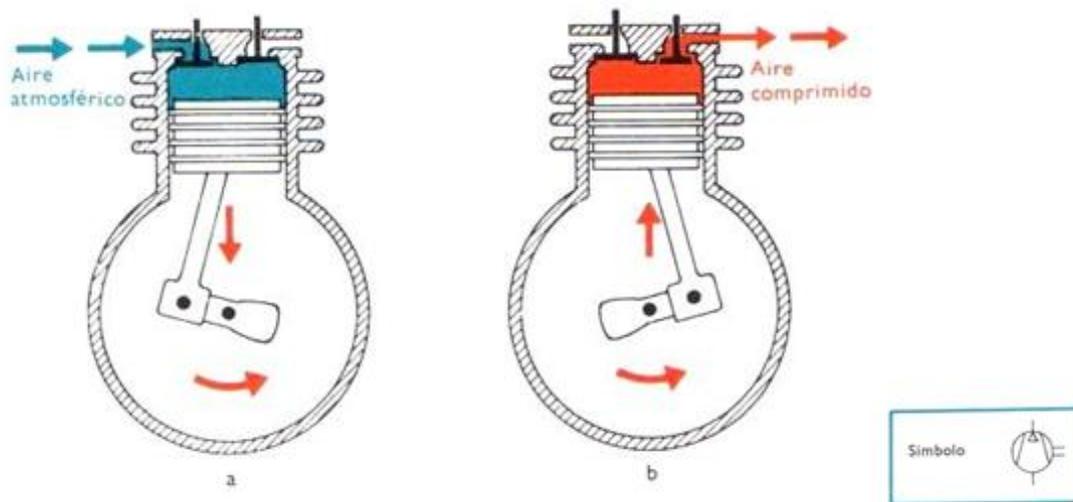


Figura 2.5. Sección de un compresor de embolo refrigerado por aire. a) Aspiración b) Compresión.

2.4.4 TUBERÍAS.

Las tuberías de aire comprimido pueden tener desde algunos mm de diámetro interior hasta varios cm pudiendo ser de goma, plástico o metal, pero nunca debe emplearse el antiguo tubo de gas.

2.4.5 RED DE AIRE COMPRIMIDO.

Se entiende por red de aire comprimido el conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas fijamente unidas entre si y que conducen el aire comprimido a los puntos de toma para los equipos consumidores individuales. Los criterios principales de una red son la velocidad de circulación y la caída de presión en las tuberías así como la estanqueidad de la red en conjunto.



2.4.6 TUBERÍAS INTERIORES PARA LOS EQUIPOS.

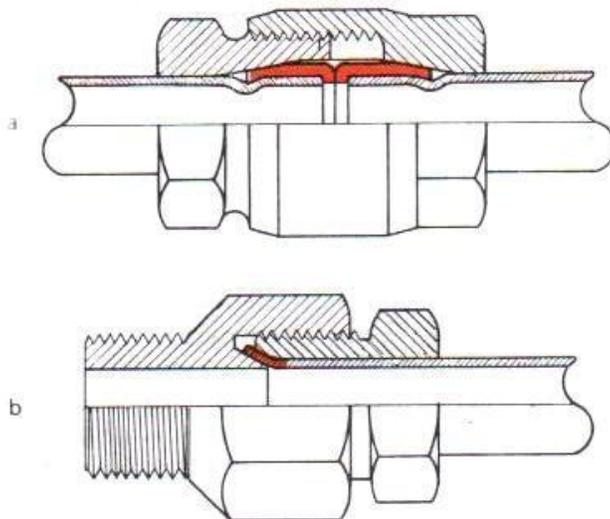
La oferta de tuberías de aire comprimido para el interior de los equipos es mucho mayor que para las de la red general; empleándose tuberías de acero de paredes delgadas, de cobre, de plástico y mangueras de goma y plástico. Cuanto mayor es un equipo neumático, tanto más se emplean uniones rígidas para las tuberías. La selección del material para las conducciones está condicionada por las influencias del medio ambiente (por ejemplo agua, polvo, temperatura, vapores, corrosivos, etc.), por la carga (esfuerzos mecánicos) y también por la frecuencia de maniobra del aire comprimido debido a las salidas y purgas de la tubería en breves instantes. Otro nuevo punto a considerar podría ser el hecho de si la máquina neumática está destinada a ser vendida o a ser empleada en el taller propio.

Las tuberías interiores de las máquinas se unen entre sí mediante racores.

Para esta finalidad, además de los racores de anillo cortante y de los de anillo opresor según DIN 2353 y 2367, también se dispone de otros sistemas de racores especialmente aptos para los tubos de cobre (figura 2.6). El racor de anillo opresor representado en la figura 3.6 tiene la ventaja de que la tubería puede montarse y desmontarse sin desplazamiento axial.

Los racores para las conducciones de plástico, que se emplean cada vez en mayor número se ofrecen en un amplio surtido. La unión de los tubos con los nuevos racores rápidos es sencilla, barata, rápida y, en la mayoría de los casos, se hace sin herramientas. Los racores rápidos se emplean también para la unión de las tuberías con los elementos individuales de mando y de trabajo.

Las secciones de las tuberías por el interior de los equipos deben estar proporcionadas al diámetro de paso de los elementos neumáticos de mando y de trabajo. Las tuberías dimensionadas por defecto disminuyen el rendimiento del elemento a ellas conectado.



*Figura 2.6. a) Atornilladura de anillo opresor para la conexión y desconexión rápida de tuberías sin desplazamiento axial.
b) Atornilladura de reborde (en la actualidad se utiliza en casos aislados)*

2.5. ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO.

Los elementos de trabajo, al igual que los de mando se clasifican en tres grupos, de acuerdo a la energía que utilizan para su operación, estos son: Los neumáticos que emplean aire a presión como fuente de energía, los hidráulicos cuya fuente de energía es un líquido a presión y los eléctricos que emplean la energía eléctrica para operar. Para el caso de los neumáticos y también los hidráulicos, pueden clasificarse en tres grandes grupos: los lineales, aquellos cuyo movimiento se realiza en línea recta, los de giro limitado, que giran una cierta cantidad de grados y los motores o giro continuo. Los símbolos empleados para su descripción del sistema son los mostrados en la figura 2.7.

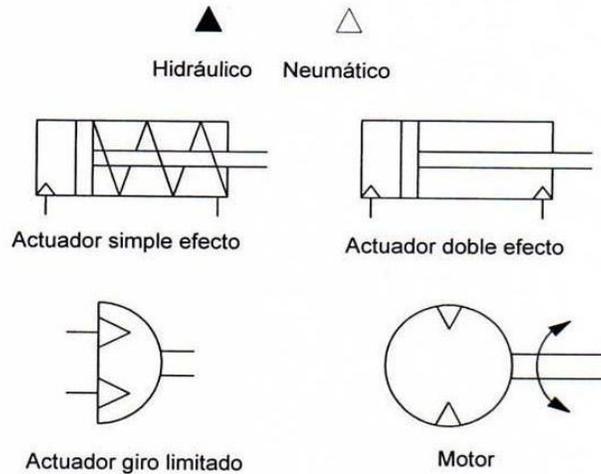
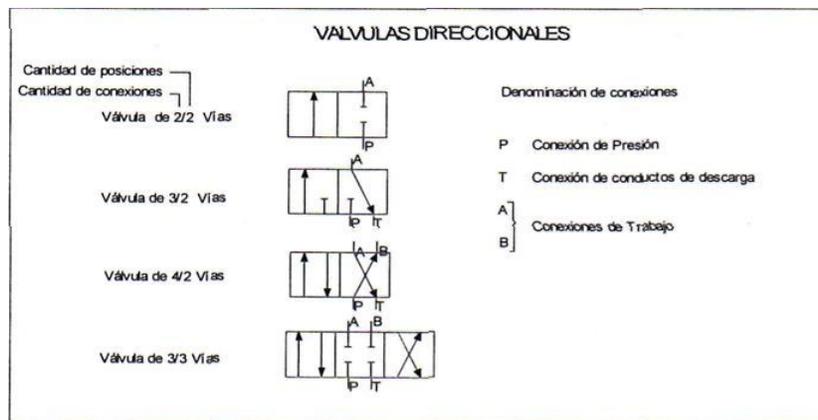
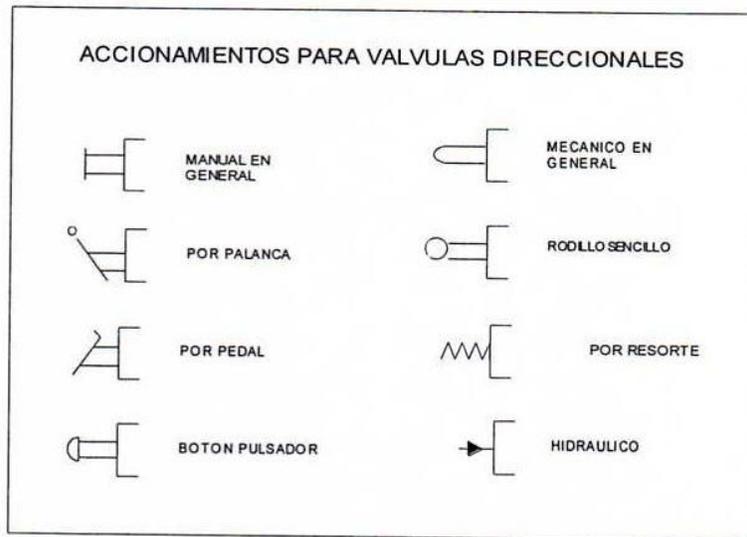


Figura 2.7. Elementos de trabajo.

Los elementos de mando correspondientes a los elementos de trabajo neumático o hidráulico, convencionales, se clasifican en tres grupos: elementos de mando de dirección, que son válvulas direccionales que permiten enviar fluido a un puerto u otro de los elementos de trabajo cambiando don ello su sentido de trabajo. Los elementos de mando de velocidad, que son aquellos que restringen o regulan el fluido de aire o líquido al elemento de trabajo regulando con ello su velocidad y por último los elementos de mando de fuerza quienes limitan o regulan la presión del fluido para tener mando sobre la fuerza del elemento de trabajo. Los símbolos empleados para su representación son ilustrados en la figura 2.8.



a)



b)



c)

Figura 2.8. Elementos de mando. a) Válvulas direccionales. b) Accionamientos para válvulas direccionales. c) Válvulas de presión y flujo.

Vale la pena mencionar que cuando se emplean elementos neumáticos o hidráulicos convencionales a sistemas automáticos regularmente solo se conecta al controlador los elementos de mando de dirección, permaneciendo los demás para un control manual.

Para el caso de los elementos de trabajo eléctrico, estos se clasifican de manera general en motores de corriente alterna que operan por medio de corriente eléctrica alterna y emplean como elementos de mando contactores, inversores o bien variadores de frecuencia. Otro elemento de trabajo, son los motores de corriente directa cuyos elementos de mando son sus manejadores (drivers) que se encargan de regular parámetros de la corriente eléctrica directa como voltaje, corriente, polaridad etc. Por último un grupo más que corresponde a los elementos de trabajo eléctricos, son los motores especiales, como los elementos de mando drivers que regulan voltaje, corriente frecuencia, etc.

2.5.1. CILINDRO DE SIMPLE EFECTO.

La estanqueidad se logra con un material flexible (perbunano), que recubre el pistón metálico o de material plástico. Durante el movimiento del émbolo, los labios de junta se deslizan sobre la pared interna del cilindro.

En la segunda ejecución aquí mostrada, el muelle realiza la carrera de trabajo; el aire comprimido hace retornar el vástago a su posición inicial.

Aplicación: frenos de camiones y trenes.

Ventaja: frenado instantáneo en cuanto falla la energía



Figura 2.9. Cilindro de simple efecto

2.5.2. CILINDRO DE DOBLE EFECTO.

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

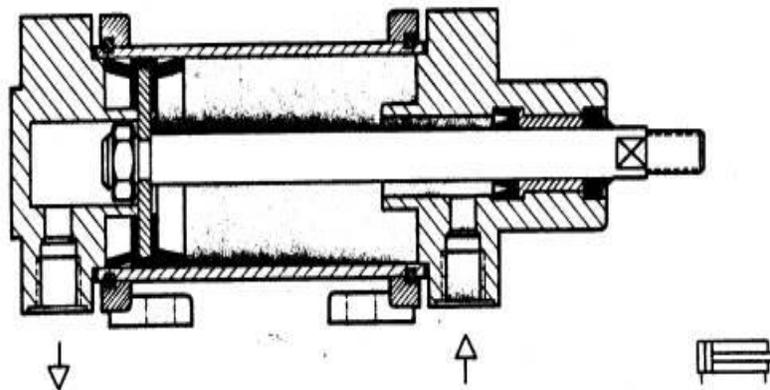


Figura 2.10. Cilindro de doble efecto.



2.5.3. VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y un porte de trabajo, Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas.

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenada en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

Esta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oiéohydrauliques et Pneumatiques).

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

1. Válvulas de vías o distribuidoras
2. Válvulas de bloqueo
3. Válvulas de presión
4. Válvulas de caudal
5. Válvulas de cierre

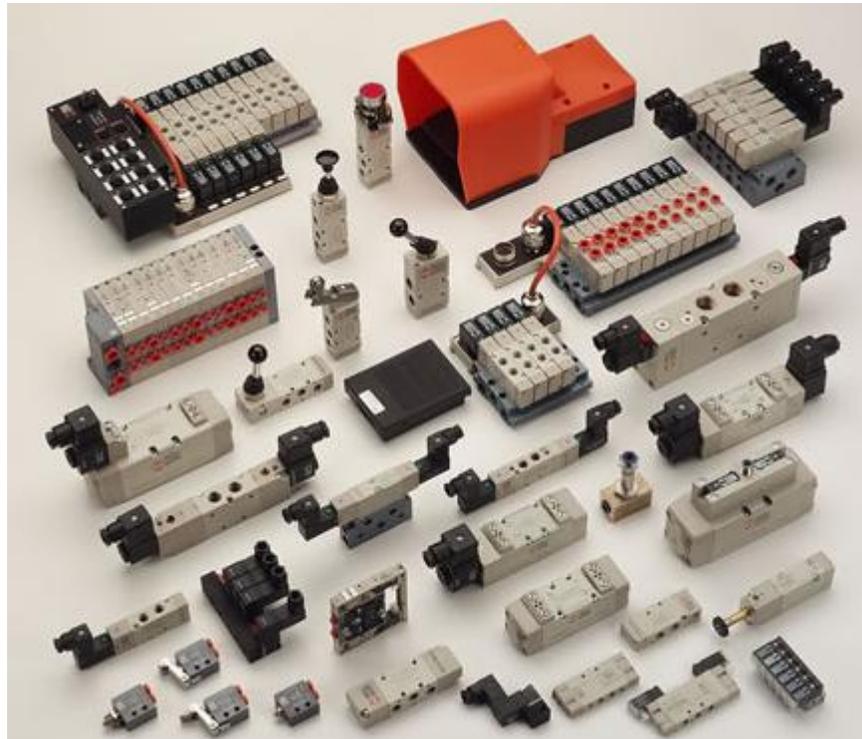


Figura 2.11. Válvulas neumáticas.

2.6. SENSORES.

Los sensores son cada vez más comunes en nuestra vida diaria. Un coche, por ejemplo, utiliza docenas de ellos para permitirnos controlar sus funciones básicas. Sin embargo, este tipo de sensores están muy limitados, puesto que, colocados estáticamente en un lugar, adolecen de la capacidad de analizar o actuar

sobre los datos que detectan, y simplemente, su misión se limita a enviar las mediciones que han registrado a un procesador central.

En definitiva, los sensores todavía podrían dar mucho más de sí. Así lo cree toda una industria tecnológica que está detrás de ellos, y son cada vez más las empresas y los equipos de investigadores que trabajan en el desarrollo de este tipo de dispositivos. En este sentido, compañías como la cadena de supermercados británicos Tesco o la compañía petrolífera Shell han instalado sistemas de primera generación para controlar y chequear el estado de los expendedores de gasolina en sus estaciones de servicio.

Los investigadores hablan ya de una nueva generación de sensores, capaces de organizarse a sí mismos y conectarse en red de manera inalámbrica, y que podrían generar una revolución similar a la que tuvo la aparición de Internet en los años 70 del siglo pasado. Potencialmente, dicen los expertos, estos sensores podrían generar redes que vigilaran la mayoría del planeta, desde los modelos de compra de la gente hasta los movimientos de personas sospechosas. Si a eso le unimos los avances realizados en Inteligencia Artificial, algunos expertos predicen que en los próximos cinco años podrían incluso crearse sensores con inteligencia compleja. La mayoría del tráfico de datos ya no se realizará entre seres humanos, sino entre estas cucarachas de silicio", avanza Bob Metcalfe, investigador de la empresa Ember, con sede en Boston, que trabaja en el desarrollo de este tipo de sensores.

En definitiva, esto es sólo el principio, y como vemos las aplicaciones y sus consecuencias pueden ser muy diversas. Si las expectativas de los expertos no fallan, no van a pasar muchos años para que esta revolución de los sensores se produzca.

Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos o químicos, llamadas variables de instrumentación, y convierte estos fenómenos físicos o químicos en un cambio de alguna de las siguientes variables, por ejemplo: resistencia eléctrica (como una RTD), capacidad eléctrica (como un sensor de humedad), corriente eléctrica (como un fototransistor), etc. La diferencia de un sensor respecto a un transductor, es que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Recordando que la señal que nos entrega el sensor no solo sirve para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable censada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

La sensibilidad de un sensor, es una cualidad del sensor que nos indica que tanto cambia su salida cuando la variable censada cambia. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (ejemplo un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a



digital, un computador y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

2.6.1. TIPOS DE SENSORES.

- ✚ **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.
- ✚ **SENSORES DE PRESENCIA:** Los sensores de presencia tienen como finalidad determinar la presencia de un objeto en un intervalo de distancia especificado. Este tipo de sensores se pueden utilizar en relación con la forma de agarrar o evitar un objeto. Se suelen basar en el cambio provocado en alguna característica del sensor debido a la proximidad del objeto.
- ✚ **SENSORES DE POSICIÓN:** Los sensores de posición se utilizan cuando las partes móviles de máquinas y plantas industriales, deben ser posicionadas, controladas, y vigiladas.
- ✚ **SENSORES DE DISTANCIA:** Este tipo de sensores son ocupados para monitorear y vigilar las distancias entre el sensor y un objeto con el fin de posicionar dicho objeto en el espacio.
- ✚ **SENSORES DE TEMPERATURA:** Existen diferentes tipos de entre los cuales tenemos: Termocuplas, RTD, termistores infrarrojos. Todos ellos tienen el mismo objetivo censar la temperatura de un cuerpo.
- ✚ **SENSORES DE HUMEDAD:** Los sensores de humedad, miden el grado de humedad de un área determinada, para que dicho parámetro se pueda controlar dependiendo de las necesidades del usuario.
- ✚ **SENSORES DE PRESIÓN:** Diseñados en varios tamaños y formas, la mayoría de ellos de tipo de contacto, pueden medir la presión ya sea de fluidos o de cuerpos que estén en contacto con ellos.
- ✚ **SENSORES DE CAUDAL:** Este tipo de sensor se utiliza no solo para medir caudal volumétrico de fluidos, también existen variantes de caudal másico.
- ✚ **SENSORES DE PRESIÓN ACÚSTICA:** Los sensores de presión acústica, funcionan en base a la presión que ejerce una onda sonora en un lugar, algunos fabricantes los conocen como sensores acústicos.
- ✚ **SENSORES DE NIVEL:** Los sensores de nivel, son principalmente usados en depósitos de líquidos, (tanques, cisternas, tinacos, etc.), y la mayoría de ellos funcionan con el principio físico de la presión, deben de estar calibrados de acuerdo al fluido con el que estén trabajando.
- ✚ **SENSORES DE VELOCIDAD:** Existe una amplia gama de este tipo de sensores, desde sensores de contacto (tacómetros), hasta infrarrojos y de ultrasonido. Pueden medir no solo velocidad lineal, sino también radial (rpm).

2.7. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL PLC.

El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Como puedes deducir de la definición, el PLC es un sistema, porque contiene todo lo necesario para operar, y es industrial, por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- ✚ Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- ✚ Tomar decisiones en base a criterios pre-programados.
- ✚ Almacenar datos en la memoria.
- ✚ Generar ciclos de tiempo.
- ✚ Realizar cálculos matemáticos.
- ✚ Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- ✚ Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato.

Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.

Puedes modificar las instrucciones almacenadas en memoria, además de monitorizarlas.

2.7.1. VENTAJAS DEL PLC.

Las ventajas de los PLC son las siguientes:

1. Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 - a. No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 - b. No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que, por lo general, la capacidad de
 - c. almacenamiento del modulo de memoria es lo suficientemente grande como para almacenarlas.
2. La lista de materiales a emplear es más reducida y, al elaborar el presupuesto correspondiente, se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
3. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
4. Mínimo espacio de ocupación
5. Menor coste de mano de obra de la instalación
6. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
7. Posibilidad de gobernar varias maquinas con un mismo autómata.
8. Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.



2.7.2. DESVENTAJAS DEL PLC.

1. Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
2. La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirnos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

2.7.3. PARTES DE UN PLC.

La estructura básica de cualquier autómata es la siguiente:

- ✚ Fuente de alimentación.
- ✚ CPU.
- ✚ Módulo de entrada.
- ✚ Módulo de salida.
- ✚ Terminal de programación.
- ✚ Periféricos.

Respecto a su disposición externa, los autómatas pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas por diferentes módulos. Así se pueden distinguir autómatas Compactos y Modulares.

FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220v c.a., a baja tensión de c.c., normalmente 24 v. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata.

CPU.

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las ordenes, del operario por medio de la consola de programación y el modulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado controlar el proceso.

MODULO DE ENTRADAS.

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). La información recibida en él, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los Pasivos y los Activos. Los Captadores Pasivos son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.

Los Captadores Activos son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos,

Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómatas.

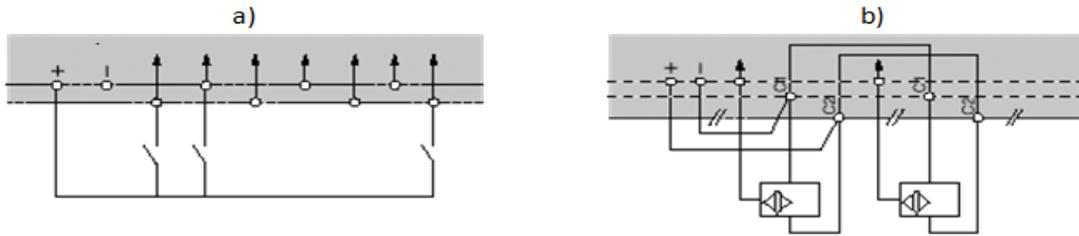


Figura 2.12. a) Captadores pasivos. b) Captadores activos.

MODULO DE SALIDAS.

El modulo de salidas del autómatas es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.).

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

Según el tipo de proceso a controlar por el autómatas, podemos utilizar diferentes módulos de salidas.

Existen tres tipos bien diferenciados:

- ✚ A relés.
- ✚ A triac.
- ✚ A transistores.

TERMINAL DE PROGRAMACIÓN.

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- ✚ Transferencia y modificación de programas.
- ✚ Verificación de la programación.
- ✚ Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el autómatas, tipo calculadora o bien un ordenador personal, PC, que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control.



Figura 2.13. a) Terminal de programación portátil. b) Terminal de programación compatible PC.



PERIFÉRICOS.

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómatas, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Los más utilizados son:

- + Grabadoras a casetes.
- + Impresoras.
- + Cartuchos de memoria EEPROM.
- + Visualizadores y paneles de operación OP.

2.7.4. FUNCIONAMIENTO DE UN PLC.

Una vez que se pone en marcha, el procesador realiza una serie de tareas según el siguiente orden:

- a) Al encender el procesador ejecuta un auto-chequeo de encendido y bloquea las salidas. A continuación, si el chequeo ha resultado correcto, el PLC entra en el modo de operación normal.
- b) El siguiente paso lee el estado de las entradas y las almacena en una zona de la memoria que se llama tabla de imagen de entradas (hablaremos de ella más adelante).
- c) En base a su programa de control, el PLC actualiza una zona de la memoria llamada tabla de imagen de salida.
- d) A continuación el procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (de este modo se controla el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
- e) Vuelve a ejecutar el paso b).

Cada ciclo de ejecución se llama ciclo de barrido (scan), el cual normalmente se divide en:

- + Verificación de las entradas y salidas.
- + Ejecución del programa.

III. DESARROLLO TÉCNICO.

III. DESARROLLO TÉCNICO.

Para poder automatizar la maquina, tenemos que dividir nuestro proceso en 4 etapas, las cuales son:

- ✚ Abertura y cierre del molde.
- ✚ Corte del material y extracción del envase.
- ✚ Inflado.
- ✚ Movimiento del carro.

Durante la resolución del problema, no forzosamente se tiene que realizar en secuencia, es decir, podemos no respetar el ciclo de operación de la maquina, solo para nuestro análisis, pero al final de la automatización la maquina deberá operar dentro de los parámetros de dicho ciclo.

Primero resolveremos la abertura y cierre del molde, para este paso debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Debemos vencer la estática del complejo para poder mover al molde con todo su conjunto.
2. Debemos tener en cuenta la fuerza que ejercerá el molde al momento del inflado.

Para el análisis de todo el proceso utilizaremos el molde más grande debido a que es el que más pesa y es el que proporciona el envase más grande.

Para calcular la fuerza requerida para mover al molde y su complejo necesitamos calcular el peso de las siguientes piezas:

- ✚ Collarín.
- ✚ Molde.
- ✚ Placa de sujeción.

Y también necesitamos calcular:

La fuerza de rozamiento entre el collarín y el eje.

Para calcular la masa tenemos la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{v}.$$

Donde:

$\rho =$ Densidad.

$m =$ masa.

$v =$ volumen.

Y para calcular el peso tenemos la siguiente fórmula:

$$w = mg.$$

Donde:

$w =$ peso.

$m =$ masa.

$g =$ gravedad = $9.81 \frac{m}{s^2}$.



Calcularemos entonces el peso de nuestras piezas, empezaremos por el collarín.

Primero obtenemos el volumen del collarín, de acuerdo a las medidas del anexo A1, obtenemos:

$$v_c = \left[\left(\left(\frac{2.25}{2} \right)^2 * \pi * 0.75 \right) + \left(\left(\frac{1.5}{2} \right)^2 * \pi * 2.25 \right) \right] - \left[\left(\frac{1.126}{2} \right)^2 * \pi * 3 \right] = 3.9707 \text{ plg}^3.$$

Nuestro resultado está en plg^3 , al hacer la equivalencia a cm^3 tenemos:

$$3.9707 \text{ plg}^3 * \left[\frac{(2.54 \text{ cm})^3}{1 \text{ plg}^3} \right] = 65.0681 \text{ cm}^3.$$

La densidad del bronce en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 8.90 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Entonces la masa del collarín es:

$$m = 8.90 * 65.0681 = 579.1060 \text{ g}.$$

Su equivalencia en kilogramos es:

$$m = 0.5791 \text{ Kg}.$$

Su peso es:

$$w = 9.81 * 0.5791 = 5.6809 \text{ N}.$$

Ahora calculemos el peso de su tuerca, nos apoyamos del anexo A1 para conocer sus dimensiones y calculamos su volumen:

$$v_t = \left[\left(\frac{2.25}{2} \right)^2 * \pi * 0.75 \right] - \left[\left(\frac{1.5}{2} \right)^2 * \pi * 0.75 \right] = 1.6566 \text{ plg}^3.$$

Su equivalencia en cm^3 es:

$$1.6566 \text{ plg}^3 * \left[\frac{(2.54 \text{ cm})^3}{1 \text{ plg}^3} \right] = 27.1468 \text{ cm}^3.$$

Su masa es:

$$m = 8.90 * 27.1468 = 241.6065 \text{ g}.$$

En kilogramos:

$$m = 0.2416 \text{ Kg}.$$

Su peso es:

$$w = 9.81 * 0.2416 = 2.3700 \text{ N}.$$

Ahora calculemos el peso de nuestra placa, tomemos de referencia nuestro dibujo del anexo A2, primero calculemos el volumen de todos nuestros barrenos para restárselos al volumen total de la placa.

$$v_1 = \left[\left(\frac{3.85}{2} \right)^2 * \pi * 1.9 * 2 \right] + \left[\left(\frac{0.95}{2} \right)^2 * \pi * 1.9 * 24 \right] + \left[\left(\frac{2.18}{2} \right)^2 * \pi * 1.9 \right] = 83.0652 \text{ cm}^3 .$$

Ahora el volumen total de la placa es:

$$V_p = 35 * 25 * 1.9 = 1662.5 \text{ cm}^3 .$$

El volumen neto es:

$$v_n = 1662.5 - 83.0652 = 1579.4348 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del acero en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{g}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 1579.4348 = 12398.5631 \text{ g} .$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 12.3985 \text{ Kg} .$$

Su peso seria:

$$w = 9.81 * 12.3985 = 121.6292 \text{ N} .$$

Calcularemos el peso del molde, debido a que la maquina trabaja con diversos moldes, escogimos el molde más grande porque es el que más pesa, este molde tiene las medidas de $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ y esta hecho de aluminio, descartaremos el faltante de material, donde se encuentra la cavidad que forma al envase así que el calculo queda como se muestra a continuación:

$$V_m = 15 * 15 * 15 = 3375 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del aluminio en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho_{Al} = 2.7 \frac{g}{\text{cm}^3} .$$

La masa del molde es:

$$m = 3375 * 2.7 = 9112.5 \text{ g} .$$

La equivalencia en kilogramos es:

$$m = 9.1125 \text{ Kg} .$$

Su peso es entonces:

$$w = 9.81 * 9.1125 = 89.3936 \text{ N} .$$



Con estos datos calcularemos ahora la fuerza de rozamiento estático que necesitamos vencer para iniciar el movimiento de nuestro complejo formado por: la placa de montaje, 2 collarines con su respectiva tuerca y la mitad del molde.

Para calcular la fuerza de rozamiento estático tenemos la siguiente fórmula:

$$F_r = \mu_e * N .$$

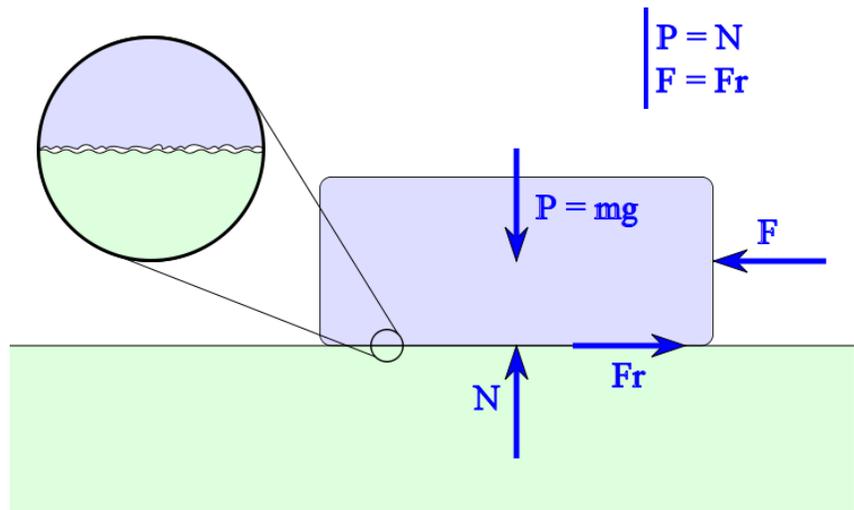
En donde:

F_r . –Fuerza de rozamiento.

μ_e . –Coeficiente de fricción estático.

N . –Fuerza normal, que hace la superficie al soportarlo.

La imagen que se encuentra del lado derecho, nos muestra nuestro diagrama de fuerzas, así es como nuestro mecanismo se comporta al iniciar el movimiento, nosotros solamente aplicaremos una fuerza paralela al eje que soporta a nuestro molde con su placa de sujeción, dicha fuerza es la que nos dará nuestro pistón.



Sumaremos los siguientes pesos:

Dos collarines.	$2 \times 5.6809 =$	11.3618 N.
Dos tuercas de collarín.	$2 \times 2.3700 =$	4.474 N.
Una placa de sujeción.	$1 \times 121.6292 =$	121.6292 N.
La mitad del peso del molde.	$89.3936 / 2 =$	44.6968 N.

TOTAL. 182.1618 N.

Este es el peso total que es igual a la fuerza normal, nuestro coeficiente de fricción entre el bronce y el acero es:

$$\mu_e = 0.19 .$$

Entonces nuestra fuerza de fricción será de:

$$F_r = 0.19 * 182.1618 = 34.6107 N .$$

Con estos datos podemos calcular el diámetro de nuestro pistón, considerando que la presión de la red es de 8 bar, pero lo convertiremos a pascales, como se muestra a continuación:

$$8 \text{ bars} = 800\,000 \text{ Pa} = 800\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Con la siguiente formula calcularemos el diámetro de nuestro pistón.

$$A = \frac{F}{P} = \frac{34.6107}{800\,000} = 4.3263^{-5} \text{ m}^2.$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 4.3263^{-5}}{\pi}} = 7.4218^{-3} \text{ m} = 0.7421 \text{ cm}.$$

Este es el valor de nuestro diámetro que necesitamos para obtener la fuerza necesaria para mover nuestro mecanismo, pero tenemos que confrontar este valor con el que calcularemos de acuerdo con la presión que el soplado nos ejercerá, y el mayor de esos dos será el que ocuparemos.

Entonces calculemos la fuerza que ejercerá la presión de soplado, el frasco más grande tiene las dimensiones de área:

El área 1 es de:

$$A_1 = 4.5^{-2} * 7.4^{-2} = 3.33^{-3} \text{ m}^2.$$

Y la fuerza que esta área ejercerá será de:

$$F_1 = 800\,000 * 3.33^{-3} = 2664 \text{ N}.$$

El área 2 es:

$$A_1 = 2.5^{-2} * 5^{-2} = 1.25^{-3} \text{ m}^2.$$

Y la fuerza que esta área ejercerá será de:

$$F_1 = 800\,000 * 1.25^{-3} = 1000 \text{ N}.$$

La fuerza tota que ejercerá el molde en el soplado será:

$$F_T = 2664 + 1000 = 3664 \text{ N}.$$

Entonces el área de nuestro pistón será de:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{3664}{800\,000} = 4.58^{-3} \text{ m}^2.$$



Y el diámetro será de:

$$D = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 4.58^{-3}}{\pi}} = 0.0763 \text{ m} = 7.63 \text{ cm}.$$

Revisemos entonces nuestros resultados, el valor del diámetro para vencer la fuerza de rozamiento para iniciar el movimiento del molde con todo y sus elementos de sujeción es de:

$$D = 0.7421 \text{ cm}.$$

Mientras que el valor del diámetro de nuestro pistón que se requiere para mantener cerrado nuestro molde al momento del soplado será de:

$$D = 7.63 \text{ cm}.$$

Claramente se observa que el diámetro de pistón que emplearemos en esta parte será de 8 cm, ya que con este valor se asegura que el molde se desplace y permanezca cerrado durante el soplado, además con la implementación de estos pistones, ya que serán dos, uno para cada mitad del molde, se reemplaza la posición del bloque que adquiriría nuestra maquina cuando operaba de manera manual.

Ahora recordemos que en el planteamiento del problema se dijo que la apertura entre moldes correspondía a la dimensión de un molde, es decir a 15 cm. Teniendo este dato en cuenta, la carrera de nuestro pistón se restringe a la mitad de este valor que es de 7.5cm., pero comercialmente se encuentra en 8 cm.

Para seleccionar nuestro pistón tenemos ya el diámetro y la carrera, a lo cual sumaremos que es necesario una amortiguación al inicio y final de la carrera para evita golpes entre las partes del molde al cerrarlo, también necesitamos detectar cuando esta al inicio o al final de su carrera y además debemos de tener en cuenta que en un futuro, debido a mantenimiento y reemplazo del mismo, deben existir refacciones en el mercado

Atendiendo estos criterios, revisamos el catalogo de FESTO versión 2008 y seleccionamos el siguiente pistón:

DNC-80-80-PPV-A

Es un cilindro neumático, perteneciente a la familia de cilindros normalizados DNC, ISO15552, sus principales características son:

- ✚ Cilindro normalizado.
- ✚ Diseño compacto, perfilado y moderno.
- ✚ Detectores de proximidad montados al ras en la ranura.
- ✚ Gran flexibilidad dependiendo de la aplicación.
- ✚ Servicio de reparación.

Para la sujeción de este pistón, se requiere una brida de fijación posterior, modelo FNC-80, la cual será montada en la placa de sujeción de la flecha, pero como necesitamos ajustar la longitud para cada tipo de molde, haremos una extensión del vástago del cilindro de 8 cm de largo, uniéndolo al vástago por medio de la rosca M20 x 1.5 que posee este de fabrica, nuestra extensión también contara con una cuerda exterior M30 x 1.5, la cual se unir a una pieza de acoplamiento por medio de un par de tuercas, el

dibujo de esta extensión se puede observar en el anexo A8, esta pieza de acoplamiento, transmitirá el movimiento del vástago a la placa que soporta el molde, nuestra pieza de acoplamiento está sujeta tanto a la placa del molde como a nuestra extensión del vástago, su dibujo se puede observar en el anexo A9, con estos dos elementos se puede ajustar la distancia entre placas.

Ahora calcularemos el diámetro de pistón que requerimos para mover el carro, necesitamos saber el peso total que desplazara nuestro carro el cual consiste en:

Cuatro collarines con su respectiva tuerca, el molde, las placas de sujeción del molde, dos pistones DNC-80-80-PPV-A, dos bridas de fijación posterior modelo FBN-80, dos extensiones para vástago, dos dispositivos de acoplamiento, dos flechas guía, dos placas para soporte de flechas, dos bases para sujeción de placas y la base del carro.

De todo esto nos hace falta calcular el peso de dos pistones DNC-80-80-PPV-A, dos bridas de fijación posterior modelo FBN-80, dos extensiones para vástago, dos dispositivos de acoplamiento, dos flechas guía, dos placas para soporte de flechas, dos bases para sujeción de placas y la base del carro.

Calculemos entonces el peso de las flechas, del dibujo del anexo A3 obtenemos el volumen:

$$v_f = \left[\left(\frac{1.125}{2} \right)^2 * \pi * 42.913 \right] + \left[\left(\frac{0.75}{2} \right)^2 * \pi * 2.25 * 2 \right] = 44.6444 \text{ plg}^3 .$$

En cm^3 el valor es:

$$44.6444 \text{ plg}^3 * \left[\frac{(2.54 \text{ cm})^3}{1 \text{ plg}^3} \right] = 731.5906 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del acero en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 731.5969 = 5742.9865 \text{ g} .$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 5.7429 \text{ Kg} .$$

Ahora calculemos el peso:

$$w = 9.81 * 5.7429 = 56.3378 \text{ N} .$$

Ahora calculemos el peso de la placa que soporta a la flecha, obtenemos su volumen del anexo A4, primero calculemos el volumen de los barrenos:

$$v_b = \left[\left(\frac{2.86}{2} \right)^2 * \pi * 1.6 * 2 \right] = 20.5575 \text{ cm}^3 .$$



Ahora el volumen total de la placa es:

$$V_p = 35 * 25.3 * 1.6 = 1416.8 \text{ cm}^3 .$$

El volumen neto es:

$$v_n = 1416.8 - 20.5575 = 1396.2425 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del acero en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 1396.2425 = 10960.5036 \text{ g} .$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 10.9605 \text{ Kg} .$$

Ahora calculemos el peso:

$$w = 9.81 * 10.9605 = 107.5225 \text{ N} .$$

Proseguimos con el cálculo de las bases para las placas, sacamos el volumen con los datos del anexo A5, primero obtendremos el volumen de los barreros y del rectángulo faltante:

$$v_b = \left[\left(\frac{0.63}{2} \right)^2 * \pi * 0.32 * 2 \right] + \left[\left(\frac{1.91}{2} \right)^2 * \pi * 0.32 * 2 \right] + [5 * 2.68 * 0.32] = 6.3212 \text{ cm}^3 .$$

Ahora el volumen total de la base es:

$$V_B = [35 * 4 * 0.32] + [30 * 2.68 * 0.32] = 70.528 \text{ cm}^3 .$$

El volumen neto es:

$$v_n = 70.528 - 15.4332 = 64.2068 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del hierro en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 64.2068 = 504.0233 \text{ g} .$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 0.5040 \text{ Kg} .$$

Ahora calculemos el peso:

$$w = 9.81 * 0.5040 = 4.9442 \text{ N.}$$

Continuemos ahora con el cálculo del peso de la base del carro, para ello nos auxiliaremos del anexo A6 para obtener el volumen del material:

$$v_c = [120.3 * 5 * 0.32 * 4] + [34.37 * 5 * 0.32 * 4] = 989.888 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del hierro en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 989.888 = 7770.6208 \text{ g.}$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 7.7706 \text{ Kg.}$$

Ahora calculemos el peso:

$$w = 9.81 * 7.7706 = 76.2295 \text{ N.}$$

Calculemos ahora el peso de nuestra extensión del vástago cuyo volumen es:

$$v_t = \left[\left(\frac{3}{2} \right)^2 * \pi * 7 \right] + \left[\left(\frac{2.4}{2} \right)^2 * \pi * 1 \right] - \left[\left(\frac{2}{2} \right)^2 * \pi * 3 \right] = 44.5791 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del acero en condiciones normales de presión y temperatura es:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

Por lo tanto la masa de la placa es:

$$m = 7.85 * 44.5791 = 349.9459 \text{ g.}$$

Su equivalencia en Kg. es:

$$m = 0.3499 \text{ Kg.}$$

Ahora calculemos el peso:

$$w = 9.81 * 0.3499 = 3.4325 \text{ N.}$$

Ahora calculamos el peso del pistón cuya masa total es:

$$m_T = [106 * 8] + 2790 = 3638 \text{ g.}$$



Su equivalencia en kilogramos es:

$$m_T = 3.638 \text{ Kg.}$$

Entonces su peso es:

$$w = 9.81 * 3.638 = 35.6887 \text{ N.}$$

Ahora calcularemos el peso de la brida que empleamos para sostener al pistón de cierre, cuya masa total es:

$$m_T = 1680 \text{ g.}$$

Su equivalencia en kilogramos es:

$$m_T = 1.680 \text{ Kg.}$$

Entonces su peso es:

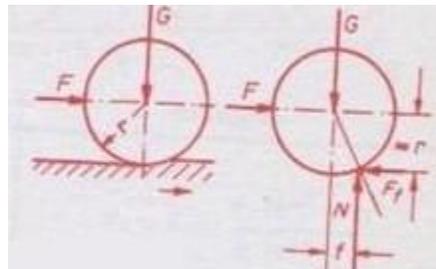
$$w = 9.81 * 1.680 = 16.4808 \text{ N.}$$

Con todo esto tenemos que el peso total es de:

*Cuatro collarines.	4 x 5.6809 N.
*Cuatro tuercas para collarín.	4 x 2.370 N.
*Un molde.	1 x 89.3936 N.
*Dos placas de montaje de molde.	2 x 121.6292 N.
*Dos flechas.	2 x 56.3377 N.
*Dos pistones DNC -8080-PPV-A.	2 x 35.6887 N
*Dos dispositivos de sujeción para pistón DNC -8080-PPV-A.	2 x 16.4808 N
*Dos placas para el soporte de flechas.	2 x 107.5225 N
*Dos bases para placa.	2 x 4.9442 N
*Una Base de carro.	1 x 76.2295 N
TOTAL	883.0329 N

De acuerdo con el tipo de magnitud de carga se seleccionan cuatro baleros **marca SKF modelo 6205 ZZ**, para que soporte el carro y permita su desplazamiento.

Calcularemos ahora la fuerza de fricción rodante puesto que es un balero redondo la imagen nos ilustra el diagrama de fuerzas.



$$F_r = \left(\frac{0.05^{-3}}{0.026} \right) * 883.0329 = 1.6981 \text{ N}$$

$$F_e = 0.15 * 883.0329 = 132.454 \text{ N.}$$

La condición de rodamiento nos dice que:

$$F_r \leq F_e$$

Con estos datos calculamos el diámetro de nuestro pistón a utilizar de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

Entonces el área de nuestro pistón será de:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{132.454}{800\,000} = 1.6556^{-4} \text{ m}^2 .$$

Y el diámetro será de:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1.6556^{-4}}{\pi}} = 0.0145 \text{ m} = 1.451 \text{ cm.}$$

De acuerdo a estas características se pide el pistón marca festo modelo.

DSNU-25-300-PPV-A-MQ

Ahora calcularemos el diámetro del pistón que nos servirá para la extracción del envase formado, para esto necesitaremos saber el peso del frasco.

Basándonos en el caso del envase más grande, del anexo A10 obtenemos la altura del frasco, la cual corresponde con la altura del churro de material, el churro tiene un diámetro aproximado de 2 cm. Con estos datos podemos obtener el volumen del material de acuerdo con la siguiente formula.

$$v_c = \left(\frac{2}{2} \right)^2 * \pi * 9.9 = 31.1017 \text{ cm}^3 .$$

La densidad del PET aproximadamente es:

$$\rho_{Al} = 0.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} .$$

La masa del material inyectado es:

$$m = 31.1017 * 0.85 = 26.4364 \text{ g.}$$



La equivalencia en kilogramos es:

$$m = 0.0264 \text{ Kg.}$$

Su peso es entonces:

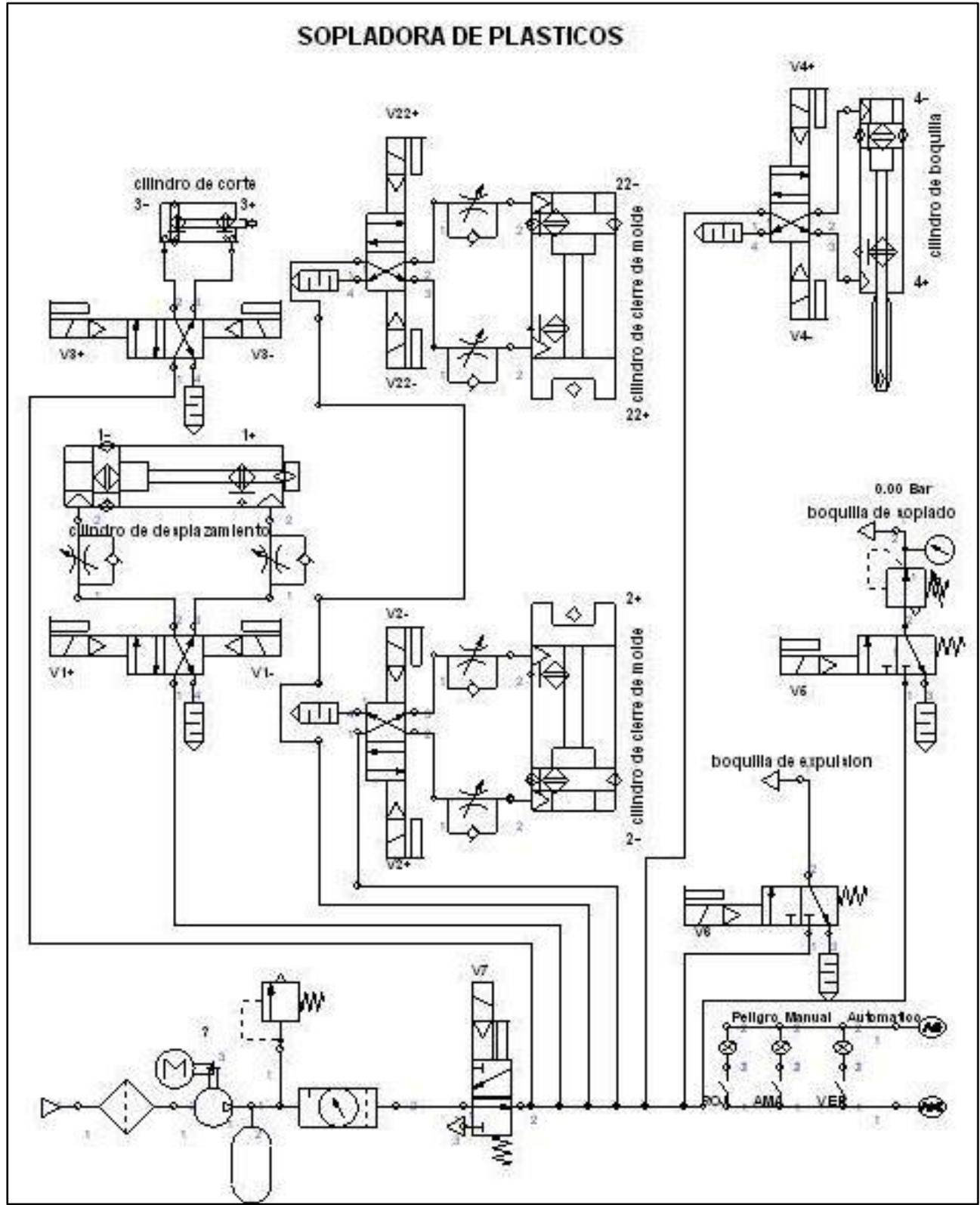
$$w = 9.81 * 0.0264 = 0.2589 \text{ N.}$$

Con estos datos calculamos ahora el diámetro de pistón que requerimos para mover este peso, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{0.2589}{800\,000} = 3.2365^{-7} \text{ m}^2 .$$

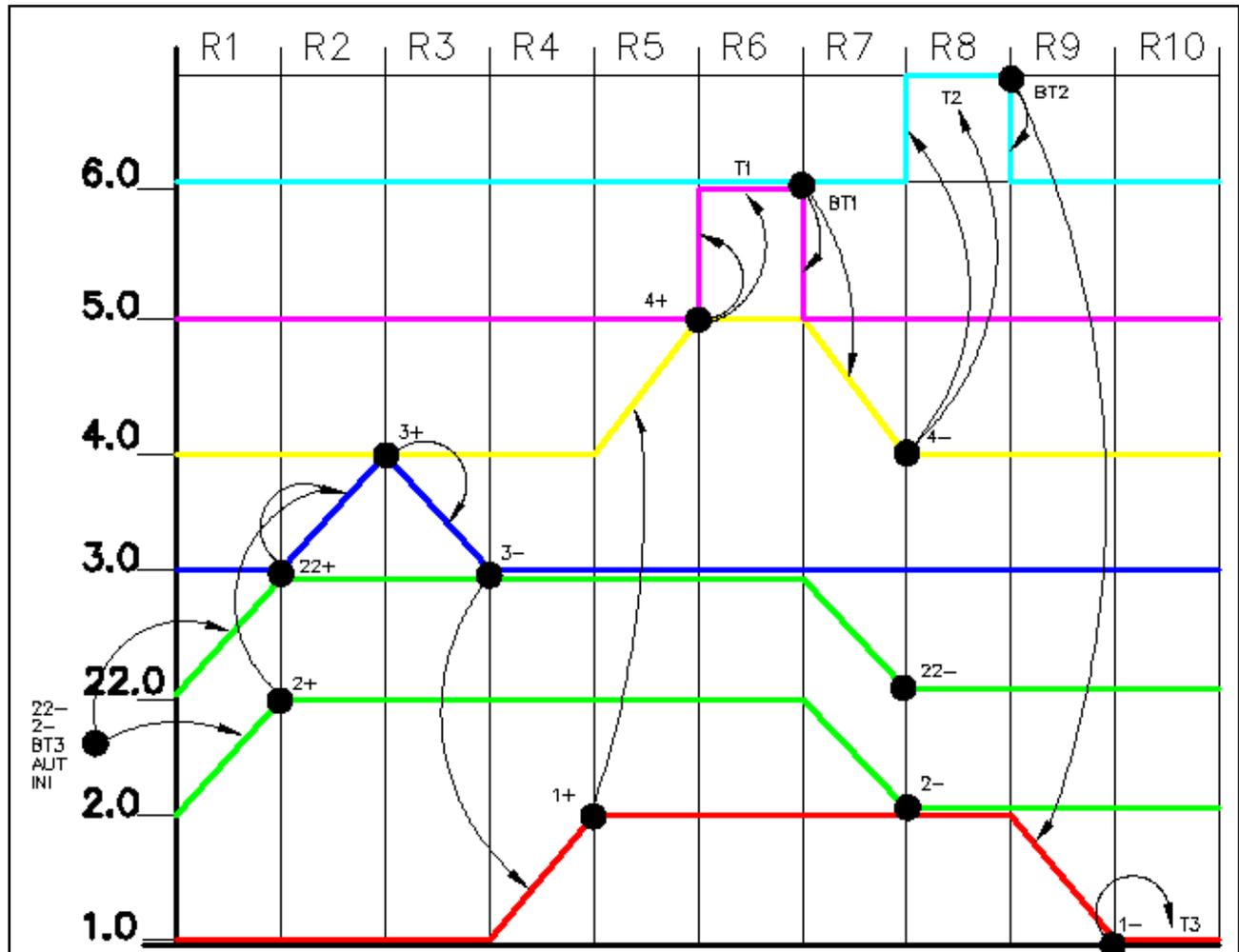
$$D = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 3.2365^{-7}}{\pi}} = 6.4193^{-4} \text{ m} = 6.4193^{-6} \text{ cm.}$$

3.1. DIAGRAMA NEUMÁTICO.

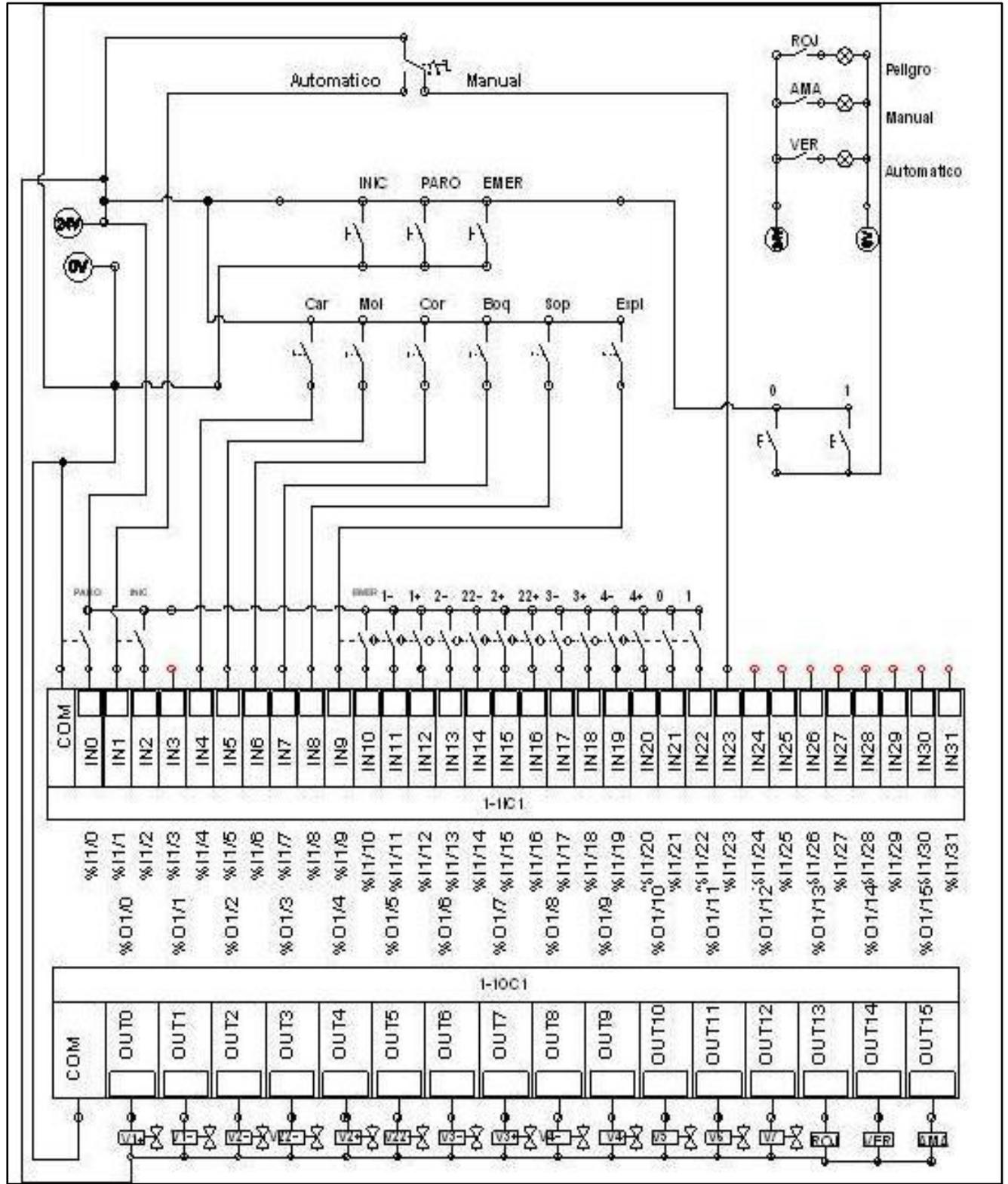




3.2. DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

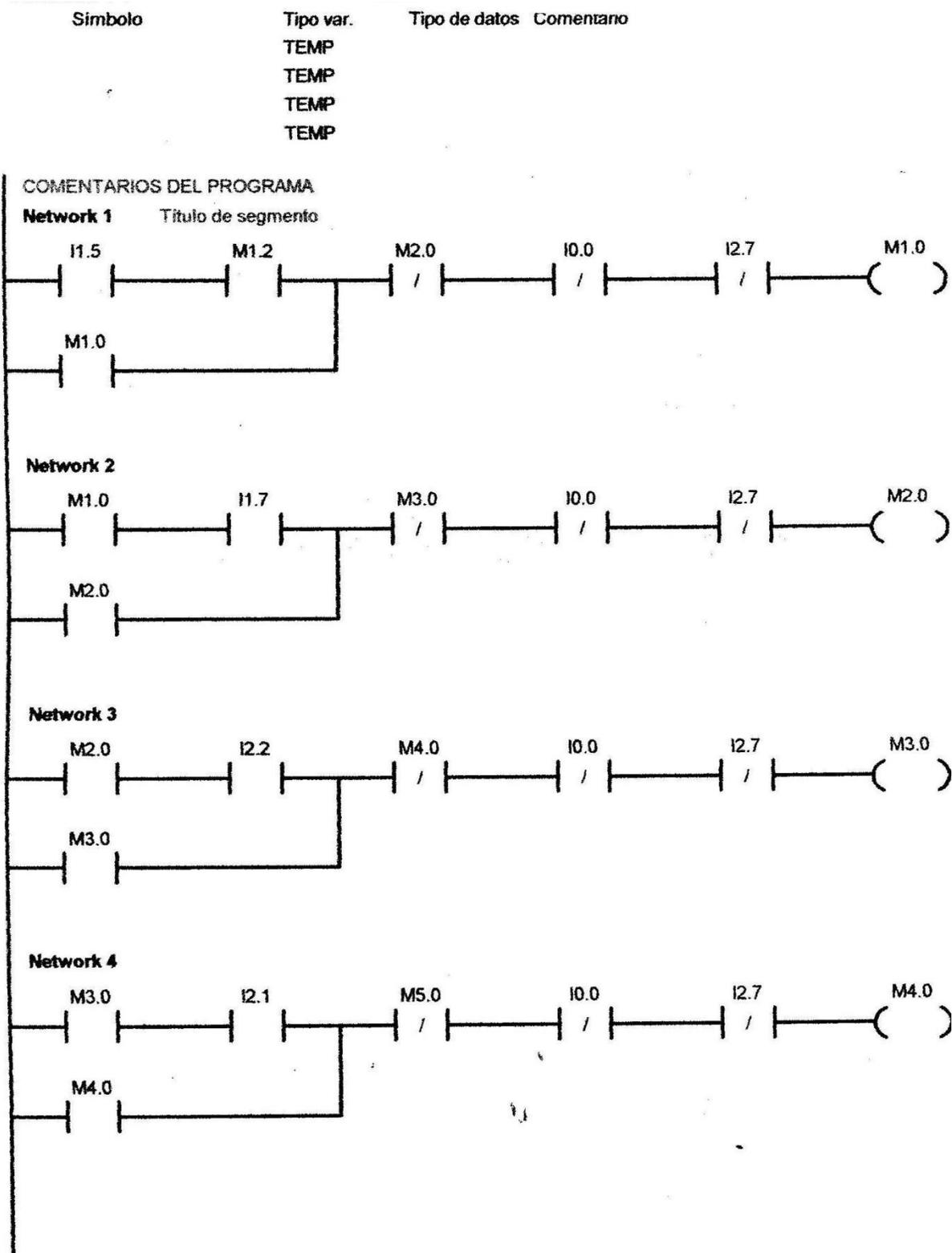


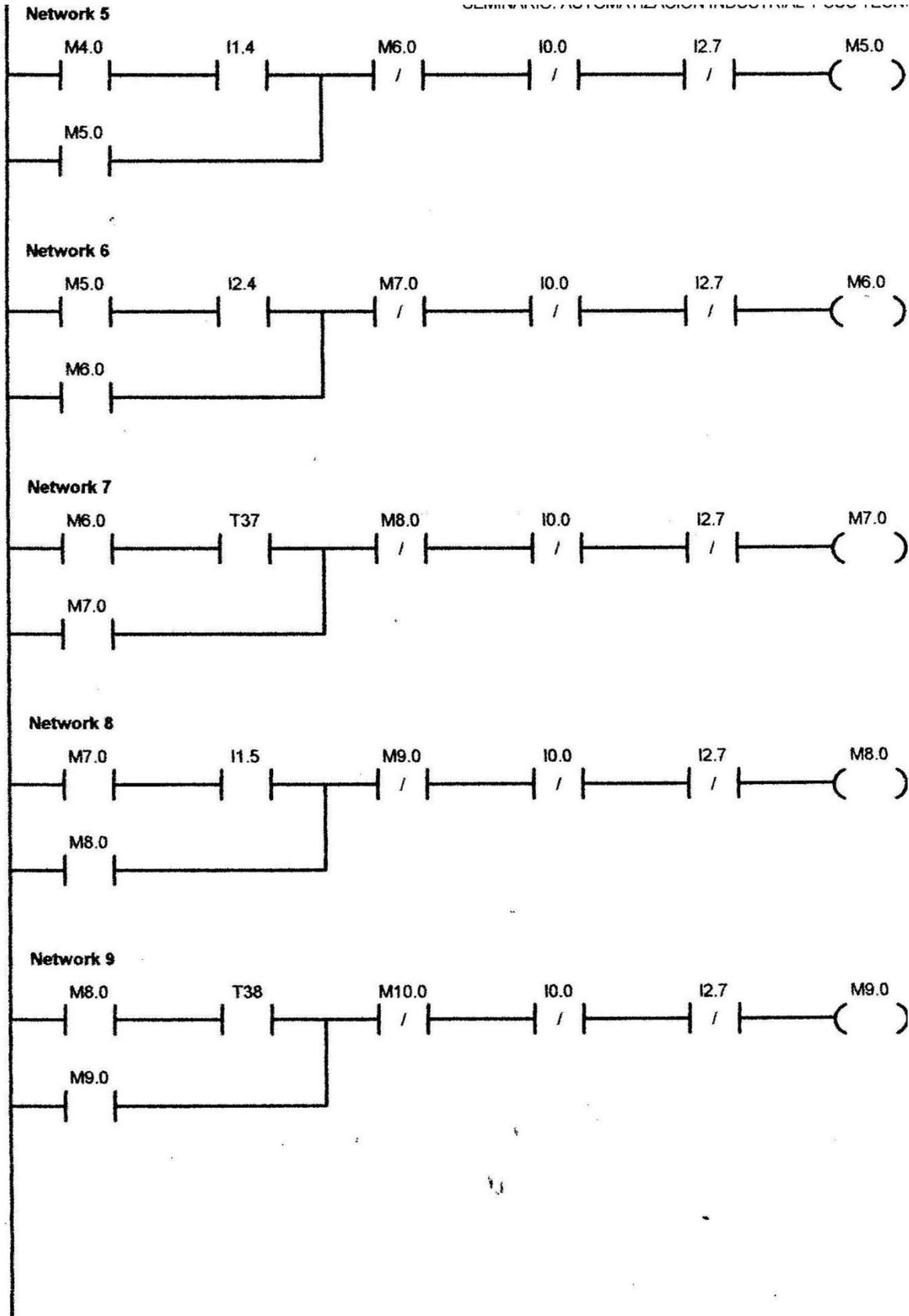
3.3. DIAGRAMA ELÉCTRICO.





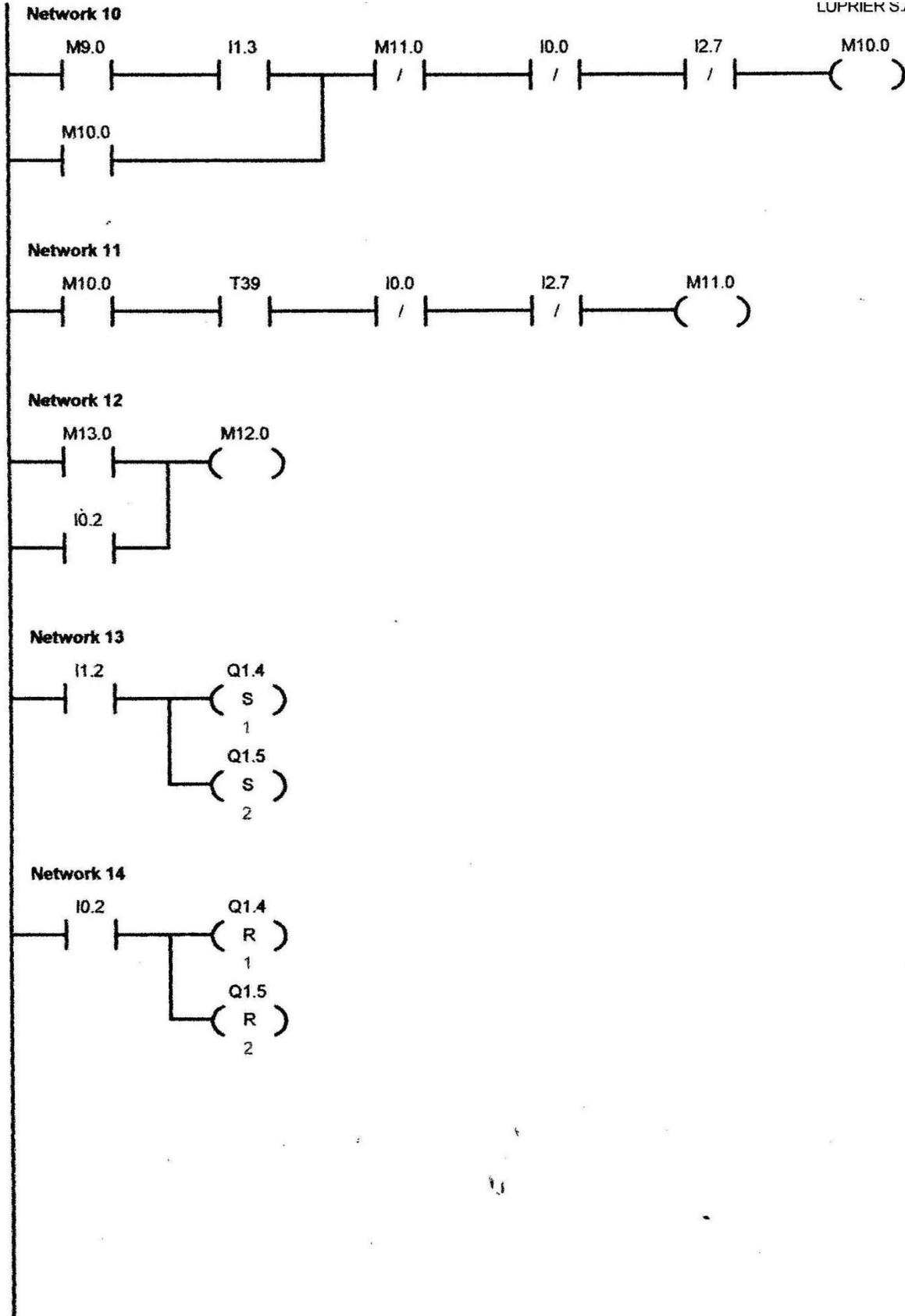
3.4. DIAGRAMA EN ESCALERA PARA PLC SIEMENS MODELO S7200 CPU224.

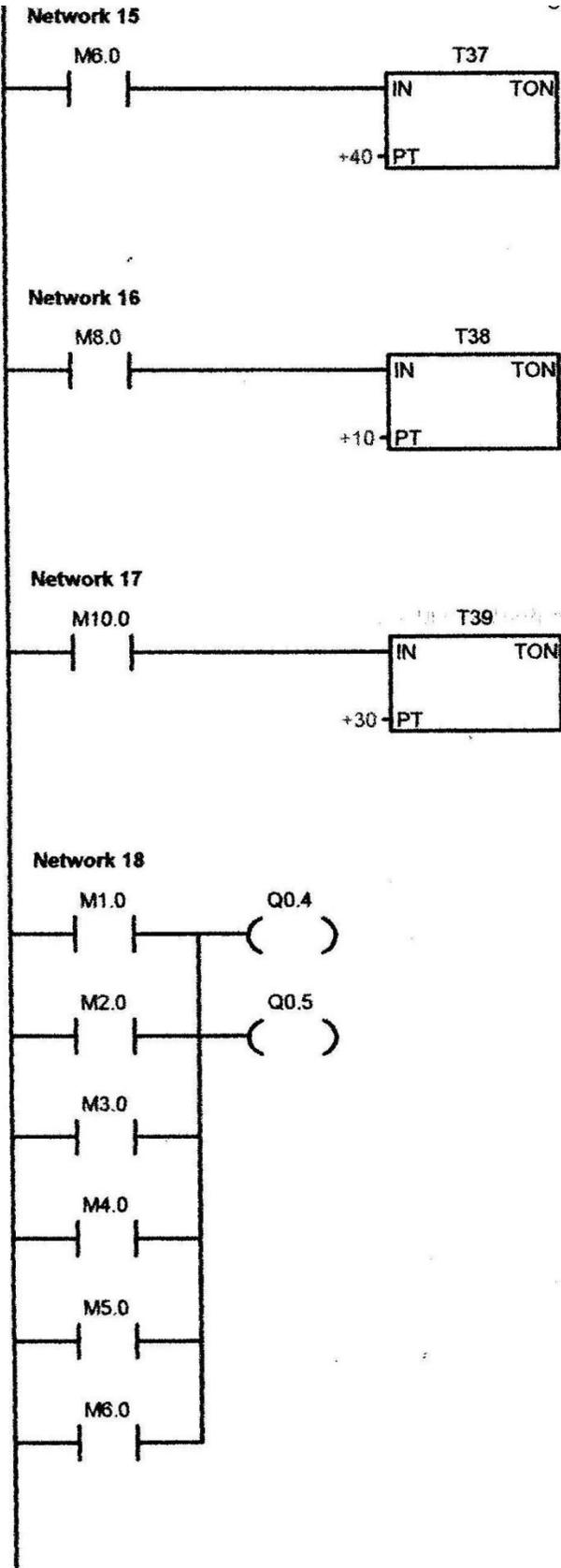


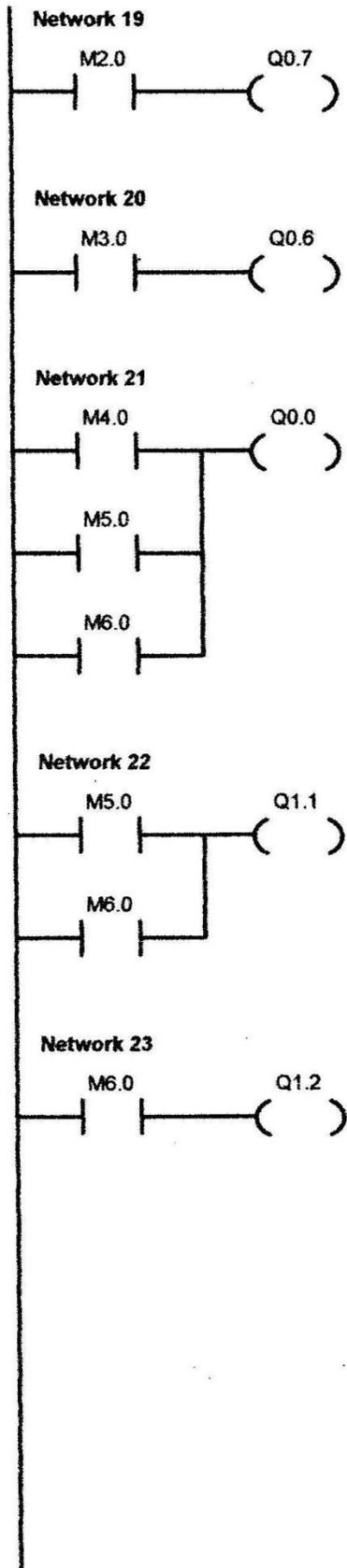


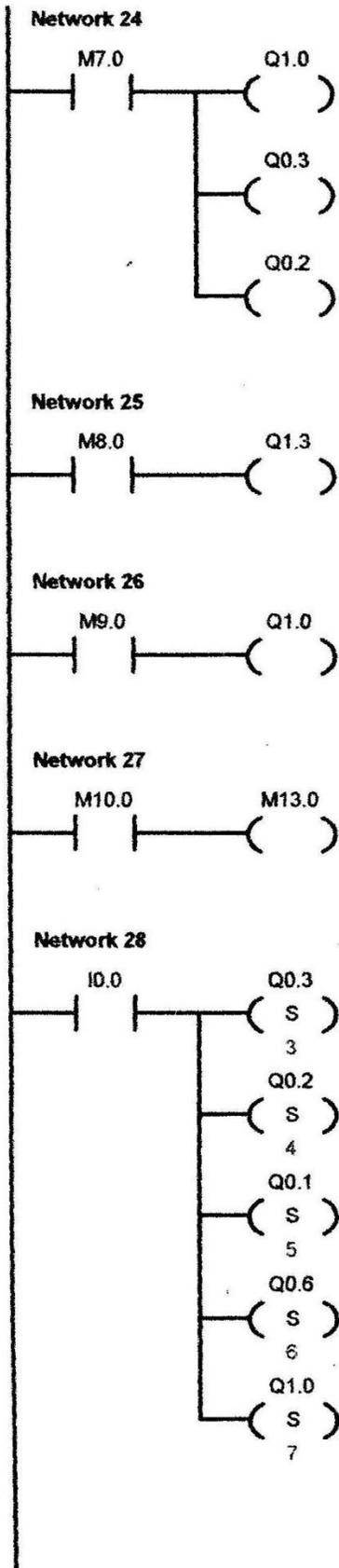


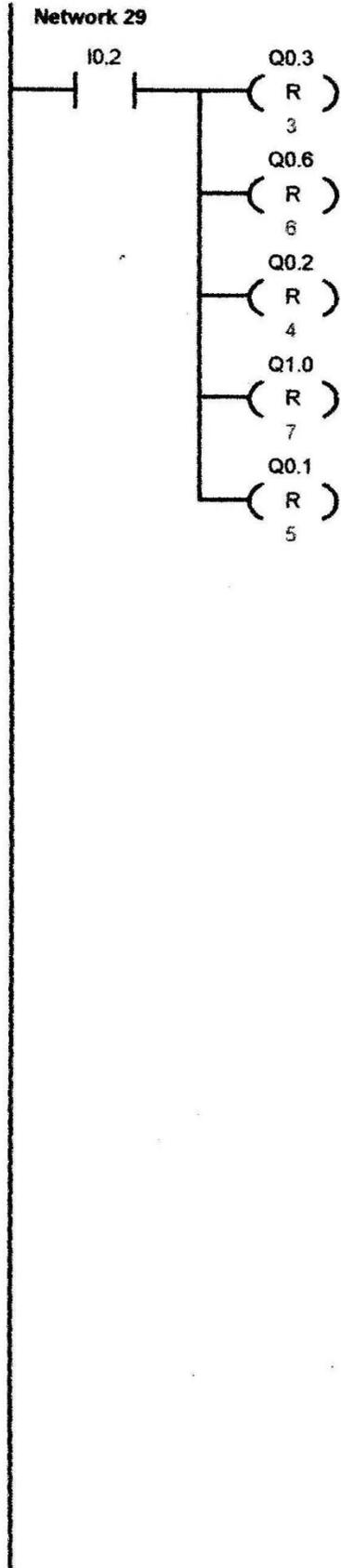
LUPRIERSA

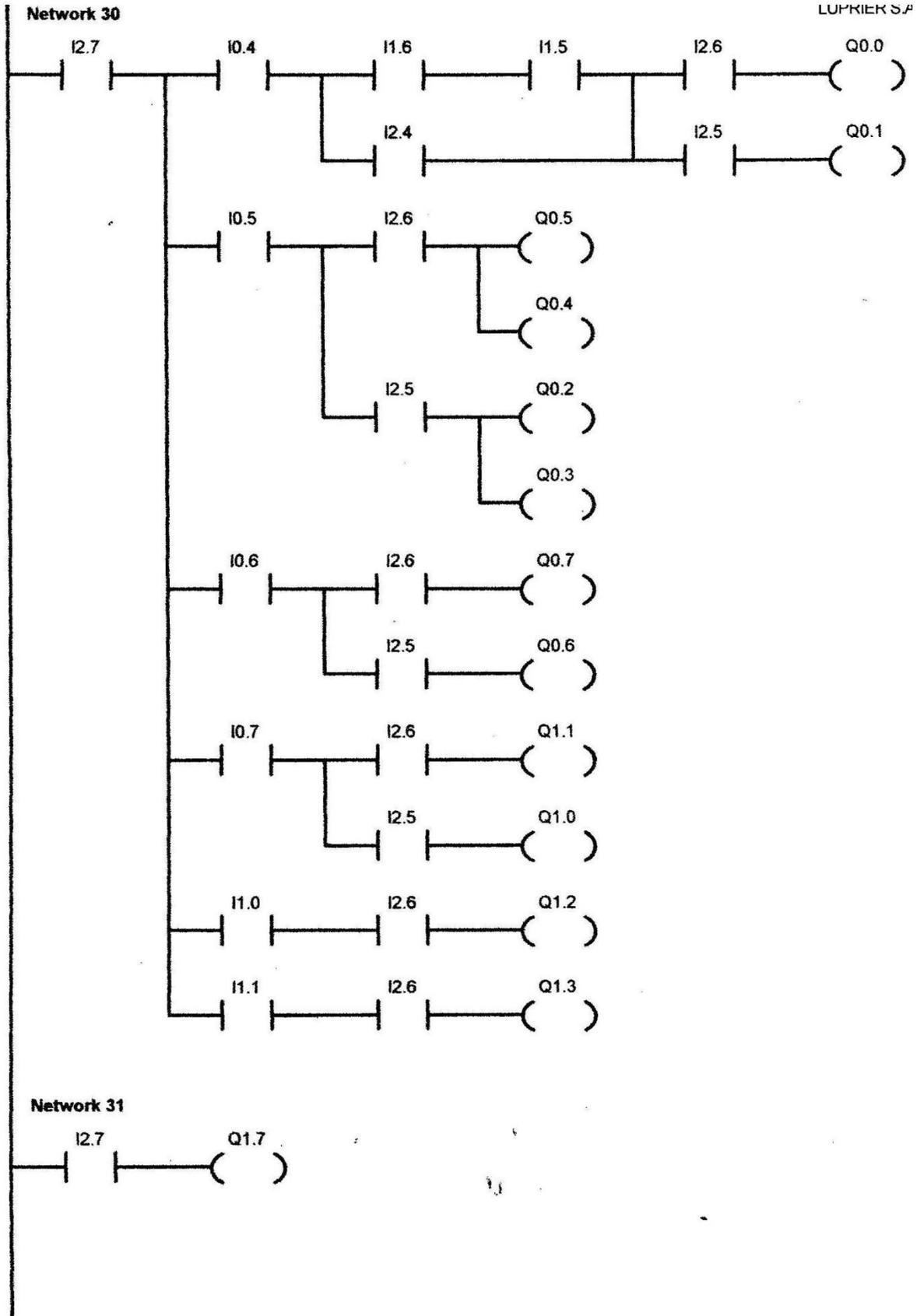


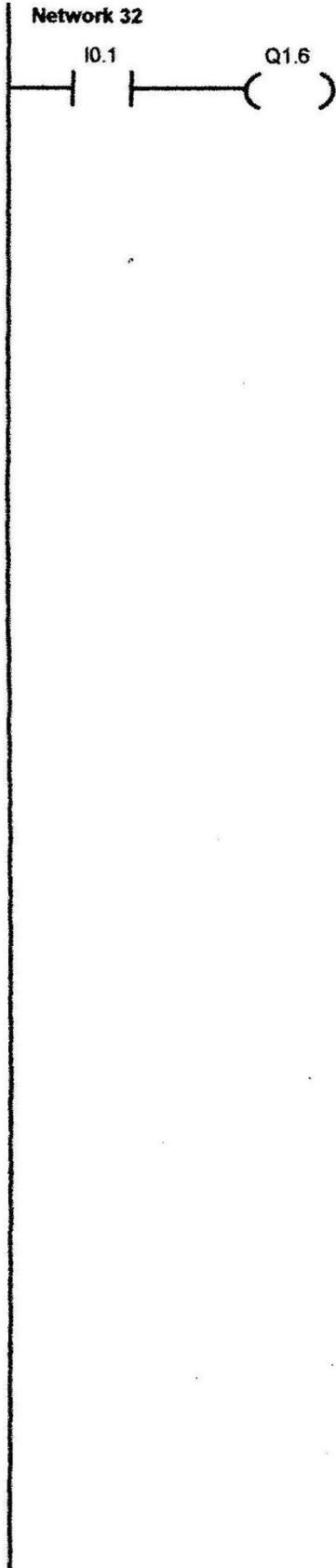












3.5. SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE SOPLADORA DE PLÁSTICO.

2 Cilindros de doble efecto de diámetro 80 mm y carrera de 80mm que se emplearan para el cierre y apertura de molde con una fuerza teórica de avance de 3016N y de retroceso 2721N, esta es la fuerza necesaria para que el molde de mayor diámetro no se abra a causa de la fuerza que se ejerce en el inflado, el cálculo del diámetro del embolo se realizo por medio de diferencias de áreas, el área de la sección transversal del molde (49cm^2) debe ser menor al área del embolo (50.26cm^2), dichos cilindros contarán con amortiguación a final de la carrera para evitar impacto en el molde y embolo magnético para sensores de posición magnéticos, (DNC-80-80-PPV-A de Festo).



Cilindro DNC-80-80-PPV-A de festo.

2 Bridas de sujeción para cilindro (DNC-80-80-PPV-A antes mencionado), para fijar estos cilindros de la parte posterior a las placas de la bancada, (FNC-80 de festo).



Brida de sujeción FNC-80 de festo.



1 Cilindro de doble efecto de diámetro 25mm y carrera de 250mm que se empleara para posicionar la boquilla de soplado con una fuerza teórica de 295N de avance y 247 N de retroceso, el cálculo del diámetro se realizo por medio de diferencia de diámetros entre la boquilla y el pistón, el diámetro del embolo debe ser superior al diámetro de la boquilla, este cilindro contara con embolo magnético para sensores de posición magnéticos, (DSNU-25-250-P-A de festo).



Cilindro DSNU-25-250-P-A de festo.

3 sujeciones para pistón DSNU-25-250-P-A estas se emplearan para sujetar dicho pistón a la bancada de la sopladora, (FBN-20/25 de festo).



Brida de sujeción FBN-20/25 de festo.

1 Cilindro de doble efecto diámetro 25mm y carrera de 300mm que se empleara para desplazar el carro del molde de la posición de cierre de molde en el extrusor hasta la posición de soplado, este pistón cuenta con una fuerza teórica de 295N de avance y 247 N de retroceso, amortiguación regulable de final de carrera, y embolo magnético para sensores de posición magnéticos, (DSNU-25-300-PPV-A-MQ de festo).



Cilindro DSNU-25-300-PPV-A-MQ de festo.

1 Pie de sujeción para pistón DSNU-25 este se empleara para fijar a la bancada el pistón que desplazara el carro del molde, (HBN-20/25X1-A de festo).



Pie de sujeción HBN-20/25X1-A de festo.



1 Cilindro de doble efecto de diámetro 10mm y carrera de 100mm que se empleara para el corte del plástico a fin de liberar el carro del extrusor después del prensado del tubo de plástico en el molde, este cilindro contara con embolo magnético para sensores de posición magnéticos, (DNU-10-100-P-A de festo).



Cilindro DNU-10-100-P-A de festo.

1 Pie de sujeción para cilindro DSNU-10 que se empleara para fijar este cilindro a las placas de cierre de molde, (HBN-8/10 de festo).



Pie de sujeción HBN-8/10 de festo.

2 válvulas reguladoras de caudal para rosca de 1/8, estas válvulas se emplearan en el cilindro DSNU - 25-250 para regular la velocidad del desplazamiento del carro del molde y reducir así la fatiga de los elementos de la maquina debido a los movimientos bruscos en su desplazamiento, (GRLZ-1/8-QS-4- D de festo).



Válvula reguladora de caudal GRLZ-1/8-QS

9 sensores de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto, este tipo de sensor magnético se emplea para detectar la posición del embolo del cilindro ya sea en la posición inicial o final de su carrera, dicha posición es de suma importancia para el control electrónico, la señal que detecta el sensor se transmite al PLC y este toma la decisión de cómo actuar en determinado momento, la ventaja de este tipo de sensor de estado sólido con los sensores de tipo RED es la vida de operación y la frecuencia de trabajo son mayores en el de estado sólido.(SMT-8F- PS- 24V-K5,0-OE de festo).



Sensor de proximidad magneto resistivo

1 sensor de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto con led, este sensor se ocupara el cilindro DSNU-25-250 para detectar la posición de la boquilla de soplado, se necesita el led para poder ajustar dicho sensor a la posición que tomara el embolo del cilindro una vez que la boquilla de soplado sea acoplada a la boquilla del molde, recordemos que la empresa requiere de varios moldes para las diferentes presentaciones de sus productos y que dichos moldes no siempre coinciden con la altura de la boquilla. (SMT-8-PS-K5-LED-24-B de festo).



Sensor de proximidad magneto resistivo



6 fijaciones para sensor a cilindro DSNU, 2 para diámetro de 10 y 4 para diámetro de 25mm, estos elementos de fijación se emplean para fijar el sensor de proximidad tipo SMT magnético resistivo al cilindro tipo DSNU, (SMBR-8-25 y SMBR-8-10 de festo).



Fijaciones para sensor SMBR-8-25 y SMBR

4 válvulas reguladoras de caudal para rosca G3/8, estas válvulas se emplearan en los cilindros DNC-80-80 para regular la velocidad de avance y retroceso de estos cilindros ya que los movimientos bruscos al cierre y apertura del molde puede ocasionar fatiga a algunos elementos de la maquina fracturando y provocando una falla,(GRLA-9/8-QS-8-D de festo).



Válvula reguladora de caudal GRLA-9/8-QS

5 Electroválvulas distribuidoras 4/2 vías bi-estable, estas válvulas se requieren como elementos de mando para los cilindros tanto para los de cierre de molde así también como para el de desplazamiento del carro y también para el de la boquilla de soplado este tipo de válvulas pueden ser cervopilotadas es decir se auxilian de una presión de aire ya sea externa o interna para ser activadas y así reducir la corriente consumida por la solenoide, (VUVB-L-B42-D-Q8-1C1 de festo).



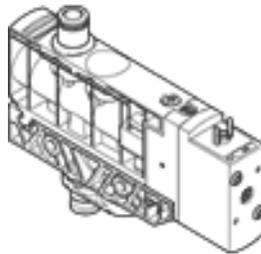
Electroválvula 4/2 vías biestable VUVB-L

2 Electroválvulas distribuidoras 3/2 vías monoestable normalmente cerrada, estas válvulas se emplearan para mandar señal de aire al cilindro de corte y al soplado este tipo de válvulas tienen retorno neumático e igualmente son cervopilotadas, (VUVB-L-M32C-AD-Q8-1C1 de festo).



Electrovalvula 3/2 vías monoestable VUVB

1 Electrovalvula distribuidora 3/2 vías monoestable normalmente abierta, esta válvula se empleara para un sistema de paro de emergencia liberando el aire en esta válvula al ser activada impidiendo el suministro al sistema, (VUVB-L-M32U-AD-Q8-1C1 de festo).



Electrovalvula distribuidora 3/2 vías monoestable normalmente abierta VUVB-L-M32U-AD-Q8-1C1 de festo

1 Unidad de mantenimiento este conjunto va a la entrada del sistema de válvulas y actuadores realizando las funciones de filtro, regulador y lubricador para los elementos del sistema, (FRC-3/8-D-5M-MIDI-A de festo).



Unidad de mantenimiento FRC-3/8-D-5M-MID



10 racor estos elementos se emplean en las conexiones de las válvulas a los cilindros y de la unidad de mantenimiento a las válvulas, en esta máquina se emplearan racores para tubo flexible de 8mm también se necesitara un par de ellos reductores para acoplar los racores de los cilindros de 10mm de diámetro a el tubo flexible de 8mm ya que los racores de estos cilindros el máximo diámetro de salida es de 6mm para tubo flexible, (QS-G3/8-8, QS-G1/8-8, QSM-M5-6, Y QS-8-6 de festo).



Racor QS-G3/8-8, QS-G1/8-8, QSM-M5-6, y QS-8-6 de festo

7 racor en T, estos se emplearan para realizar las conexiones del sistema entre válvulas y actuadores, (QST-8 de festo).



Racor en T QST-8 de festo.

1 rollo de tubo flexible de poliuretano de 8mm de diámetro externo, este tipo de tubo es muy resistente a la abrasión, presión y desgaste; ofrece una destacada resistencia a los dobleces, excelente resistencia a la tracción y al desgarro, muy buena capacidad de amortiguamiento y flexibilidad en temperaturas, (PUN-8x1,25-BL de festo).



Rollo de tubo flexible de poliuretano de 8mm de diámetro externo PUN-8x1, 25-BL de festo.

IV. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.



IV. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento que se le dará a la maquina inyectora de plástico se realizara dos veces al año y se dividirá en los siguientes pasos:

Paso 1.

Debido a que la maquina cuenta con mangueras flexibles por donde se conduce el aire comprimido estas serán las primeras en revisarse debido a que si en ellas se encuentra una rotura estas se deberán reemplazar, ya que estas no se deben reparar usando cintas o cualquier otro material para sellar las fugas de aire todo esto para prevenir que la manguera de coletazos al romperse poniendo en riesgo la seguridad del operador o del demás personal, así también para evitar las despresurizaciones de la línea. Las mangueras flexibles se deben cambiar una vez por año por razones de seguridad.

Paso 2.

En la unidad de FRL se revisa las válvulas acondicionadoras de presión. Dicho mantenimiento se basa en las pruebas de fuga de aire las cuales consisten principalmente en suministrarle aire a altas presiones al regulador por sus dos entradas. Si suministramos una alta presión sólo a la entrada del regulador, no debe fluir aire hacia la salida. Esto se comprueba palpando el ducto de salida con el dedo húmedo. La otra prueba que se realiza es calibrando el resorte para una máxima presión de salida y suministrándole sólo aire a presión por la salida. Si esta es inferior a la máxima del resorte, no debería salir aire por el ducto opuesto de la válvula (la entrada).

Los nivel de lubricante deben mantenerse adecuadamente una o más veces por jornada. Es por eso que los operarios deben tener a su alcance lubricante suficiente. Si hubiera condensados de agua, se eliminan por el grifo de purga ya que el aceite es más ligero y flota sobre ella, por lo cual esta operación debería hacerse con regularidad, ya que si el nivel del agua alcanza el tubo de aspiración se produciría la pulverización del agua hacia la aplicación. En condiciones normales, la limpieza o eliminación de sedimentos cada seis meses suele ser suficiente.

Limpiar los filtros reutilizables y sustituir los desechables tanto en la aspiración como en la impulsión (Pre y post filtros).

Los filtros sucios incrementan el consumo energético y el consumo de aire.

Paso 3.

Revisión de los diferentes cilindros neumáticos verificando que no tengan daños en los vástagos que interfieran en el funcionamiento correcto de los mismos y si es así aplicar la solución correspondiente para resolver el problema, también revisar que no tengan algún daño por algún impacto así como el desgaste que han sufrido los diferentes dispositivos que están acoplados en los vástagos de los cilindros, finalmente limpiar todos los cilindros y si es necesario darles lubricación a los dispositivos.

Paso 4.

Verificar que todas las conexiones estén correctamente conectadas para evitar fugas de aire y así como un posible coletazo de las mangueras, revisar que todos los cilindros, dispositivos y estructura de la

maquina estén perfectamente fijos por medio de los diferentes tipos de sujeción (tornillos, juntas, racor, abrazaderas, soldaduras, etc.)

El costo por año de este mantenimiento puede ser de dos tipos y serán los siguientes:

Tipo de mantenimiento	No. de revisiones	Costo de revisión	Costo subtotal	Costo por cambio o reparación de dispositivos	Costo de cambio mangueras
Tipo 1	2	\$ 1000	\$ 2000		\$ 1050
Total	\$ 3050				
Tipo 2	2	\$ 1000	\$ 2000	\$ 3155 como máximo \$ 50 como mínimo	\$ 1050
Total máx.	\$ 6205				
Total min.	\$ 3100				

V. ESTUDIO ECONÓMICO.



V. ESTUDIO ECONÓMICO.

5.1. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE AUTOMATIZACIÓN.

5.1.1. ESTUDIO DE LOS PROVEEDORES.

PROVEEDOR " Festo Pneumatic, S. A. "			
PIEZA	NUMERO DE PIEZAS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cilindro de doble efecto de diámetro 80 mm y carrera de 80mm	2	\$ 3155.00	\$ 6310.00
Brida de sujeción para cilindro	2	\$ 466.00	\$ 932.00
Cilindro de doble efecto de diámetro 25mm y carrera de 250mm	1	\$ 1284.00	\$ 1284.00
Brida de sujeción para pistón	3	\$ 33.00	\$ 99.00
Cilindro de doble efecto diámetro 25mm y carrera de 300mm	1	\$ 1312.00	\$ 1312.00
Pie de sujeción para pistón	1	\$ 43.00	\$ 43.00
Cilindro de doble efecto de diámetro 10mm y carrera de 100mm	1	\$ 731.00	\$ 731.00
Pie de sujeción para cilindro	2	\$ 24.00	\$ 48.00
válvulas reguladoras de caudal para rosca de 1/8	2	\$ 180.00	\$ 360.00
sensores de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto	9	\$ 358.00	\$ 3222.00
sensor de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto con led	1	\$ 420.00	\$ 420.00
fijaciones para sensor a cilindro DSNU, 2 para diámetro de 10 y 4 para diámetro de 25mm,	6	\$ 32.00	\$ 192.00
válvulas reguladoras de caudal para rosca G3/8	4	\$ 210.00	\$ 840.00
Electroválvulas distribuidoras 4/2 vías bi-estable	5	\$ 250.00	\$ 1250.00
Electroválvulas distribuidoras 3/2 vías monoestable normalmente cerrada	2	\$ 315.00	\$ 630.00
Electroválvula distribuidora 3/2 vías monoestable normalmente abierta	1	\$ 315.00	\$ 315.00
Unidad de mantenimiento	1	\$ 820.00	\$ 820.00
racor	10	\$ 18.00	\$ 180.00
racor en T	7	\$ 22.00	\$ 154.00
rollo de tubo flexible de poliuretano	1	\$ 1050.00	\$ 1050.00
PLC S7200 CPU224	1	\$ 2200.00	\$ 2200.00
		COSTO TOTAL	\$ 22392.00

PROVEEDOR " Guss & Roch "			
PIEZA	NUMERO DE PIEZAS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cilindro de doble efecto de diámetro 80 mm y carrera de 80mm	2	\$ 2950.00	\$ 5900.00
Brida de sujeción para cilindro	2	\$ 450.00	\$ 900.00
Cilindro de doble efecto de diámetro 25mm y carrera de 250mm	1	\$ 1300.00	\$ 1300.00
sujeciones para pistón	3	\$ 42.00	\$ 126.00
Cilindro de doble efecto diámetro 25mm y carrera de 300mm	1	\$ 1310.00	\$ 1310.00
Pie de sujeción para pistón	1	\$ 35.00	\$ 35.00
Cilindro de doble efecto de diámetro 10mm y carrera de 100mm	1	\$ 780.00	\$ 780.00
Pie de sujeción para cilindro	2	\$ 20.00	\$ 40.00
válvulas reguladoras de caudal para rosca de 1/8	2	\$ 200.00	\$ 400.00
sensores de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto	9	\$ 280.00	\$ 2520.00
sensor de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto con led	1	\$ 350.00	\$ 350.00
fijaciones para sensor a cilindro DSNU, 2 para diámetro de 10 y 4 para diámetro de 25mm,	6	\$ 28.00	\$ 168.00
válvulas reguladoras de caudal para rosca G3/8	4	\$ 195.00	\$ 780.00
Electroválvulas distribuidoras 4/2 vías bi-estable	5	\$ 280.00	\$ 1400.00
Electroválvulas distribuidoras 3/2 vías monoestable normalmente cerrada	2	\$ 350.00	\$ 700.00
Electroválvula distribuidora 3/2 vías monoestable normalmente abierta	1	\$ 320.00	\$ 320.00
Unidad de mantenimiento	1	\$ 890.00	\$ 890.00
racor	10	\$ 12.00	\$ 120.00
racor en T	7	\$ 14.00	\$ 98.00
PROVEEDOR " Festo Pneumatic, S. A. "			
rollo de tubo flexible de poliuretano de 8mm de diámetro externo	1	\$ 1050.00	\$ 1050.00
PROVEEDOR " Siemens "			
PLC S7-200	1	\$ 2200.00	\$ 2200.00
		COSTO TOTAL	\$ 21187.00



5.1.2. COMPARACIÓN DE PROVEEDORES (COSTOS TOTALES POR PIEZA).

COMPARACIÓN		
PIEZA	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2
2 Cilindros de doble efecto de diámetro 80 mm y carrera de 80mm	\$ 6310.00	\$ 5900.00
2 Brida de sujeción para cilindro	\$ 932.00	\$ 900.00
1 Cilindro de doble efecto de diámetro 25mm y carrera de 250mm	\$ 1284.00	\$ 1300.00
3 sujeciones para pistón	\$ 99.00	\$ 126.00
1 Cilindro de doble efecto diámetro 25mm y carrera de 300mm	\$ 1312.00	\$ 1310.00
1 Pie de sujeción para pistón	\$ 43.00	\$ 35.00
1 Cilindro de doble efecto de diámetro 10mm y carrera de 100mm	\$ 731.00	\$ 780.00
1 Pie de sujeción para cilindro	\$ 48.00	\$ 40.00
2 válvulas reguladoras de caudal para rosca de 1/8	\$ 360.00	\$ 400.00
9 sensores de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto	\$ 3222.00	\$ 2520.00
1 sensor de proximidad magneto resistivo tipo PNP a 24V normalmente abierto con led	\$ 420.00	\$ 350.00
6 fijaciones para sensor a cilindro DSNU, 2 para diámetro de 10 y 4 para diámetro de 25mm,	\$ 192.00	\$ 168.00
4 válvulas reguladoras de caudal para rosca G3/8	\$ 840.00	\$ 780.00
5 Electroválvulas distribuidoras 4/2 vías bi-estable	\$ 1250.00	\$ 1400.00
2 Electroválvulas distribuidoras 3/2 vías monoestable normalmente cerrada	\$ 630.00	\$ 700.00
1 Electroválvula distribuidora 3/2 vías monoestable normalmente abierta	\$ 315.00	\$ 320.00
1 Unidad de mantenimiento	\$ 820.00	\$ 690.00
10 racor	\$ 180.00	\$ 120.00
7 racor en T	\$ 154.00	\$ 98.00
1 rollo de tubo flexible de poliuretano de 8mm de diámetro externo	\$ 1050.00	\$ 1050.00
COSTO TOTAL	\$ 20192.00	\$ 18987.00

5.2. ELECCIÓN DEL PROVEEDOR.

COSTO TOTAL	\$ 20192.00	\$ 18987.00
-------------	-------------	-------------

Como se puede observar los costos entre nuestros proveedores elegidos, mantienen una diferencia de \$1205 pesos, sin embargo y aunque el proveedor Guss & Roch nos ofrece un costo más bajo se ha optado por el proveedor numero Festo Pneumatic, S. A., ya que es un proveedor consolidado y con muy buena reputación en el mercado, nos ofrece piezas de la mejor calidad.

5.3. COSTOS DE INSTALACIÓN

El costo de instalación asciende al 75% del costo total de la automatización del equipo que para este caso sería:

COSTO TOTAL	\$ 20192.00
-------------	-------------

EL 75% DE TAL COSTO ES: \$ 15 144 PESOS M/N

Este costo será agregado al costo de las piezas e igualmente la empresa financiara estos costos a través de un préstamo bancario.

5.3.1. COSTOS DE PROGRAMACIÓN

Los costos de programación están fijados por los integrantes del proyecto, ya que seremos los encargados de poner en práctica nuestros conocimientos de PLC en un proceso de utilidad.

Por decisión de todos los integrantes hemos fijado el precio en \$3000 pesos. Costo que de igual manera será sumado al costo de los materiales y a los costos de instalación, de la misma forma se financiara por préstamo.

5.4. AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Para poder realizar la inversión la empresa estaría pidiendo un préstamo en el grupo financiero Bancomer, el cual está ofreciendo la cantidad solicitada con una tasa de interés de 30% anual en un lapso de tiempo de 2 años.

DATOS:

CAPITAL	\$ 38,336.00
INTERÉS	0.025
PERIODOS	24



TABLA DE AMORTIZACIÓN.

NUMERO DE PERIODO	PAGO AL FINAL DEL PERIODO	INTERESES POR PERIODO	CAPITAL PAGADO O ABONADO	AMORTIZACIÓN	CAPITAL INSOLUTO
1	\$ 2,143.47	\$ 958.40	\$1,185.07	\$1,185.07	\$37,150.93
2	\$ 2,143.47	\$ 928.77	\$1,214.70	\$2,399.77	\$35,936.23
3	\$ 2,143.47	\$ 898.41	\$1,245.07	\$3,644.84	\$34,691.16
4	\$ 2,143.47	\$ 867.28	\$1,276.20	\$4,921.04	\$33,414.96
5	\$ 2,143.47	\$ 835.37	\$1,308.10	\$6,229.14	\$32,106.86
6	\$ 2,143.47	\$ 802.67	\$1,340.80	\$7,569.94	\$30,766.06
7	\$ 2,143.47	\$ 769.15	\$1,374.32	\$8,944.26	\$29,391.74
8	\$ 2,143.47	\$ 734.79	\$1,408.68	\$10,352.94	\$27,983.06
9	\$ 2,143.47	\$ 699.58	\$1,443.90	\$11,796.84	\$26,539.16
10	\$ 2,143.47	\$ 663.48	\$1,479.99	\$13,276.83	\$25,059.17
11	\$ 2,143.47	\$ 626.48	\$1,516.99	\$14,793.82	\$23,542.18
12	\$ 2,143.47	\$ 588.55	\$1,554.92	\$16,348.74	\$21,987.26
13	\$ 2,143.47	\$ 549.68	\$1,593.79	\$17,942.53	\$20,393.47
14	\$ 2,143.47	\$ 509.84	\$1,633.64	\$19,576.17	\$18,759.83
15	\$ 2,143.47	\$ 469.00	\$1,674.48	\$21,250.65	\$17,085.35
16	\$ 2,143.47	\$ 427.13	\$1,716.34	\$22,966.99	\$15,369.01
17	\$ 2,143.47	\$ 384.23	\$1,759.25	\$24,726.24	\$13,609.76
18	\$ 2,143.47	\$ 340.24	\$1,803.23	\$26,529.47	\$11,806.53
19	\$ 2,143.47	\$ 295.16	\$1,848.31	\$28,377.78	\$9,958.22
20	\$ 2,143.47	\$ 248.96	\$1,894.52	\$30,272.30	\$8,063.70
21	\$ 2,143.47	\$ 201.59	\$1,941.88	\$32,214.18	\$6,121.82
22	\$ 2,143.47	\$ 153.05	\$1,990.43	\$34,204.61	\$4,131.39
23	\$ 2,143.47	\$ 103.28	\$2,040.19	\$36,244.80	\$2,091.20
24	\$ 2,143.47	\$ 52.28	\$2,091.19	\$38,335.99	\$0.00

5.5. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN ACTUAL.

PRESUPUESTO DE MATERIA PRIMA			
MATERIAL: POLIPROPILENO			
	DIARIOS	MENSUALES	ANUALES
UD. A PRODUCIR	3360	67200	806400
KG. POR UNIDAD	0.0264	0.0264	0.0264
KILOGRAMOS REQUERIDOS	88.70	1774.08	21288.96
COSTO KILOGRAMO	\$ 9.02	\$ 9.02	\$ 9.02
SUBTOTAL	\$ 799.93	\$ 15,998.65	\$ 191,983.84
IVA	\$ 119.99	\$ 2,399.80	\$ 28,797.58
TOTAL	\$ 919.92	\$ 18,398.45	\$ 220,781.42

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA		
DOS OPERARIOS		
	MENSUAL	ANUAL
CANTIDAD PERCIBIDA	\$ 8,000.00	\$ 96,000.00

ESTADO DE COSTO DE PRODUCCIÓN		
	MENSUAL	ANUALES
I. INICIAL MATERIA PRIMA	0	0
COMPRAS	\$ 15,998.65	\$ 191,983.84
MP DISPONIBLE	\$ 15,998.65	\$ 191,983.84
I. FINAL MATERIA PRIMA	0	0
MP CONSUMIDA	\$ 15,998.65	\$ 191,983.84
MOD	\$ 8,000.00	\$ 96,000.00
COSTO PRIMO	\$ 23,998.65	\$ 287,983.84
CARGOS INDIRECTOS	\$ 2,883.00	\$ 34,596.00
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 26,881.65	\$ 322,579.84
UD. A PRODUCIR	67200	806400
COSTO UNITARIO	\$ 0.40	\$ 0.40



5.6. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA A SEGUNDA VELOCIDAD.

Los costos indirectos aumentaran en un 20% ya que se requerirá una mayor electricidad para que la maquinaria produzca el doble o el triple de lo que actualmente está produciendo.

PRESUPUESTO DE MATERIA PRIMA			
MATERIAL: POLIPROPILENO			
	DIARIOS	MENSUALES	ANUALES
UD. A PRODUCIR	6720	134400	1612800
KG. POR UNIDAD	0.0264	0.0264	0.0264
KILOGRAMOS REQUERIDOS	177.41	3548.16	42577.92
COSTO KILOGRAMO	\$ 9.02	\$ 9.02	\$ 9.02
SUBTOTAL	\$ 1,599.87	\$ 31,997.31	\$ 383,967.68
IVA	\$ 239.98	\$ 4,799.60	\$ 57,595.15
TOTAL	\$ 1,839.85	\$ 36,796.90	\$ 441,562.83

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA		
UN OPERARIO		
	MENSUAL	ANUAL
CANTIDAD PERCIBIDA	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00

PRESUPUESTO DE CARGOS INDIRECTOS			
CONCEPTO	DIARIO	MENSUAL	ANUAL
LUZ	\$ 172.97	\$ 3,459.40	\$ 41,512.80
MANTENIMIENTO			\$ 3,050.00

ESTADO DE COSTO DE PRODUCCIÓN		
	MENSUAL	ANUALES
I.INICIAL MATERIA PRIMA	0	0
COMPRAS	\$ 31,997.31	\$ 383,967.68
MP DISPONIBLE	\$ 31,997.31	\$ 383,967.68
I. FINAL MATERIA PRIMA	0	0
MP CONSUMIDA	\$ 31,997.31	\$ 383,967.68
MOD	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00
COSTO PRIMO	\$ 35,997.31	\$ 431,967.68
CARGOS INDIRECTOS	\$ 3,459.40	\$ 44,562.80
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 39,456.71	\$ 476,530.48
UD. A PRODUCIR	134400	1612800
COSTO UNITARIO	\$ 0.29	\$ 0.29

5.7. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA A TERCERA VELOCIDAD.

PRESUPUESTO DE MATERIA PRIMA			
MATERIAL: POLIPROPILENO			
	DIARIOS	MENSUALES	ANUALES
UD. A PRODUCIR	10080	201600	2419200
KG. POR UNIDAD	0.0264	0.0264	0.0264
KILOGRAMOS REQUERIDOS	266.11	5322.24	63866.88
COSTO KILOGRAMO	\$ 9.02	\$ 9.02	\$ 9.02
SUBTOTAL	\$ 2,399.80	\$ 47,995.96	\$ 575,951.52
IVA	\$ 359.97	\$ 7,199.39	\$ 86,392.73
TOTAL	\$ 2,759.77	\$ 55,195.35	\$ 662,344.25

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA		
UN OPERARIO		
	MENSUAL	ANUAL
CANTIDAD PERCIBIDA	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00

PRESUPUESTO DE CARGOS INDIRECTOS			
	DIARIO	MENSUAL	ANUAL
LUZ	\$ 172.97	\$ 3,459.40	\$ 41,512.80
MANTENIMIENTO			\$ 3,050.00

ESTADO DE COSTO DE PRODUCCIÓN		
	MENSUAL	ANUALES
I.INICIAL MATERIA PRIMA	0	0
COMPRAS	\$ 47,995.96	\$ 575,951.52
MP DISPONIBLE	\$ 47,995.96	\$ 575,951.52
I. FINAL MATERIA PRIMA	0	0
MP CONSUMIDA	\$ 47,995.96	\$ 575,951.52
MOD	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00
COSTO PRIMO	\$ 51,995.96	\$ 623,951.52
CARGOS INDIRECTOS	\$ 3,459.40	\$ 44,562.80
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 55,455.36	\$ 668,514.32
UD. A PRODUCIR	201600	2419200
COSTO UNITARIO	\$ 0.28	\$ 0.28

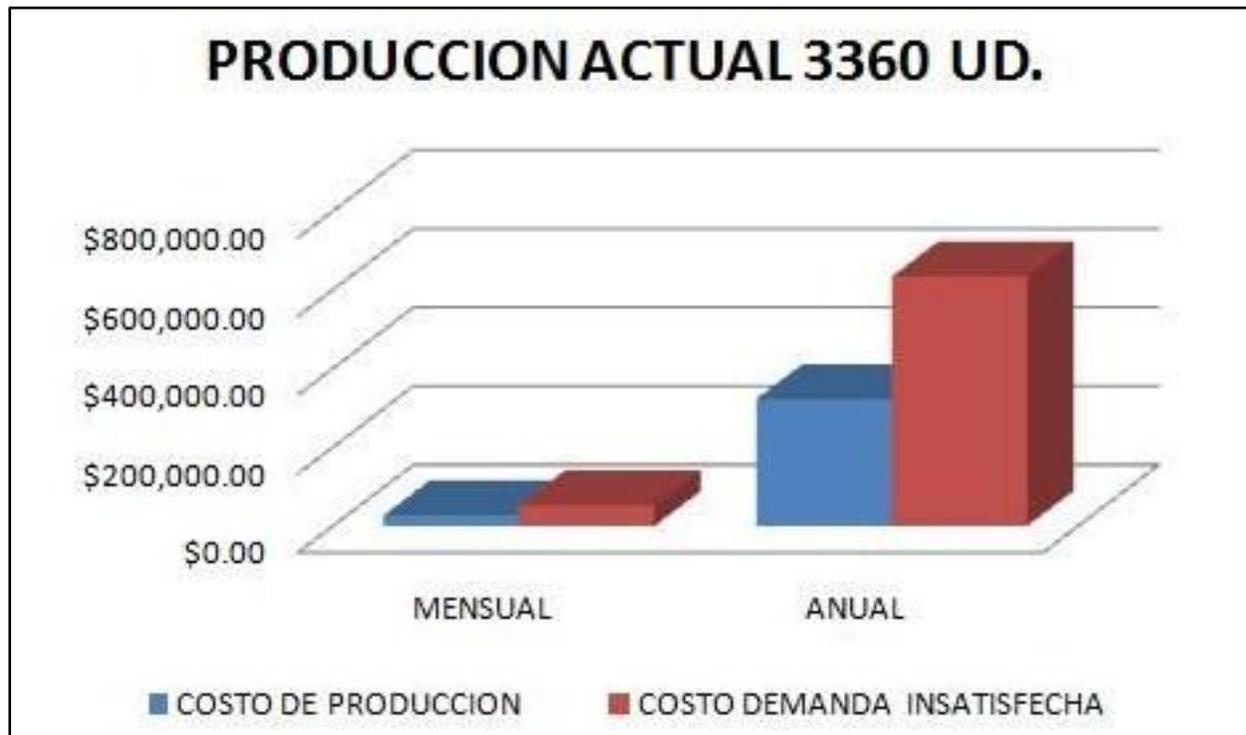


5.8. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN ACTUAL.

Costo de producción: 3360 ud. diarias a un costo unitario de \$0.40 nos da un gasto diario de \$1344.00

Costo de compra de envases: la demanda diaria insatisfecha asciende a 2640 ud. diarias que tienen un costo inicial de \$1.00 los que nos da un gasto diario de \$2640.00

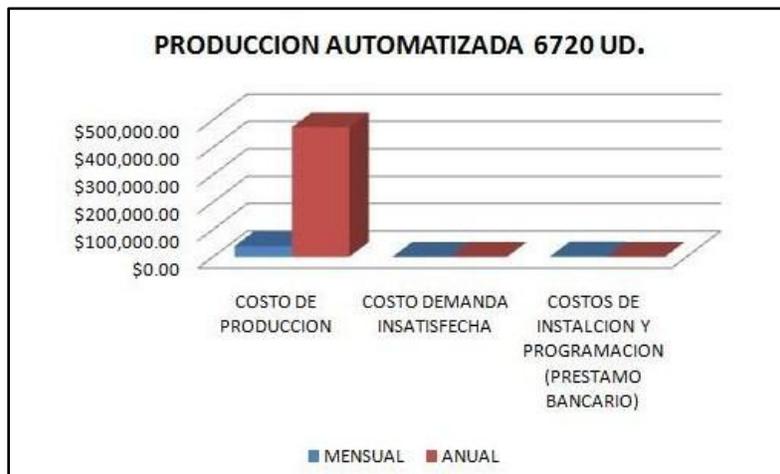
	MENSUAL	ANUAL
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 26,881.65	\$ 322,579.84
COSTO DEMANDA INSATISFECHA	\$ 52,800.00	\$ 633,600.00
COSTO TOTAL ACTUAL	\$ 79,681.65	\$ 956,179.84



5.9. COSTO TOTAL PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA.

5.9.1. A SEGUNDA VELOCIDAD.

	MENSUAL	ANUAL
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 39,456.71	\$ 476,530.48
COSTO DEMANDA INSATISFECHA	0	0
COSTOS DE INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN (PRÉSTAMO BANCARIO)	\$ 2,143.47	\$ 25,721.64
COSTO TOTAL A SEGUNDA	\$ 41,600.18	\$ 502,252.12



5.9.2. A TERCERA VELOCIDAD.

	MENSUAL	ANUAL
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 55,455.36	\$ 668,514.32
COSTO DEMANDA INSATISFECHA	0	0
COSTOS DE INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN (PRÉSTAMO BANCARIO)	\$ 2143.47	\$ 25,721.64
COSTO TOTAL A TERCERA	\$ 57,598.83	\$ 694,235.96

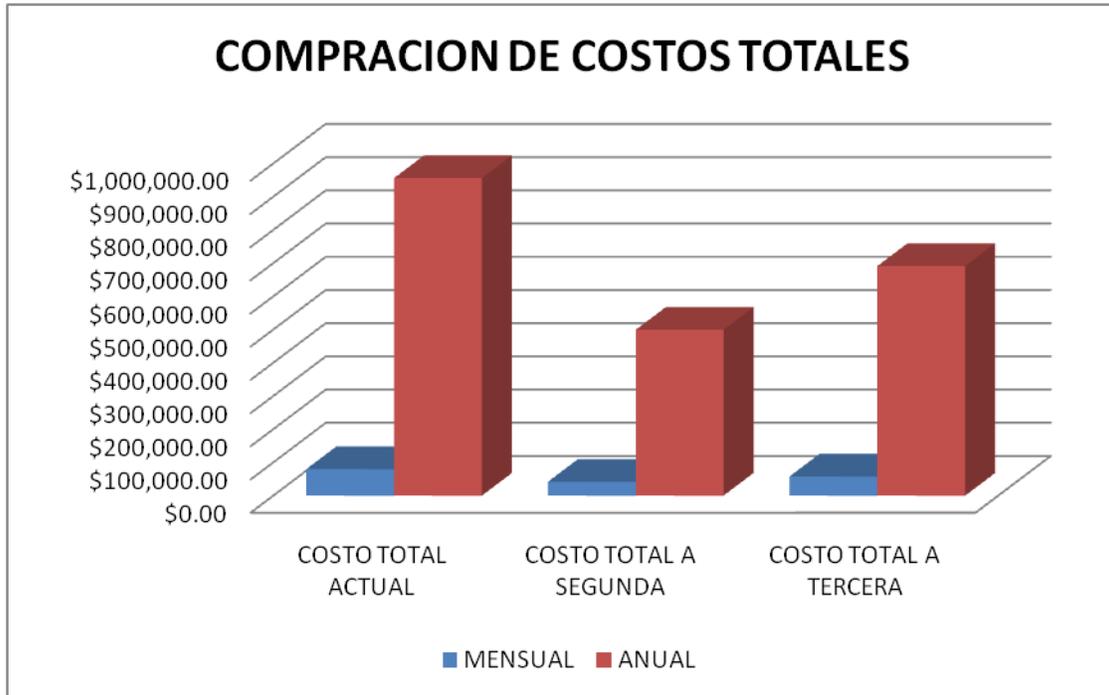


CONCLUSIÓN.



CONCLUSIÓN.

ANÁLISIS FINANCIERO DE LA AUTOMATIZACIÓN



Como se puede observar en las tablas anteriores los costos actuales de la empresa son muy altos, comparados con los que podría realizar al automatizar su maquinaria, ya que con su maquinaria sería capaz de cubrir la totalidad de su demanda de envases, y así no tener que recurrir mas a la compra de estos a un triple precio de lo que le saldría producirlos, además tomando en cuenta que los costos prestados en las tablas de arriba tanto para la segunda como tercera actualización, sería esos pero solo por los 2 primeros años, en lo que la deuda bancaria es cubierta totalmente, entonces los costos totales bajarán y por tanto la empresa recibirá aun más ganancias.

Con la opción de que si se trabajara a una tercera velocidad la empresa estaría produciendo un 168% más de lo que necesita actualmente, teniendo así la opción de vender envases a otras empresas y aparte de reducir costos estaría obteniendo ingresos extras por la venta de estos, bajando así sus precios unitarios de cada envase.

Es por estas razones que el proponemos la automatización, habiendo ya analizado los beneficios financieros que esta le trae a la empresa.

BIBLIOGRAFÍA.

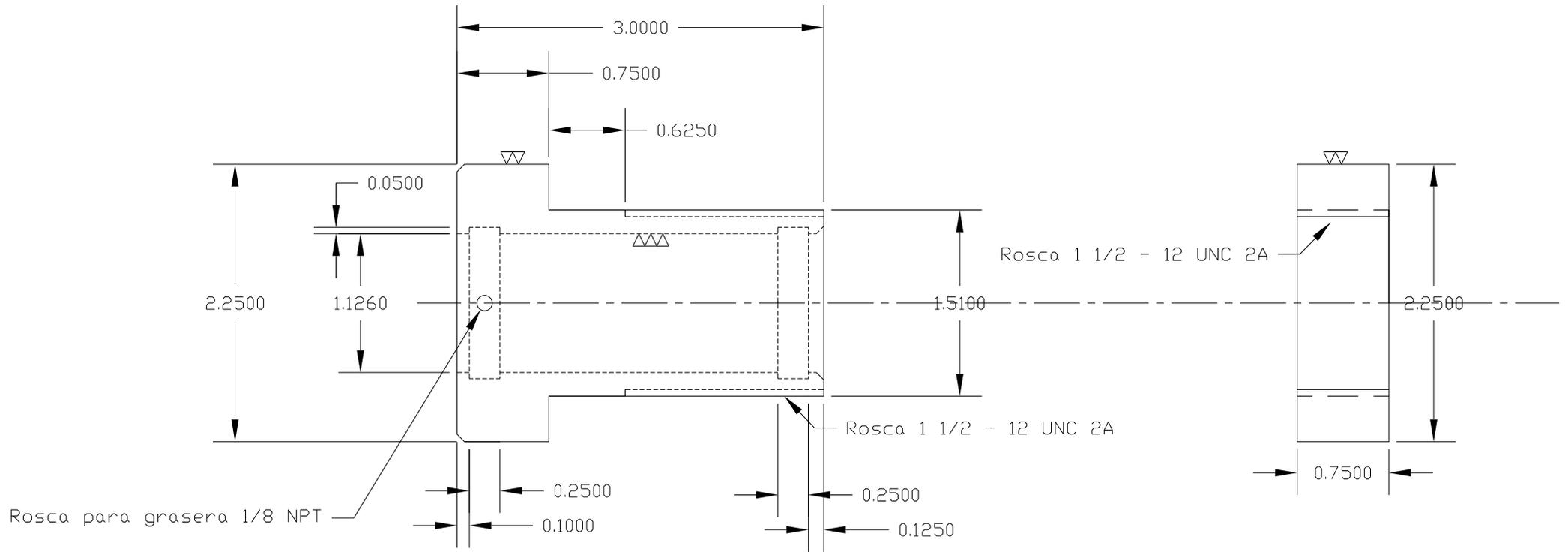
Libros:

- + Baca Urbina Gabriel; "EVALUACIÓN DE PROYECTOS"; Quinta Edición, Ed. Mc Graw Hill, Pp. 392
- + Dominick Salvatore; "MICROECONOMÍA"; Tercera Edición, Ed. McGraw Hill, Pp. 436
- + Samuelson, Nordhaus, Salazar, Dieck, Rodríguez; "MACROECONOMÍA CON APLICACIONES A LATINOAMÉRICA"; Decimoséptima Edición, Ed. Mc Graw Hill, Pp.475
- + Deppert W., Stoll K.; "APLICACIONES DE LA NEUMÁTICA"; Primera edición, Ed. Alfaomega y Marcombo, Pp. 9-35
- + Deppert W., Stoll K.; "DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS"; Primera edición, Ed. Alfaomega y Marcombo, Pp. 9-55
- + Roca Ravell F.; "OLEOHIDRÁULICA BÁSICA"; Primera reimpresión, Ed. Alfaomega Grupo Editor, Pp. 13-20
- + Creus Sole A.; "NEUMÁTICA E HIDRÁULICA"; Primera edición, Ed. Alfaomega Grupo Editor, Pp. 9-97
- + Renteria Flores Roberto; Apuntes de controles lógicos programables.

Fuentes electrónicas:

- @ http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/8146f8413df946acc1256bfe0035ce3d.htm
- @ <http://www.edukativos.com/downloads-file-6124-details.html>
- @ <http://www.guss-roch.com.mx/>

ANEXOS.



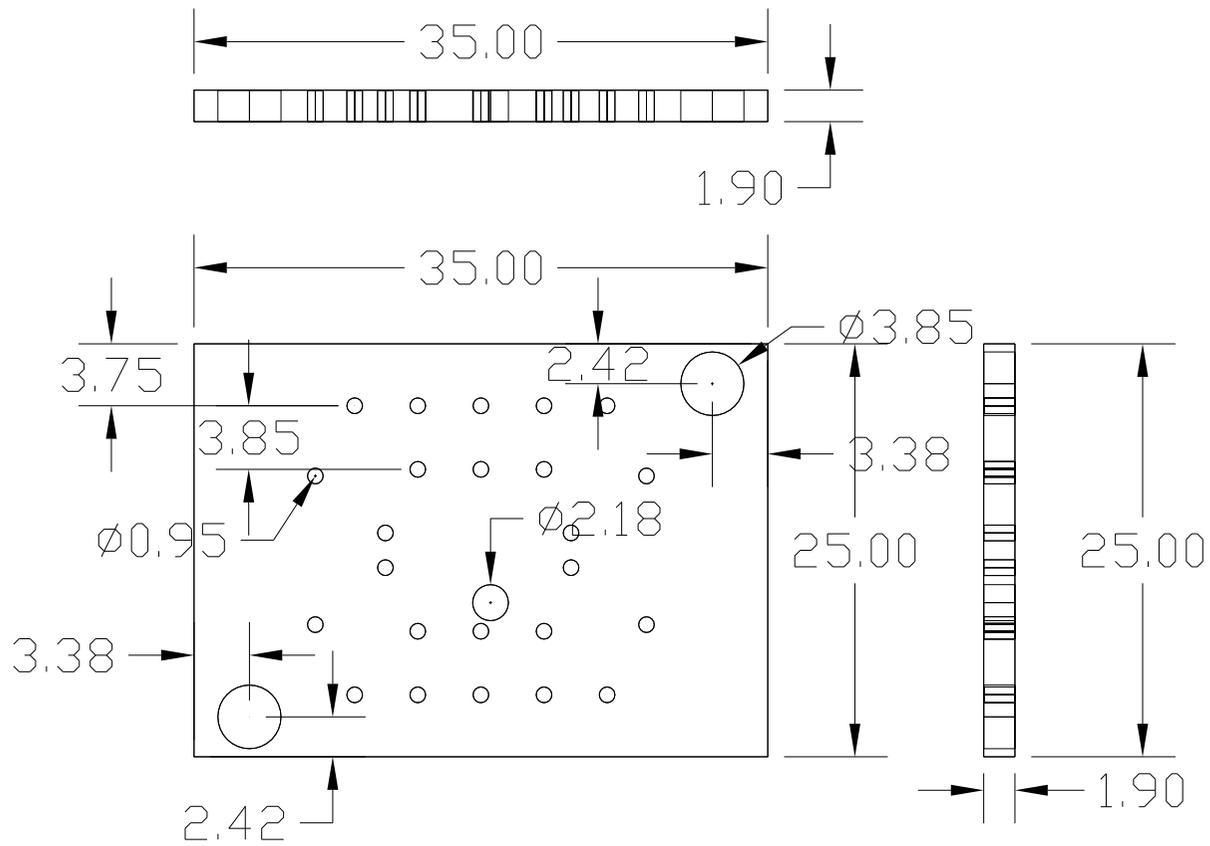
Nota:

Chaflanes de 0.060 a 45°

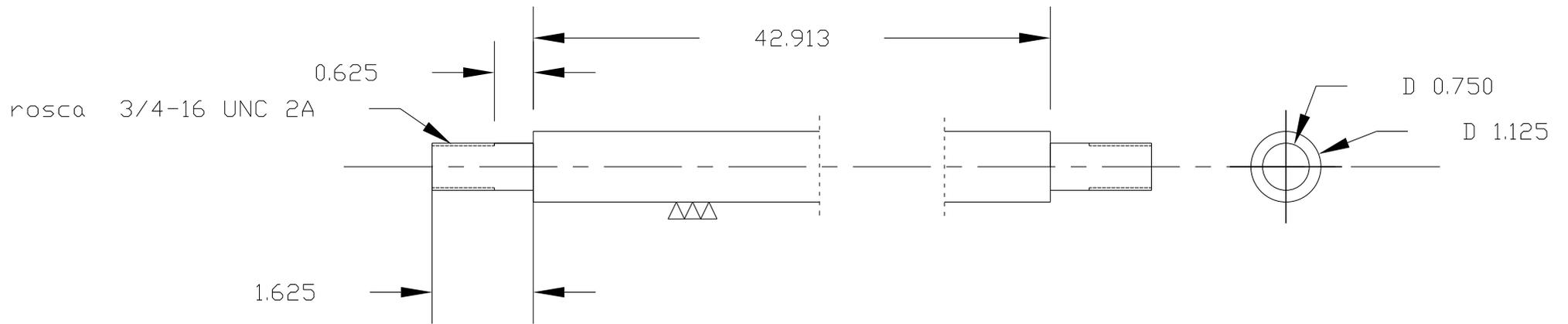
△△ Maquinado fino

▽▽ Superficie Moletada

Pieza: Collarin. y Tuerca		A1
Material: Bronce estandar	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: pulgadas.	
Dibujo: Alberto F.	Fecha: 28-Feb-08.	
Reviso: Julio P.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	



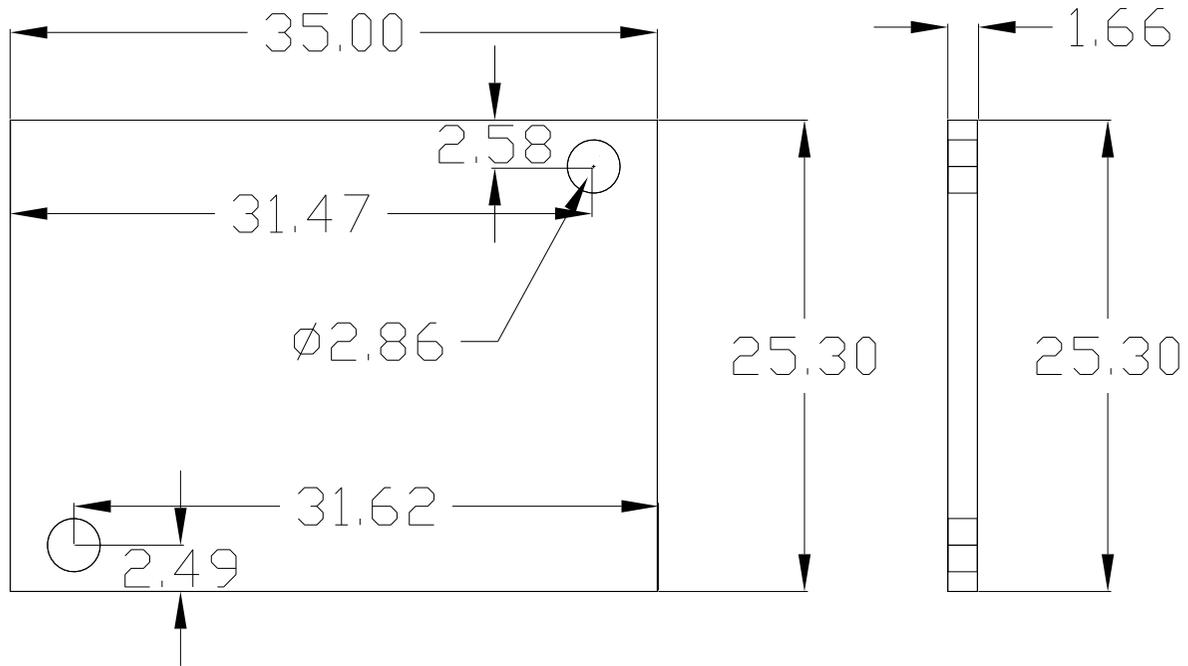
Pieza: Placa de Molde		A2
Material: Acero AISI 1018	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: Centimetros	
Dibujo: J Edgar P.	Fecha: 28-Feb-08.	
Reviso: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo:	Fecha: 28-Feb-08.	



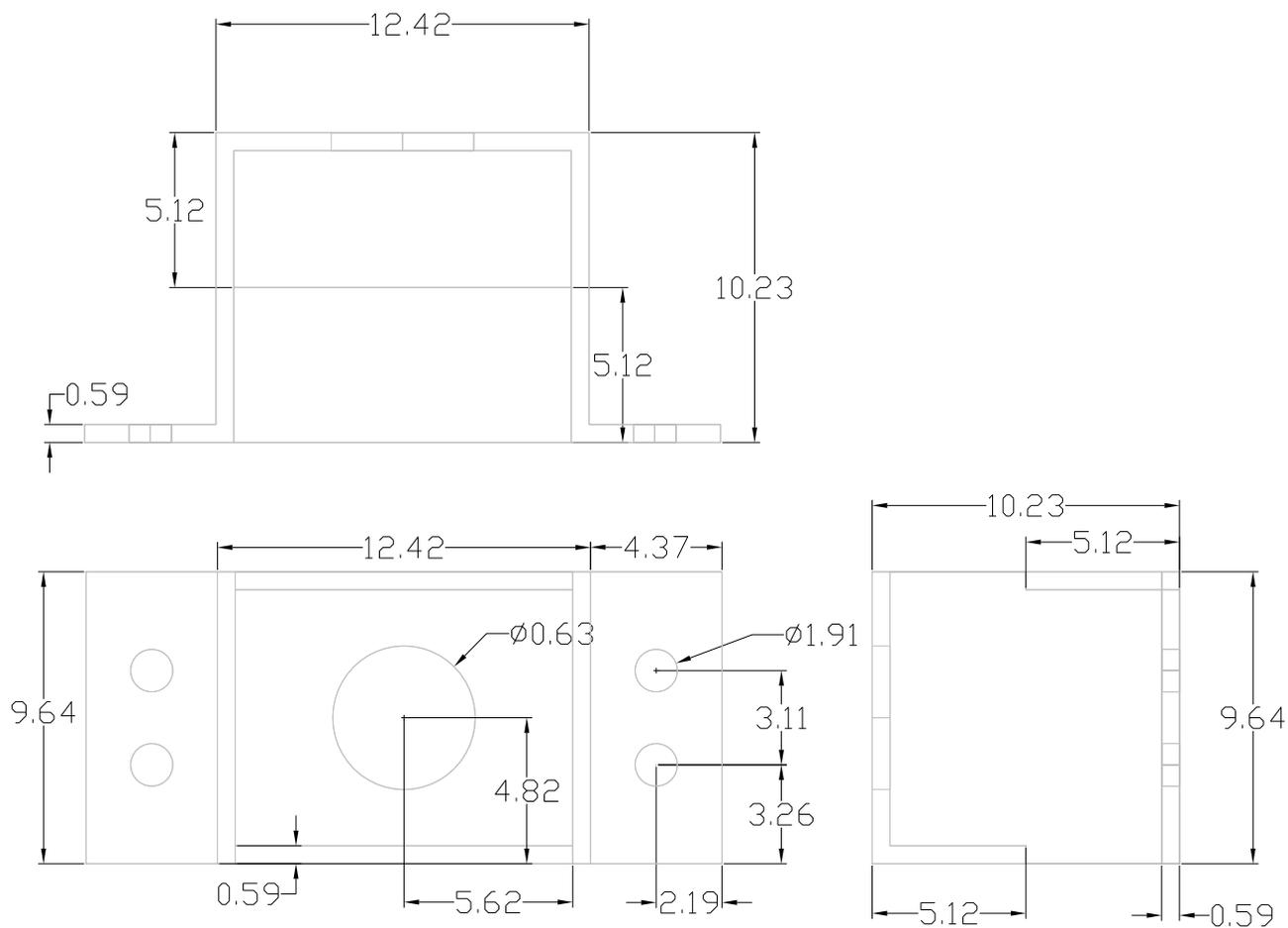
Nota:

△△△ Acabado Fino

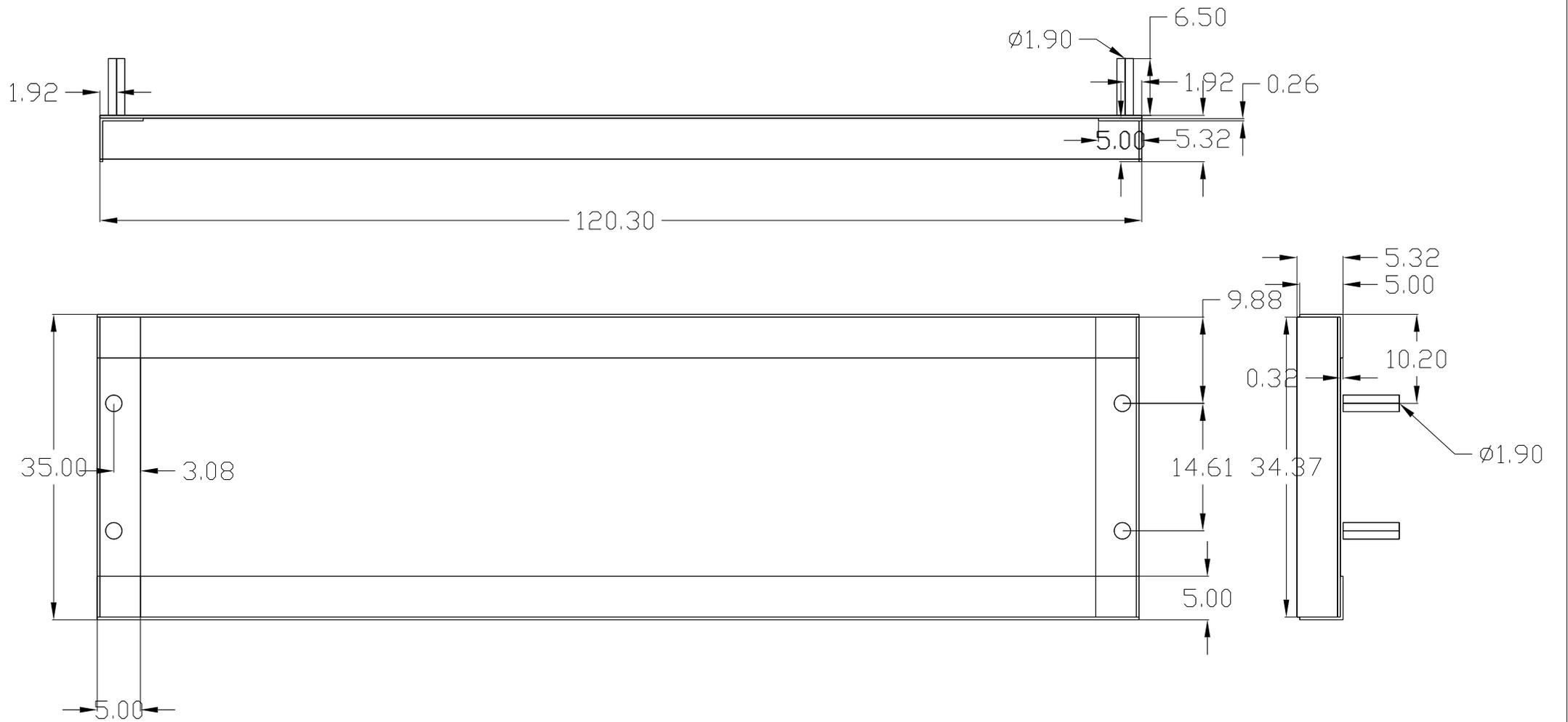
Pieza: Eje.		
Material: Acero TX10T	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: pulgadas.	
Dibujo: Alberto F.	Fecha: 28-Feb-08.	A 3
Reviso: Julio P.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	



Pieza: Placa base		A 4
Material: Acero AISI 1018	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: Centimetros	
Dibujo: J Edgar P.	Fecha: 28-Feb-08.	
Reviso: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo:	Fecha: 28-Feb-08.	



Pieza: Dispositivo de ajuste		
Material: Acero AISI 1045	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: Centimetros	
Dibujo: J Edgar P.	Fecha: 28-Feb-08.	A5
Reviso: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo:	Fecha: 28-Feb-08.	



Pieza: Base de desplazamiento		A6
Material: Acero AISI 1018	Tratamiento: ninguno	
Empresa: Luprier S.A de C.V.	Acot: Centimetros.	
Dibujo: J Edgar P.	Fecha: 28-Feb-08.	
Reviso: Cristhian M.	Fecha: 28-Feb-08.	
Autorizo:	Fecha: 28-Feb-08.	