

08
7 (15...)
201

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**



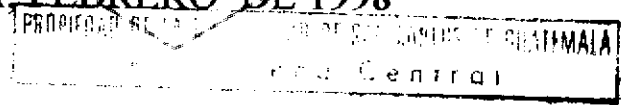
**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
SELLADORA DE TAPONES
PLÁSTICOS**

TESIS
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDUARDO GUILLERMO CASTILLO VALDEZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA FEBRERO DE 1998

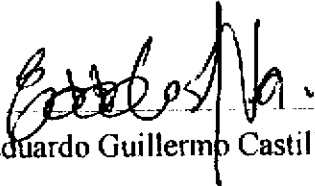


HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES
PLÁSTICOS**

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Mecánica, con fecha 15 de julio de 1997. Ref. EIM. 440.97


Eduardo Guillermo Castillo Valdez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1°:	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2°:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3°:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4°:	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL 5°:	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Oscar Eduardo Maldonado de la Roca
EXAMINADOR:	Ing. Juan Luis Obiols del Cid
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Guatemala, 1 de abril de 1997


Ingeniero
Carlos Pérez Rodríguez
Coordinador de Carrera de Ingeniería Mecánica
Presente

Señor coordinador:

Atentamente me dirijo a usted para presentarle el trabajo de tesis titulado "DISEÑO DE UNA MAQUINA SELLADORA DE TAPONES PLASTICOS" realizado por el bachiller EDUARDO GUILLERMO CASTILLO VALDEZ, el cual fué revisado por mi en su totalidad.

A mi juicio, el presente trabajo cumple a cabalidad con los objetivos planteados y con los requisitos exigidos por la Facultad de Ingeniería para optar al grado de Ingeniero Mecánico, y por lo tanto extiendo la presente aprobación en mi calidad de asesor de tesis.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted como su seguro servidor.


Ing. Mario Rolando Carrillo Melgar
Asesor
Colegiado No. 856.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El coordinador del Area de Diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen favorable del asesor, el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **DISEÑO DE UNA MAQUINA SELLADORA DE TAPONES PLASTICOS**, presentado por el estudiante universitario Eduardo Guillermo Castillo Valdez, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Pedro E. Kubes
Ing. Pedro E. Kubes Z.
Coordinador de Area

Guatemala, julio de 1997.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área de Diseño, al trabajo de tesis titulado Diseño de una Máquina Selladora de Tapones Plásticos, del estudiante Eduardo Guillermo Castillo Valdez, procede a la autorización del mismo.



LIBRO DE ACTAS Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR

Guatemala, febrero de 1.998.

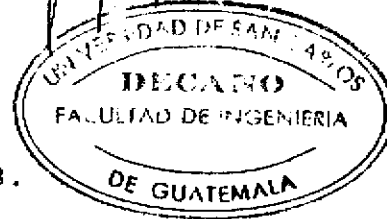


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado **Diseño de Una Máquina Selladora de Tapones Plásticos**, presentado por el estudiante universitario Eduardo Guillermo Castillo Valdez, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
" "
D E C A N O



Guatemala, febrero de 1.998.

Dedicataria

A Dios

POR SER LA LUZ QUE ILUMINA MI CAMINO.

A mis padres:

ROBERTO ALFONSO CASTILLO CASTILLO
MARTHA ALODIA VALDÉS DE CASTILLO.

COMO MUESTRA DE MI ETERNA GRATITUD POR
SU VALIOSO EJEMPLO Y APOYO BRINDADO.

A mis hermanos:

JORGE, GILDA, ROBERTO Y RICARDO.

A mi madrina:

LICDA. CARMEN ESTELA MELGAR,
GRACIAS POR SU APOYO.

A mis sobrinos:

CRISTINA Y ÁLVARO.

ESPECIALMENTE A:

INGRID BRIONES MENÉNDEZ.

CON AMOR Y AGRADECIMIENTO SÍNCERO POR
SU APOYO Y COMPRESIÓN.

A mis familiares y amigos.

Gracias

POR SU APOYO EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO:

JUAN MATÍAS GAVALDÁ

HIPERPLAST S.A.

ING. MARIO ROLANDO CARRILLO MELGAR

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE FIGURAS	iii
GLOSARIO	iv
INTRODUCCIÓN	v
1. ANTECEDENTES	1
2. GENERALIDADES DE DISEÑO	5
2.1 Especificaciones generales	9
2.2 Requerimientos técnicos	10
2.3 Capacidades de la máquina	11
3. COMPONENTES PRINCIPALES	13
3.1 Componentes neumáticos	13
3.2 Componentes electroneumáticos	19
3.3 Componentes eléctricos	21
3.4 Mecanismo	24
4. PRINCIPIOS DE NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA	27
4.1 Física aplicada a la neumática	28
4.2 Simbología neumática	35
4.3 Circuitos neumáticos	39
4.4 Cálculo de tuberías para circuitos neumáticos	44
5. DISEÑO	47
5.1 Dimensiones	47
5.2 Selección de materiales	47
5.3 Diseño de la estructura	51
5.4 Procesos de manufactura	65
5.5 Selección de elementos neumáticos	67
5.6 Selección de componentes electroneumáticos	71
5.7 Circuito neumático	73
5.8 Circuito eléctrico	75
5.9 Esquema general de conexiones	77
6. ENSAMBLE	81
7. PLANOS DE LA MÁQUINA	93
8. COSTO	99
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Caudal máximo recomendado según la presión y diámetro nominal.....	44
Tabla 2: Pérdidas por rozamiento en elementos utilizados en tuberías según su diámetro.....	44
Tabla 3: Consumo de aire para cilindros neumáticos.....	46
Tabla 4: Lista y propiedades de materiales en existencia en el mercado local.....	48
Tabla 5: Costo de los componentes.....	99

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Tapón y tapón base con las medidas importantes para el diseño de la máquina	3
Figura 2: Tapón armado	4
Figura 3: Diseño del diagrama de flujo con diseños de retroalimentación	6
Figura 4: Sección de un cilindro neumático	13
Figura 5: Filtro de aire con separador de agua	14
Figura 6: Regulador de presión	16
Figura 7: Lubricador	17
Figura 8: Silenciador	18
Figura 9: Manómetro	18
Figura 10: Válvula distribuidora de 2 posiciones y 5 vías con accionamiento por electroimán y retorno por resorte	20
Figura 11: Relevó	22
Figura 12: Termostato	23
Figura 13: Principio del compresor de émbolo	31
Figura 14: Compresor centrífugo	32
Figura 15: Simbología neumática	35
Figura 16: Elementos eléctricos	38
Figura 17: Circuitos neumáticos simples	40
Figura 18: Esquema general de conexiones de un circuito electroneumático	42
Figura 19: Esquema general de conexiones de un circuito electroneumático	43
Figura 20: Cálculo de pérdida de carga y diámetro de tuberías en función de la presión de trabajo y caudal de aire libre	45
Figura 21: Planos de la parte No. 1	54
Figura 22: Planos de la parte No. 2	55
Figura 23: Planos de las partes No. 3 y 4	56
Figura 24: Planos de las partes No. 5 y 6	57
Figura 25: Planos de la parte No. 7	58
Figura 26: Planos de la parte No. 8	59
Figura 27: Planos de las partes No. 9 y 10	60
Figura 28: Planos de la parte No. 11	61
Figura 29: Planos de las partes No. 12, 13 y 14	62
Figura 30: Planos de las partes No. 15 y 16	63
Figura 31: Planos de las partes No. 17 y 18	64
Figura 32: Roscado a mano	66
Figura 33: Equipo neumático	69
Figura 34: Componentes eléctricos y neumáticos	72
Figura 35: Circuito neumático	74
Figura 36: Circuito eléctrico	76
Figura 37: Esquema general de conexiones	78
Figura 38: Ensamble del soporte del cilindro de sujeción	83
Figura 39: Ensamble del soporte del interruptor de rodillo	84
Figura 40: Ensamble del asiento de la tapa	85
Figura 41: Subensamble del sistema de sellado	86
Figura 42: Ensamble del sistema de sellado	87
Figura 43: Sistema de sellado	88
Figura 44: Ensamble de componentes en la base	89
Figura 45: Ensamble final de la estructura	90
Figura 46: Estructura de la máquina	91
Figura 47: Vista de planta de la máquina	93
Figura 48: Vista lateral izquierda de la máquina	94
Figura 49: Vista lateral derecha de la máquina	95
Figura 50: Vista trasera de la máquina	96
Figura 51: Vista isométrica de la máquina	97

Glosario

Circuito eléctrico: sistema de conductores por el cual puede pasar una corriente eléctrica. Se dice que el circuito está *cerrado* cuando puede dar paso a la corriente y *abierto* en el caso contrario.

Circuito neumático: es el análogo del circuito eléctrico para una red de aire comprimido; es decir, es un sistema de conductores por el cual puede pasar una corriente de aire comprimido.

Cilindro neumático: es un impulsor lineal. Se compone esencialmente de una camisa, que no es más que un cilindro hueco; en el interior de la camisa está el émbolo que es donde el aire comprimido aplica la presión y el vástago que es el que realiza el trabajo mecánico.

Compresor de aire: como su nombre lo indica es una máquina utilizada para comprimir aire. El aire es aspirado y según el tipo de compresor, mediante diferentes dispositivos el aire se comprime alcanzando altas o medianas compresiones. Luego el aire sale hacia una red de distribución o hacia un tanque para utilizar el aire comprimido en la forma que se desee.

Electroválvula: es una válvula accionada eléctricamente. Al mandar la señal eléctrica, una bobina acoplada a la válvula, genera un campo magnético, haciendo que un vástago colocado en el centro de la bobina, salga disparado; esto hace que la válvula cambie de posición.

Neumática: se encarga del estudio y aplicación de todos los elementos y sistemas que tengan el aire comprimido como fuerza de trabajo.

Relé: es un galicismo por *relevador*. Todo dispositivo que al ser excitado por una corriente eléctrica o cualquier otra forma de energía, provoca un cambio importante en otra corriente de energía o mecanismo de energía mucho más fuerte.

Termostato: dispositivo encargado de regular la temperatura de alguna pieza. Para ello sensa la temperatura y según sea esta, abre o cierra el circuito eléctrico que alimenta la resistencia que da calor a la pieza.

Válvula: dispositivo que sirve para regular el flujo de un líquido, un gas, una corriente, etc.. Estas pueden ser de bola, de baja presión, de seguridad, de admisión, de escape, etc..

Válvula direccional: es una válvula que permite que los fluidos sigan determinado sentido, según sea el diseño de la válvula.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales funciones del ingeniero mecánico es la de resolver problemas diseñando sistemas y/o equipos para los procesos cotidianos. De esta manera el ingeniero se transforma en el eslabón que une y convierte los regalos de la naturaleza.

El mecanismo mediante el cual una necesidad es convertida en un plan funcional y significativo es llamado diseño. Dicho de otra forma, diseño es la formulación de un plan, esquema o método para trasladar una necesidad a un dispositivo que logre satisfacer la necesidad original.

De esta manera se ha planteado la necesidad de diseñar un sistema que agilice y haga segura la producción del sellado de tapones plásticos. Además de estas necesidades se puede ver que el diseño de una máquina trae ciertas ventajas que hace que nos inclinemos por el diseño y la fabricación de la máquina.

Se pueden mencionar como ventajas de fabricar la máquina:

- Incremento en la producción.
- Hace más seguro el proceso de sellado.
- Hace más eficiente la producción.
- Debido a la sencillez de operación de la máquina no se requiere de personal altamente calificado.

A lo largo del desarrollo de la tesis se definirán las especificaciones de la máquina, así como los requerimientos; se hará un diseño preliminar, se seleccionaran

INTRODUCCIÓN

materiales, componentes neumáticos, eléctricos y electroneumáticos; así mismo se harán los planos de la máquina, diagrama de ensamble y un análisis de costo. Todo esto nos dará la pauta para definir la factibilidad de la fabricación de una máquina de este tipo.

ANTECEDENTES

1

El proceso del sellado de tapones plásticos consiste en lo siguiente: La tapa está compuesta en dos partes (ver figura 1). Esta tapa es utilizada en envases plásticos desechables los cuales son empleados para transportar agua pura. Las dos partes de la tapa deben ser unidas y selladas en los lugares que indica la figura 2 de manera que constituyan el sello de garantía, así, para poder abrir el envase y obtener agua por vez primera deban romperse los dos sellos.

Para obtener el primer sello debe aplastarse por medio de calor la parte del tapón que esta sujetado por la lengüeta del tapón base (ver figura 2) de manera que no se pueda separar el tapón del tapón base a menos que se rompa la lengüeta. El segundo sello se hace también mediante calor y es aplicado mediante una punta caliente en el tapón base penetrandolo en el lugar que indica la figura y atravesandolo hasta que haga una pequeña soldadura de plástico con el tapón. Esto se hace para crear una pequeña resistencia cuando se destapa el envase por primera vez y para evitar que se destape accidentalmente en el transporte del envase.

La aplicación de ambos sellos se realiza en forma manual; una persona es la encargada de realizar este trabajo. Para ello utiliza un cautín que usualmente es utilizado para realizar soldaduras con estaño. Al estar caliente la punta del cautín se logra derretir el plástico y formar los sellos. El trabajador realiza primero uno de los sellos a un lote de tapones y luego el otro sello.

Para resolver esto se tiene en mente diseñar una máquina que coloque los dos sellos de una sola vez. La máquina deberá tener un alojamiento donde cace y quede fijo el tapón armado de tal forma que se le puedan aplicar los sellos.

ANTECEDENTES

La máquina deberá trabajar con electricidad y aire comprimido ya que son los recursos con los que cuenta la fábrica: Un compresor que suministra aire comprimido a la fábrica. Existe una línea de aire comprimido que atraviesa a lo largo la fábrica. Esto facilita la ubicación de la máquina ya que cada pocos metros hay tomas de corriente y de aire comprimido.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

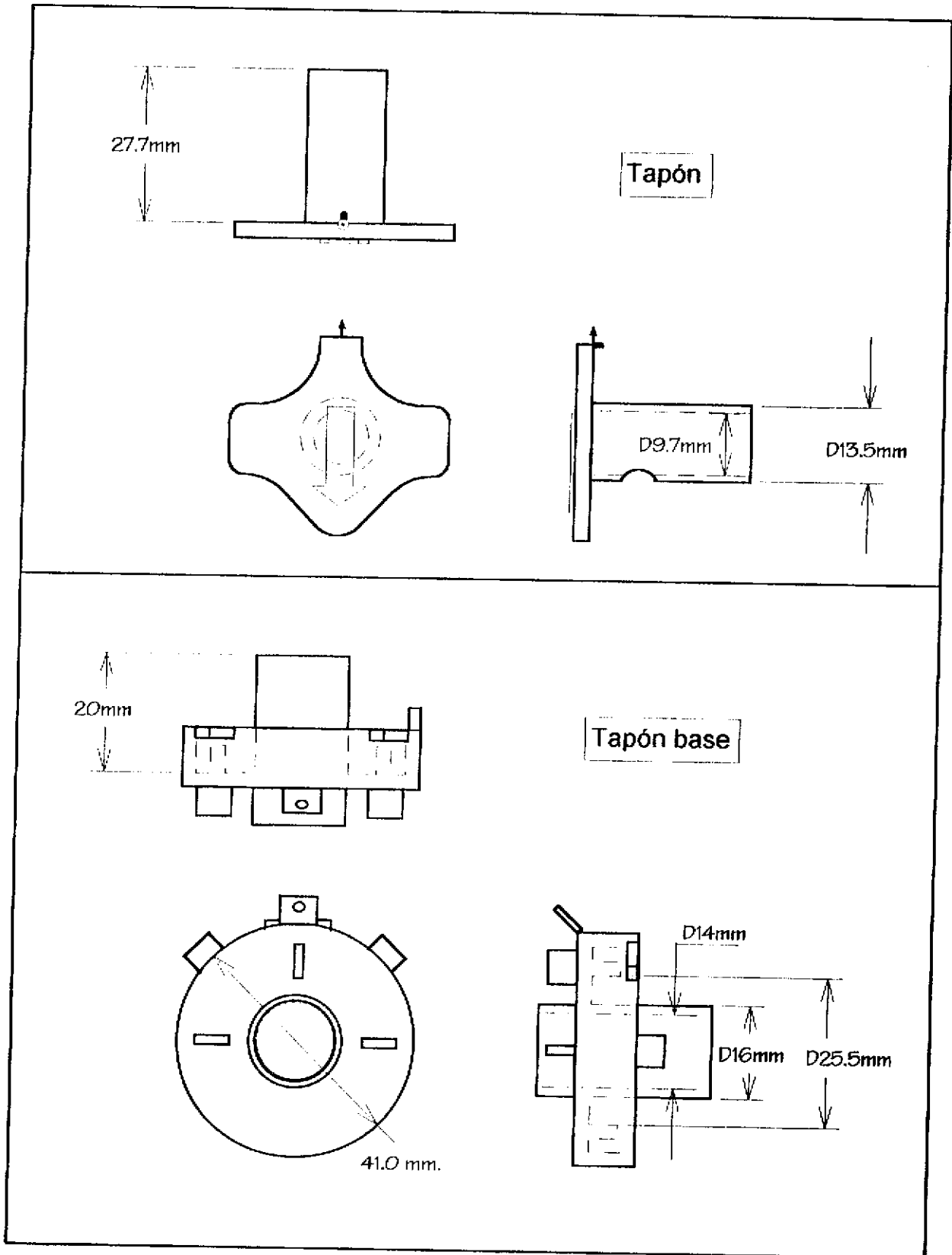


Fig. 1. Tapón y tapón base con las medidas importantes para el diseño de la máquina.

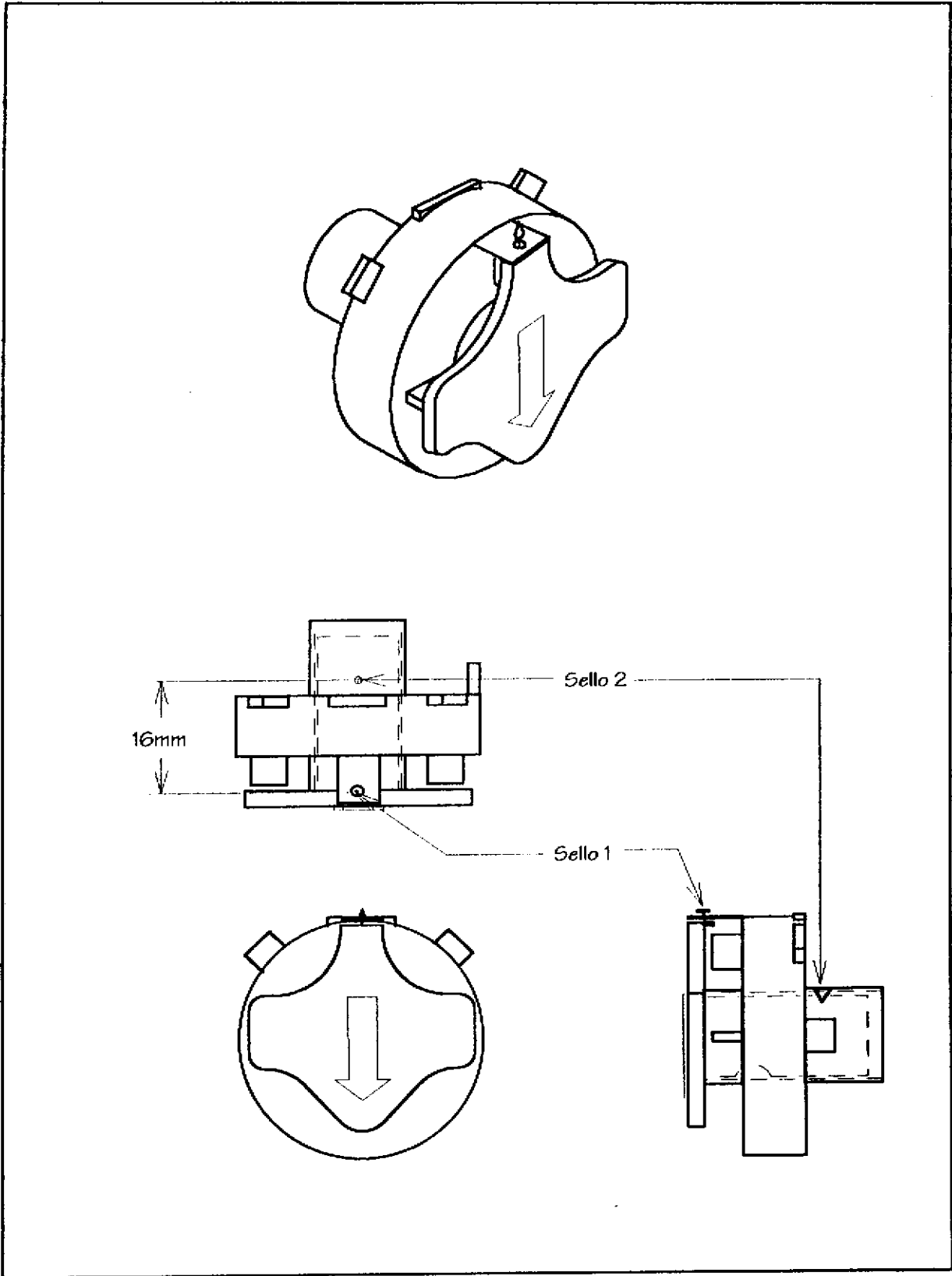


Fig. 2. Tapón armado.

GENERALIDADES DE DISEÑO

2

En este capítulo se analiza la forma en que se realizan los diseños en general, es decir, se dará una descripción de lo que es el diagrama de flujo en el diseño. La figura 3 es una forma típica de un diagrama de flujo para diseño. Para entender todo lo que debe considerarse en el diseño explicaremos brevemente las características de cada uno de los apartados de la figura 3. Además, se definirá el trabajo que se necesita que haga la máquina, se establecerán especificaciones generales, requerimientos técnicos y la capacidad que tendrá la máquina.

Reconocimiento de un necesidad. Este aspecto del diseño puede tener su origen en un número cualquiera de causas. Los reportes de los clientes sobre el funcionamiento y la calidad del producto pueden obligar a un rediseño. En los negocios la competencia industrial esta constantemente forzando la necesidad de diseñar equipo nuevo, procesos y maquinaria. Por ejemplo, la maquinaria de linotipia provista de matrices que funde los caracteres por líneas completas, formando cada una un solo bloque, esta siendo reemplazada por computadoras. Usted podrá pensar en muchas otras necesidades que hagan resurgir problemas de diseño en ingeniería. Independientemente de la causa, un aspecto importante es reconocer que existe la necesidad de usar la experiencia y el sentido común.

Especificaciones y requisitos. Habiéndose definido la necesidad, sus requisitos deberán estudiarse con mucho cuidado. Muchos designan a esta área como diseño y requisitos para su realización. Con frecuencia la parte inicial de un proyecto resulta interrumpida en este punto debido a que las especificaciones estan dadas en términos muy generales, es decir que usualmente el cliente (por ejemplo departamento de ventas, consumidor, etc.) tienen solamente una vaga idea de lo que desean.

Estudio de las posibilidades. Después de que las especificaciones han sido preparadas, aceptadas y sometidas a consideraciones, el siguiente paso en el flujo del diseño es hacer un estudio de posibilidades. La finalidad de este estudio es verificar el posible éxito o falla de una propuesta tanto desde el punto de vista técnico como económico. Se debe dar respuestas a varias preguntas: 1) ¿Se va en contra de alguna ley natural? 2) ¿Algunas especificaciones van más allá de lo que técnicamente se dispone en

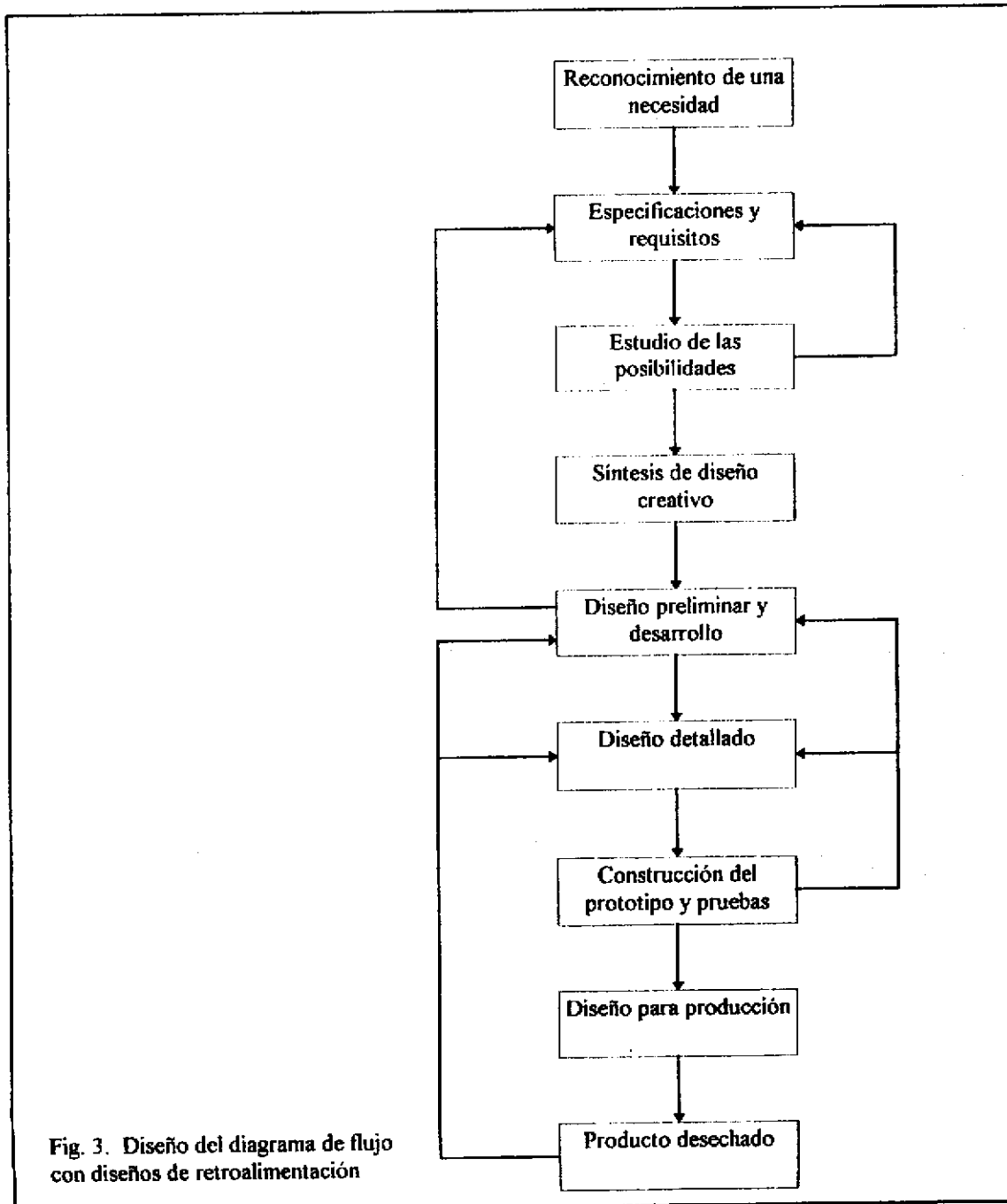


Fig. 3. Diseño del diagrama de flujo con diseños de retroalimentación

el presente? 3)¿Hay alguna dependencia con respecto a materiales difíciles de obtener?
4)¿El costo del producto final será tan alto como para eliminar completamente al producto en el futuro?

No debe malinterpretarse al estudio de posibilidades pensando que su finalidad es acabar con el producto. Esto simplemente indica que debe hacerse uso del juicio y de la experiencia para determinar que se han obtenido los objetivos del diseño a través de la buena práctica de la ingeniería y que este esfuerzo será realizado en forma económica. Con bastante frecuencia, como resultado del estudio de posibilidades, se hacen cambios en las especificaciones y requisitos, con el fin de que el proyecto tenga una mayor probabilidad de éxito.

Síntesis de diseño creativo. Después de haber analizado las posibilidades del diseño, continúa el diagrama de flujo del diseño hacia el siguiente paso indicado en la figura, al que se le llama síntesis del diseño creativo. Esta parte constituye un reto siendo una parte muy interesante del diseño. A menos que se tengan restricciones, el diseñador podrá actuar como ingeniero, inventor y artista. La creatividad puede definirse como la síntesis de varias ideas nuevas y/o antiguas y de conceptos de tal manera que con ello se produzca una idea completamente nueva.

Diseño preliminar y desarrollo. Luego de que se ha completado el proceso de síntesis de diseño creativo, habrá uno o varios diseños que satisfagan al conjunto dado de especificaciones y requisitos. Es necesario decidir cual de las *soluciones* se usará para el diseño preliminar y desarrollo. Al haber escogido una solución entramos al diseño preliminar y desarrollo. En este paso, se hacen dibujos mostrando máquinas o sistemas separados para determinar la configuración total y para establecer relaciones funcionales entre las diferentes partes de la máquina o sistema. Estos dibujos deben tener todas las dimensiones y notaciones importantes así como también vistas seccionales auxiliares que expliquen completamente el diseño propuesto.

Durante esta fase raramente se logran todas las especificaciones y requisitos, por tanto, regresando a la figura 3 se observa la retroalimentación que sale del apartado diseño preliminar y desarrollo hasta el apartado de especificaciones y requisitos,

indicando con esto la necesidad de reducir algunas especificaciones (si esto es posible) a fin de efectuar el diseño completo.

Diseño detallado. El diseño detallado se refiere al aparejo actual y dimensionamiento de todos los componentes individuales, tanto de los fabricados como de los comprados, que constituyen el producto total, dispositivo o sistema. Se elaboran por separado dibujos detallados de cada uno de los componentes, mostrando todas las listas necesarias y todas las dimensiones y tolerancias, el material y el tratamiento térmico si lo requiere, la cantidad de cada uno de los componentes por ensamble, el nombre de los componentes y quizá el número del dibujo del ensamble donde va a usarse la parte componente. El criterio principal es que la información dada en los dibujos debe ser tal que en taller se sepa específicamente como va a fabricarse la pieza.

Construcción del prototipo y pruebas. Después de haber completado todos los detalles, deberá enviar al taller los dibujos de subensambles y ensambles, incluyendo los materiales y lista de las partes del diseño completo para la fabricación del modelo o prototipo.

En esta etapa se fabrican las partes, se compran los componentes comerciales y la máquina o sistema después del ensamble está lista para su evaluación y prueba. Al final del período de prueba se podrán o no conocer los datos que requieran cambios o modificaciones en el diseño preliminar o de un área específica del diseño. Esta posibilidad puede verse en la retroalimentación mostrada en la figura 3. Este procedimiento de hacer continuas revisiones y mejoras al diseño se repite hasta que el ingeniero del diseño quede satisfecho y de que se cumpla con las especificaciones estipuladas.

Diseño para producción. Ahora se analizarán los cambios sugeridos en el diseño con el fin de tener los mejores métodos de producción. Utilizando nomenclatura moderna a esto se le llama *análisis de valores*. Por ejemplo el ingeniero encargado de la producción debe considerar la posibilidad de combinar varias partes fabricadas en una sola o la de reemplazar algunas partes con equivalentes comerciales disponibles.

Producto desechable. Por lo general se hacen prototipos para producción, los cuales son probados y cualquier mal funcionamiento que no pueda corregirse fácilmente

es regresado al departamento de diseño y desarrollo para su modificación. Este proceso se indica con la vuelta de retroalimentación en la figura 3.

La descripción anterior, no esta descrita en todos sus detalles, así como también no es la única trayectoria a seguir en el diseño de un producto, dispositivo o sistema.

2.1 Especificaciones generales.

Ya que hemos descrito en los antecedentes la forma en que se lleva a cabo el proceso de sellado conviene ahora hacer un detalle del trabajo que se necesita que haga la máquina a diseñar.

La máquina deberá hacer los dos sellos al tapón tal y como lo muestra la figura 2; Estos sellos deberán ser hechos mediante la aplicación de calor. Esto nos lleva a que la máquina debe tener dos puntas las cuales deben ser calentadas a cierta temperatura, además las puntas deben tener la forma adecuada para que puedan hacer los sellos en la forma que se necesita.

El hecho de que las puntas sean calentadas nos lleva también a que se tendrá que ensayar con diferentes temperaturas, por lo que será conveniente colocarle a las mismas un termostato para poder regular y ajustar el calor de las puntas a la temperatura a la que mejor sello hagan.

El objeto de la máquina es entonces crear los sellos de garantía en la tapa. Para ello le aplicará calor a los puntos que indica la figura 2, sin embargo esta aplicación de calor debe tener un tiempo límite ya que si es demasiado el tiempo que las puntas le aplican calor a la tapa se corre el riesgo de deformar la tapa; pero si es muy poco el tiempo que se le aplica calor puede suceder que no se forme el sello o si lo forma puede ser que este sea muy débil; entonces tenemos otra variable que regular: el tiempo de aplicación de calor, esto podemos hacerlo utilizando un temporizador neumático, sin embargo es un poco inexacto por lo que sería recomendable emplear un *timer* eléctrico o *relé* temporizado con la condición de que tenga un rango de tiempo para poder ajustar con exactitud qué tanto se le aplicará calor a la tapa plástica.

Hasta ahora tenemos dos variables para regular: temperatura y tiempo de aplicación de calor. Otro aspecto a considerar es que la máquina será alimentada manualmente, es decir el operador colocará la tapa en un alojamiento que tendrá la

máquina para que esta le haga los sellos de la manera anteriormente descrita. Esto nos lleva a dos cosas: primero la tapa debe estar bien sujeta por la máquina antes de que se le hagan los sellos. Debido a que la máquina trabajará con aire comprimido, la sujeción de la tapa será mediante un cilindro neumático, entonces, la presión del aire que alimentará este cilindro será otra variable a regular, ya que una excesiva presión, podría romper o deformar la tapa plástica y una baja presión puede no sujetar bien la tapa. Por otro lado otro cilindro neumático será el encargado de llevar las puntas a los lugares donde debe sellarse la tapa por lo que también debe regularse el aire que alimentará este cilindro, es decir regular la presión con que se aplicarán los sellos. Debe observarse que la presión que alimentará el cilindro de sujeción no necesariamente será la misma que la presión del cilindro que hará los sellos, por lo que debe haber un regulador independiente para cada cilindro. Otro aspecto importante es que la tapa debe estar bien sujeta antes de que le sean aplicados los sellos; para ello se incluirá un sensor que enviará la señal para que se apliquen los sellos solamente hasta que la tapa esté bien sujeta.

La tapa deberá tener un alojamiento creado de tal manera que ésta solo pueda ser colocada de una manera correcta, además el alojamiento debe ser accesible y debe tener la forma de la tapa para que el cilindro de sujeción pueda realizar bien su función; obviamente este alojamiento debe tener el acceso adecuado para poder hacer los sellos; además deberá tener un apoyo resistente en el punto del segundo sello para evitar una deformación en la tapa.

2.2 Requerimientos técnicos.

Dado que se ha establecido el trabajo que se necesita que haga la máquina y además se ha determinado que trabajará con aire comprimido y electricidad, ya que la fábrica cuenta con un compresor que provee una línea de aire comprimido a lo largo del local de la fábrica; este compresor provee una presión de aire que oscila entre las 110 y 120psi, oscilación que se debe al ciclo de carga y descarga del compresor; entonces será necesario colocar un regulador de presión luego de la toma de aire que alimentará la máquina.

En el caso de la electricidad sucede lo mismo; es decir, la fábrica cuenta con tomacorrientes de 110 voltios a lo largo del local. Además, los componentes eléctricos

que lleva la máquina se consiguen en el mercado local para 110v. Por lo que el diseño de la máquina se hará de manera que pueda ser alimentada por una corriente de 110 voltios.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el espacio que utilizará la máquina; para ello debemos considerar que un operador debe alimentar la máquina; es decir, el operador estará al frente de la máquina en todo momento haciendo lo siguiente: tomará una tapa sin sellos de un lote de tapas que tenga a la mano y la colocará en su alojamiento, accionará la máquina para que esta haga los sellos al tapón y luego la retirará para colocarla en el lote de las tapas que ya han sido selladas. Debido a esto la máquina no podrá ser demasiado ancha ya que obstaculizaría la labor del operador y debido a que no lleva demasiados componentes fácilmente puede ensamblarse sobre una base sólida de manera que pueda ser trasladada de un lugar a otro, se pueda colocar sobre una mesa y conectarse en alguna de las tomas de corriente y toma de aire comprimido y ponerse a producir, o bien pueda ser guardada para algún período en que no se le necesite que produzca.

2.3 Capacidades de la máquina.

Debido a que el proceso de sellado se ha estado realizando de manera manual, se han podido obtener datos importantes para el diseño de la máquina.

Ya se ha discutido que la máquina deberá tener un termostato para que éste logre controlar la temperatura de las puntas que aplicarán los sellos. Al trabajar en forma manual se observó que la temperatura de los cautines que aplicaban los sellos era de 175°C, sin embargo el elaborar una máquina que haga los sellos nos hace pensar que el proceso será más rápido por lo que habrá una mayor pérdida de calor de las puntas, además influirá el largo de las puntas así como la transmisibilidad de calor que ellas tengan. Al tomar en cuenta todo esto debemos pensar en colocar un termostato que tenga un rango de temperaturas que oscile entre los 50° y los 300°C de tal forma que tengamos un amplio rango de temperaturas para hacer las respectivas pruebas.

También deben hacerse pruebas con diferentes tiempos de sellado; cada uno de los sellos al realizarlos en forma manual toma de 3 a 4 segundos de tiempo por lo que el *timer* eléctrico que se colocará deberá tener un rango de 0 a por lo menos 7 u 8 segundos

lo cual nos permitirá hacer pruebas con diferentes tiempos, hasta hallar el tiempo con el que se hace el mejor sellado.

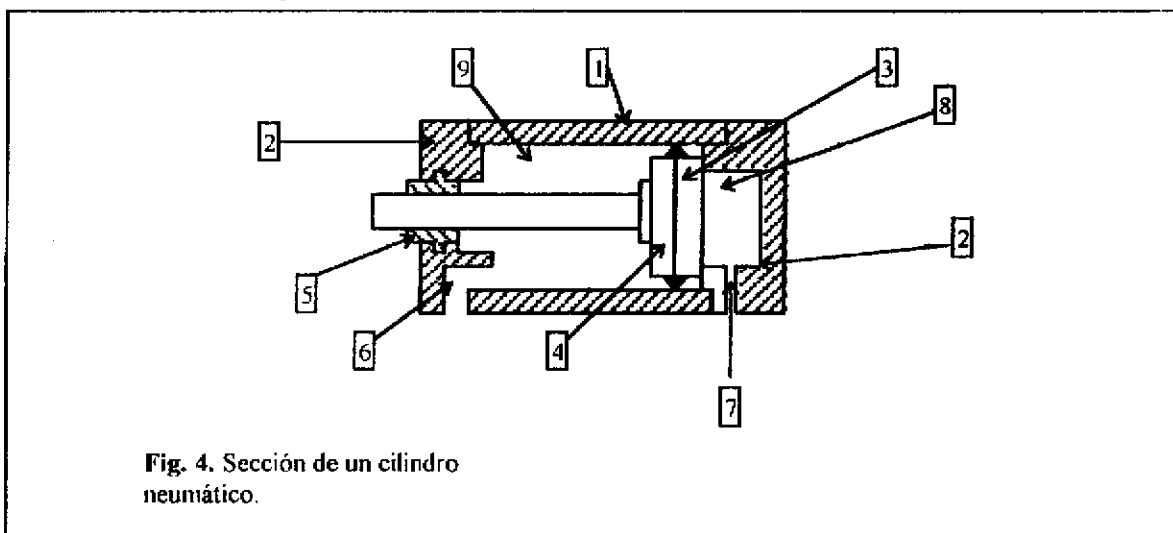
En el caso de la presión del aire comprimido, serán los reguladores de presión los que limiten la presión de sellado, teniendo como presión máxima, la presión que suministra el compresor de la fábrica que es de 120psi.

COMPONENTES PRINCIPALES

3.1 Componentes neumáticos.**Cilindro neumático:**

Los componentes neumáticos funcionan para alimentar, dirigir y controlar la circulación del aire comprimido. El objetivo de un sistema neumático es ejecutar un trabajo y en este caso se efectúa utilizando un mecanismo impulsor.

El cilindro neumático es un impulsor lineal (ver fig. 4). Hay cilindros neumáticos de muy diversos tipos y clases, cuya elección dependa de la función que deban desarrollar en el circuito. Los cilindros neumáticos pueden ser de efecto simple o de doble efecto. El cilindro de efecto simple es cuando la salida o el retorno del vástago se hace por medio de fluido (aire o líquido) y el de efecto doble es cuando ambas maniobras se hacen por medio de fluido.



El cilindro de doble efecto básicamente consta de los siguientes elementos para su funcionamiento (fig. 4): (1): Camisa del cilindro, (2): Culata anterior y posterior, (3): Émbolo con vástago, (4): Juntas de estanqueidad y (5): Cojinete.

Cuando se da el movimiento de salida del vástago, el aire comprimido entra por el conducto 7 del lado 8 del émbolo. La presión que se va formando produce una fuerza

F sobre la superficie del émbolo, originando así el movimiento de avance del émbolo junto con el vástago. Una vez que el vástago ha salido totalmente, la presión sigue aumentando hasta alcanzar la presión de trabajo disponible en la alimentación. Esto se puede observar en el manómetro durante las pruebas.

Cuando se desea retornar el émbolo y vástago del cilindro una válvula neumática debe liberar la presión de la cámara 8 y permitir que ingrese el aire comprimido por el conducto 6 de manera que en la cámara 9 se forme la presión necesaria para que el émbolo y su vástago regresen a su punto de partida.

Unidad de mantenimiento:

Como es sabido, al principio de cada circuito neumático debe instalarse una unidad de mantenimiento. El aire debe ser depurado y de él debe extraerse el agua. Esta operación la efectúa el filtro con separador de agua. La presión del aire puede ajustarse a un valor determinado y constante por medio de una válvula reguladora de presión. Finalmente el aire debe enriquecerse con una fina niebla de aceite para lubricar los elementos de mando y de trabajo. Para ello se instala un lubricador.

Los tres elementos se conectan uno a continuación del otro. Algunos constructores disponen la válvula reguladora de presión encima del filtro, formando con él una sola unidad. El aire es depurado en el filtro y atraviesa la válvula reguladora de presión donde ésta es reducida a un valor constante. El valor ajustado puede leerse en un manómetro. Para permitir un funcionamiento uniforme la presión ajustada debe ser ligeramente inferior a la presión mínima de la red. El lubricador colocado a continuación proporciona al aire en circulación una fina niebla de aceite. No obstante, no debe exagerarse la lubricación, ya que podrían obstruirse los conductos más pequeños de los elementos.

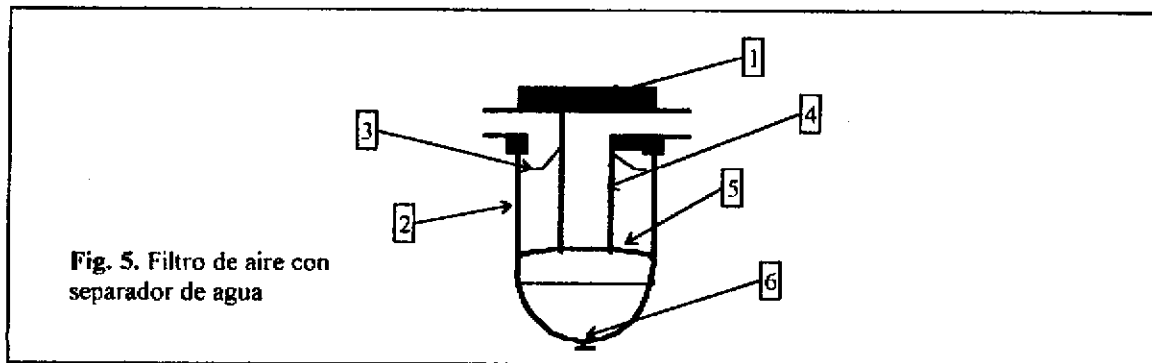


Fig. 5. Filtro de aire con separador de agua

En la figura 5 puede verse el esquema de un filtro de aire, del cual las partes más importantes son: (1): pieza de enlace, (2): vaso del filtro, (3): deflector, (4): cartucho filtrante, (5): placa de rebote y (6): tornillo de purga.

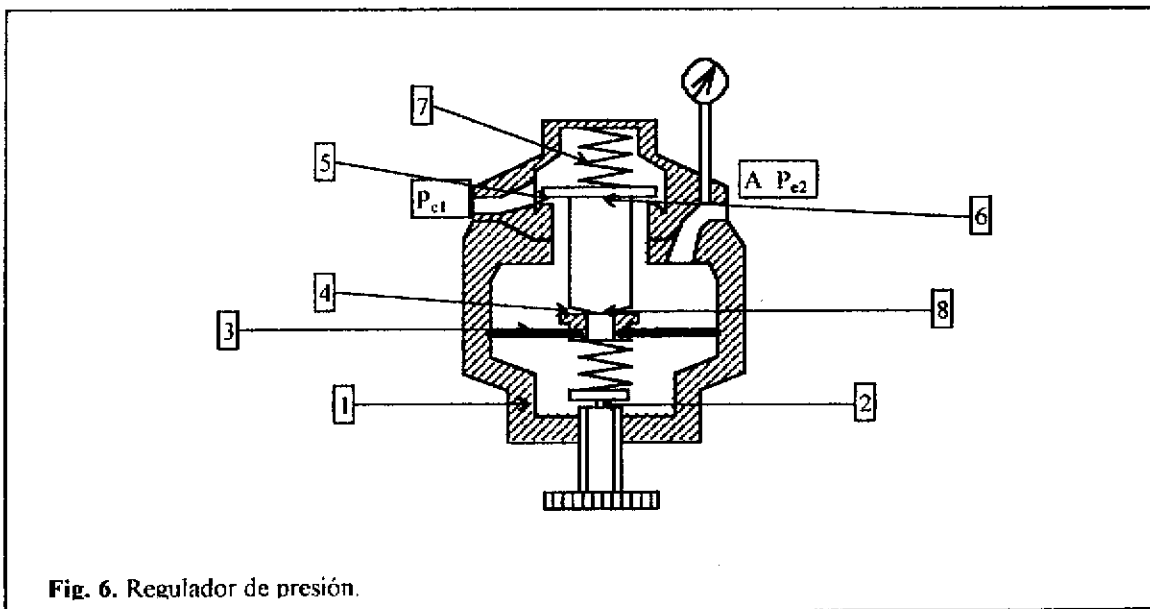
El aire comprimido penetra en el filtro a través de unos orificios inclinados en forma parecida a unos inyectores y es puesto en rotación por el deflector que tiene forma cónica. Estos orificios se pueden observar desde la parte inferior del filtro.

El remolino ocasionado por fuerza centrífuga hace del aire que el condensado se precipite en las paredes del vaso del filtro. El condensado y las partículas de suciedad de mayor tamaño también expulsadas por la fuerza centrífuga se depositan en el fondo del vaso. El aire comprimido atraviesa después el cartucho filtrante donde se eliminan partículas a pequeñas como cascarilla procedente de las tuberías metálicas, restos de cáñamo y otras suciedades. Con el tiempo, las partículas más finas de suciedad obstruyen el cartucho filtrante por lo que este debe limpiarse o sustituirse periódicamente. El nivel de agua no debe sobrepasar una marca que tiene el vaso como límite ya que si esto sucede el agua sería arrastrada a través del filtro.

La válvula reguladora de presión (Fig. 6), tiene por finalidad regular la presión a que debe trabajar el circuito. Girando el tornillo 2 del regulador, el muelle 8 presiona sobre el casquillo de asiento de la válvula 4 y el vástago 6. Si dicha fuerza es mayor que la que ejercen el muelle 7 y la presión p_{e1} sobre el disco de la válvula 5, este se levanta por efecto del vástago 6, y la presión p_{e1} que hay en el conducto de alimentación puede circular. No obstante el aumento de presión en el lado de escape hace que una fuerza actúe sobre el muelle 8 a través de la membrana 3 y del casquillo de asiento de la válvula 4. Si la fuerza ha aumentado de tal forma que el muelle 8 queda ligeramente comprimido, el disco 5 vuelve a cerrar el orificio de entrada con lo que se interrumpe el aumento de presión. Si se produce un consumo en A, disminuye forzosamente la presión p_{e2} . La fuerza del muelle 8 es ahora mayor que la ejercida por p_{e2} y abre de nuevo el plato de la válvula 5, con lo que la presión p_{e2} vuelve a subir. El muelle 8 se comprime de nuevo y el orificio de entrada vuelve a cerrarse ligeramente.

Si existe un consumo ininterrumpido de aire, la abertura anular que controla el disco de la válvula, permanece siempre un poco abierta. En esta abertura se produce una

caída de presión Δp . La presión de entrada menos la pérdida de presión Δp es igual a la presión de salida.



Las válvulas reguladoras de presión se utilizan para regular el aire comprimido a un determinado valor nominal. La válvula reguladora de presión sólo puede mantener constante la presión secundaria ajustada, si en la línea de salida hay una resistencia suficientemente elevada. Si al salir el vástago del cilindro, dicha resistencia es menor que la presión ajustada, la presión secundaria alcanzará el valor regulado solamente cuando el émbolo llegue a su posición final.

El otro componente de la unidad de mantenimiento es el lubricador (Fig. 7). Este debe enriquecer el aire con una fina niebla de aceite para asegurar la lubricación de las piezas deslizantes de los elementos neumáticos.

A pesar de que existen diversas marcas de lubricadores con pequeñas diferencias en su funcionamiento, en general las partes más importantes en un lubricador son: (1) cuerpo, (2) vaso del lubricador, (3) tubo de subida, (4) tornillo estrangulador, (5) cubierta de la cámara de goteo, (6) bola de retención, (7) ranura anular, (8) orificio para el aceite.

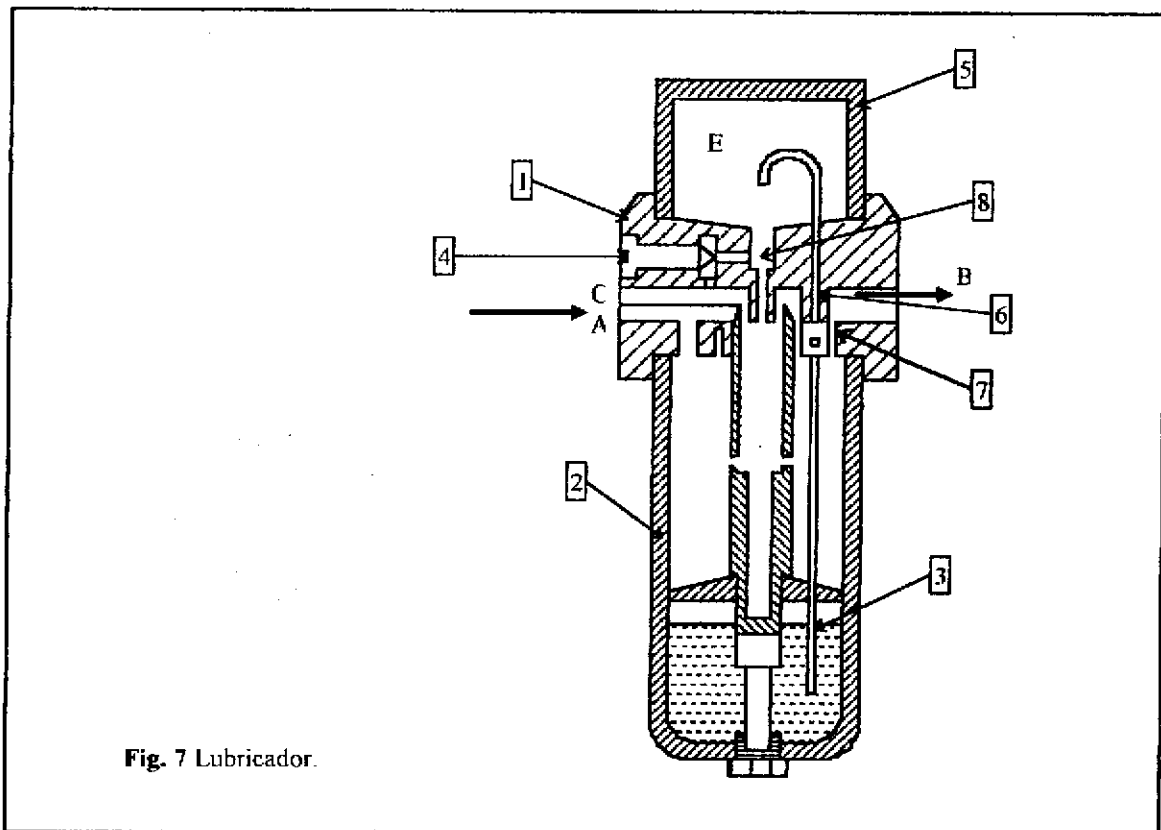


Fig. 7 Lubricador.

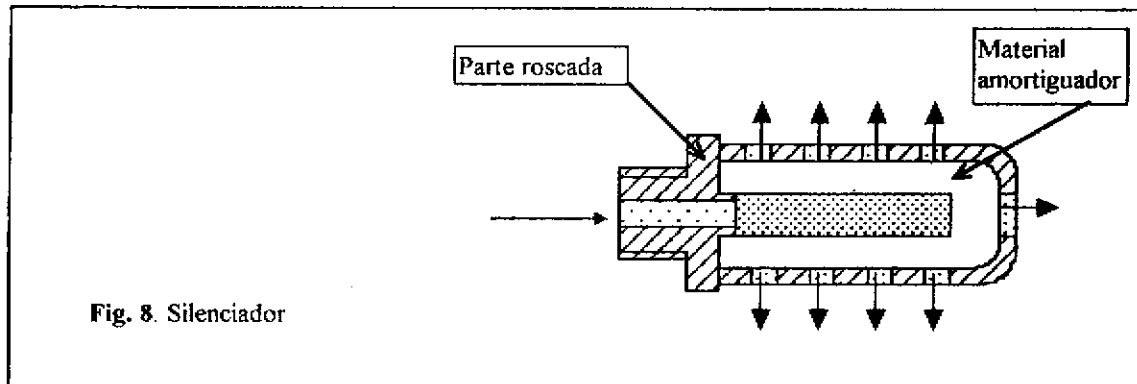
El lubricador se ha representado sin tomarse en cuenta los detalles constructivos. El conducto C no tiene comunicación con el conducto A.

Mientras no circule aire comprimido entre A y B, todo elemento se halla a la misma presión y no hay goteo de aceite. Al circular aire (suponiendo que 4 está cerrado), se produce una ligera caída de presión, como consecuencia de la mayor velocidad del mismo a través de la ranura anular 7. Esta caída de presión se transmite a través del orificio 8 hacia la cámara E. Como consecuencia de ello, el aceite es aspirado por el conducto 3 hacia arriba y gotea en el orificio 8. En la zona de la ranura anular 7, el aceite es pulverizado en el aire comprimido. El aire arrastrando esta niebla sale por B.

El tornillo estrangulador 4 permite regular la sección del orificio para que pase aire a la parte superior del orificio 8. Como consecuencia de ello, aumenta ligeramente la presión en la cámara E y el tubo 3 gotea menos en el orificio 8.

Silenciadores:

Otro componente neumático que será utilizado son los silenciadores (Fig. 8). Estos se reducen velocidad de escape del aire, y con ello amortiguan el ruido que produce.



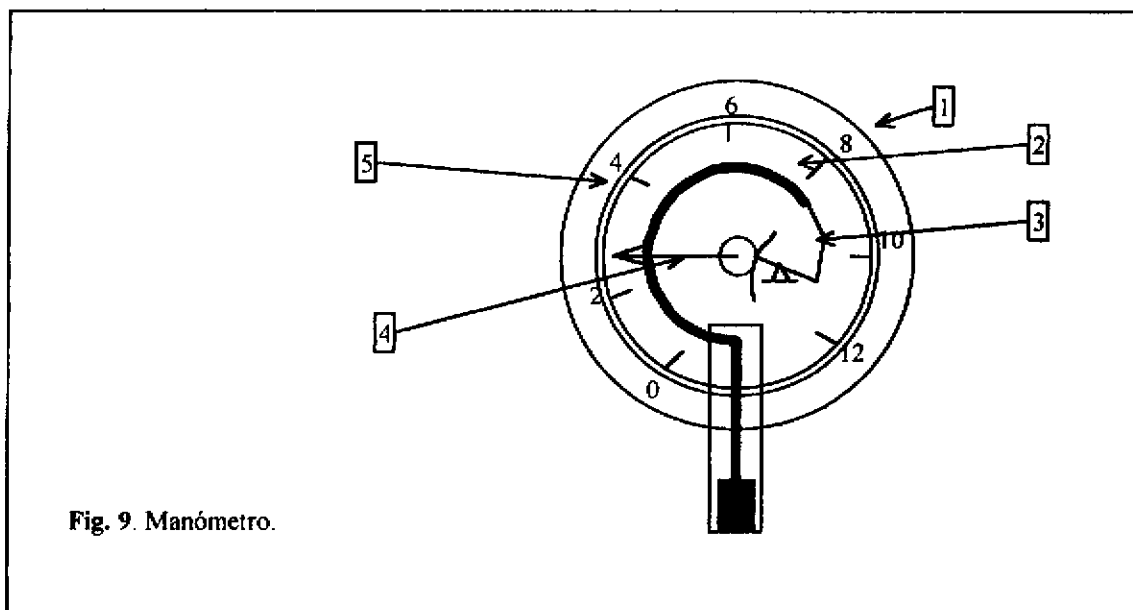
El material amortiguador del silenciador puede ser de plástico sinterizado.

El aire procedente de un escape que llega al silenciador, se reparte sobre una gran superficie. Dado que el aire circula a través del material sinterizado, su velocidad disminuye. Esta expansión más lenta del aire produce menos ruido.

Los silenciadores no deben reducir el caudal, es decir no deben estrangular el aire que escapa.

Manómetros:

Para medir la presión de las instalaciones neumáticas utilizamos los manómetros.



El manómetro (Fig. 9), consta esencialmente de los siguientes componentes: (1) cuerpo, (2) muelle tubular o tubo de bourdón, (3) palanca, (4) aguja y (5) escala.

Por efecto de la presión el muelle tubular es sometido a un esfuerzo que tiende a enderezarlo. Esta deformación que varía en función de la presión abre ligeramente el muelle tubular. El recorrido producido por la deformación elástica del muelle es transmitido a través de una palanca al segmento de cremallera y al piñón. Dado que el piñón y la aguja están unidos rígidamente, esta se desvía pudiendo leerse así la presión en la escala. El orificio de estrangulación sirve para amortiguar los impulsos de presión.

3.1 Componentes electroneumáticos.

Dado que las válvulas neumáticas que utilizaremos serán activadas por electroimán las consideraremos como componentes electroneumáticos

Los mandos neumáticos estan constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas.

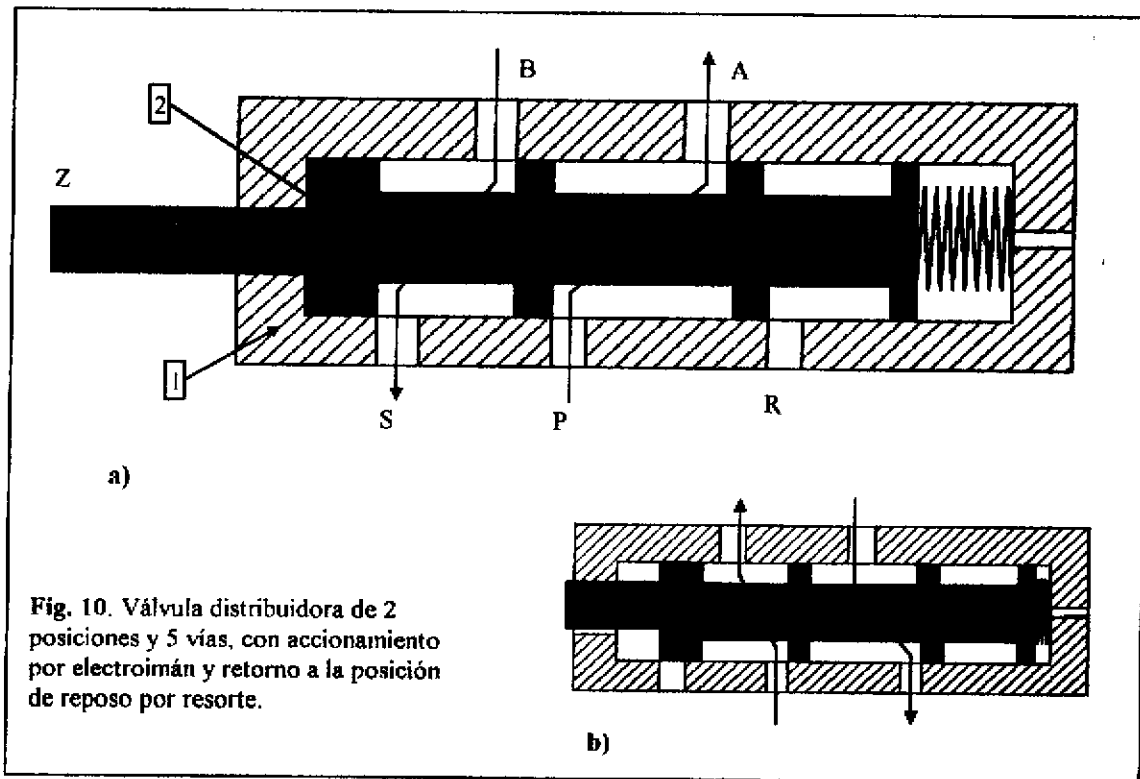
Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. En lenguaje internacional, el término **válvula** o **distribuidor** es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, etc.. Ésta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (*Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques*).

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

- Válvulas de vías o distribuidoras
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal
- Válvulas de cierre

Según su utilización las válvulas distribuidoras pueden accionarse de diferentes modos: ya sea mediante accionamiento muscular (pulsador, palanca o pedal), mecánico (leva, muelle, rodillo o rodillo escamoteable), neumático (presión, depresión o presión diferencial), accionamiento neumático indirecto (servopilotaje por presión en la válvula de mando principal o por depresión en la válvula de mando principal) o bien, por accionamiento eléctrico (electroimán con un sólo arrollamiento, con dos arrollamientos de acción en un mismo sentido o con dos arrollamientos de acción recíproca).

En nuestro diseño utilizaremos válvulas accionadas por electroimán con un solo arrollamiento y con reposicionamiento mediante muelle.



Las válvulas distribuidoras 5/2 deben mandar cilindros de doble efecto mediante dos señales producidas sucesivamente en dos lugares distintos.

La válvula distribuidora 5/2 representada en la figura 10 es una válvula de corredera cilíndrica la cual está básicamente formada por el cuerpo (1) y la corredera cilíndrica (2). La construcción de ésta válvula es sencilla. Observando la figura 10 se puede reconocer el funcionamiento. La válvula tiene su posición de reposo en la figura

a). En ella la presión del aire se va por el conducto A mientras que el conducto B tiene escape libre hacia S. Cuando se activa la electroválvula se genera en ella un campo magnético que hace que el vástago Z salga expulsado entonces la corredera cilíndrica vence el muelle que se encuentra en el interior de la válvula, y la válvula se encontrará como lo muestra la figura b), en ella la presión se aplica al conducto B y el conducto A tiene libre el escape. Al dejar de circular corriente, desaparece el campo magnético y el muelle interno de la válvula hace que ésta regrese a su posición de reposo.

3.3 Componentes eléctricos.

En todo circuito eléctrico debe comenzarse con los fusibles. Estos son dispositivos de seguridad utilizados para proteger un circuito eléctrico de los efectos de una excesiva corriente. Su componente principal es una tira de metal que se funde a cierta temperatura. Los fusibles también son diseñados de forma que puedan ser colocados fácilmente en el circuito eléctrico. Si la corriente del circuito excede un predeterminado valor, el metal del fusible se fundirá y de esa manera, romperá o abrirá el circuito.

El fusible más utilizado es uno tipo cilíndrico que consiste en una cinta de metal envuelta en un cilindro de fibra o cerámica. Tapas de metal colocadas en los extremos del cilindro hacen contacto con la cinta metálica. Este tipo de fusible es colocado en el circuito eléctrico de manera que la corriente debe circular a través de la cinta metálica para cerrar el circuito. Si surge un exceso de corriente a través del circuito, la cinta metálica se calentará al grado de fundirse y quebrarse. Esta acción abrirá el circuito y detendrá el flujo de corriente y de esa manera protegerá el circuito. El fusible tipo cilindro es usado la mayoría de veces para proteger equipo eléctrico y aplicaciones.

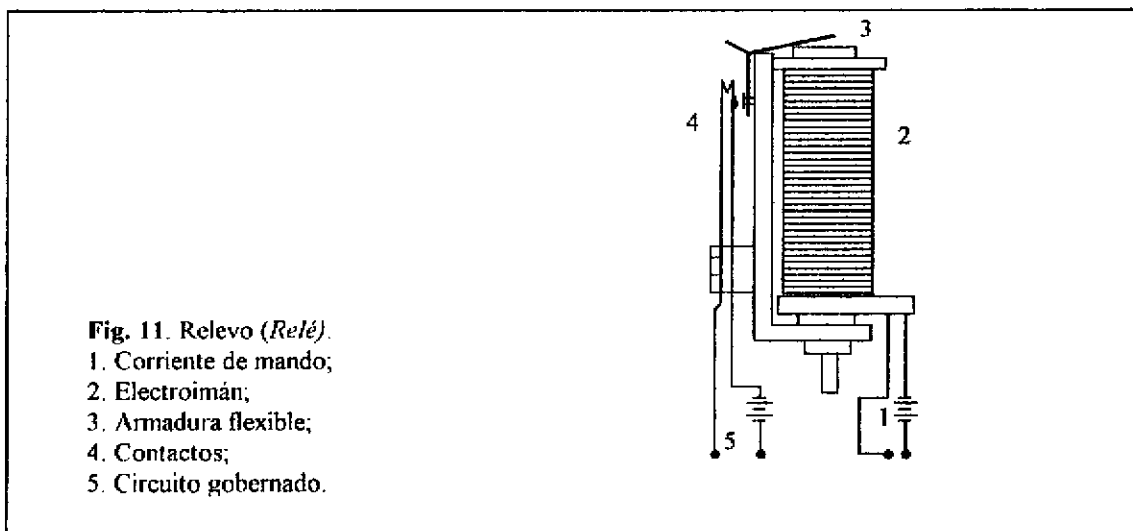
Recientes descubrimientos en el área de los fusibles incluyen un tipo de fusibles que permiten una momentánea sobrecarga sin romper el circuito. Estos son necesarios en los circuitos utilizados para proveer de energía a los sistemas de aire acondicionado por ejemplo, debido a que la carga inicial de corriente puede ser alta con tales aplicaciones. Otro tipo de fusibles recientemente descubierto contiene varias cintas metálicas que pueden ser seleccionadas mediante un conmutador, es decir si un fusible se

ha fundido, otra cinta puede ser conectada por medio del conmutador sin necesidad de reemplazar el fusible.

En circuitos de alto voltaje que son sujetos frecuentemente a interrupciones, la protección la provee un *relevo de protección* en vez de fusibles.

Otro componente comunmente utilizado en instalaciones eléctricas son los contactores (Fig. 11). Estos son interruptores automáticos móviles que se manejan por medio de un electroimán. El contactor sirve para enlazar circuitos o aparatos eléctricos, especialmente cuando no resulta práctico ponerlos en marcha mediante dispositivos mecánicos. Existen también contactores accionados por aire comprimido.

El *relé* es un galicismo por relevador, relevo o contactor, y describe a todo dispositivo que al ser excitado débilmente por una corriente eléctrica o cualquier otra forma de energía provoca un cambio importante en otra corriente o mecanismo de energía mucho más fuerte.



Un *relevo* se distingue de un interruptor en que es accionado por un circuito auxiliar. Generalmente, consiste en un electroimán (inserto en un circuito de mando para corriente débil) frente a cuyo polo se halla una pequeña palanca flexible provista de uno o más contactos e incluida en el circuito de corriente fuerte que se ha de gobernar. Así la interrupción o el restablecimiento de la corriente en el circuito de mando, obra sobre el electroimán y hace que éste corte o restablezca la corriente en el circuito gobernado.

Combinando diferentemente las conexiones y adoptando montajes apropiados, se llega a obtener una variedad muy grande de *relevos* dotados de propiedades particulares, entre los cuales citaremos los siguientes: *relevo polarizado*, que obra cuando la corriente primaria sigue determinado sentido y no cuando tiene el sentido contrario; *relevo diferencial*, cuyo electroimán tiene dos devanados y no obra cuando las corrientes de los mismos son idénticas, pero sí en razón de las diferencias de sus acciones magnéticas, cuando ambas son antagonistas y desiguales; *relevo de máxima* y *relevo de mínima*, los que entran en funcionamiento cuando la magnitud considerada alcanza, respectivamente los valores máximo o mínimo previstos de antemano; *relevo de protección*, el que obra cuando alguna irregularidad en la corriente podría averiar un motor, línea u otra instalación; *relevo diferido o de temporización*, el que retarda expreso su acción, respecto al instante en que ha sido excitado; *relevo de engatillamiento o bloqueo*, el que en determinadas circunstancias impide el funcionamiento de los demás *relevos* de un dispositivo de seguridad. Por otra parte según el factor que influencia el funcionamiento de los *relevos* éstos pueden ser *relevos de corriente*, *de tensión*, *de frecuencia*, *térmicos*, etc..

Otro componente que es de suma importancia para el diseño que estamos desarrollando es el termostato (Fig. 12). Este es un dispositivo que regula automáticamente la temperatura de un sistema, manteniéndola constante o dentro de un rango específico. Para ello se regula a una temperatura determinada; un bulbo sensorá la temperatura de la pieza y según sea ésta, el interruptor del termostato cerrará o abrirá el circuito que alimenta la resistencia que calienta la pieza. Los termostatos son ampliamente utilizados en hornos industriales, sistemas de calefacción



Fig. 12. Termostato.

y en otras aplicaciones de ingeniería en las cuales un proceso debe ser realizado a una temperatura controlada. Los termostatos son también utilizados en el control de flujo de agua fría a través del radiador de un automóvil.

La mayoría de los termostatos se basan en la expansión de una sustancia de acuerdo al incremento de la temperatura. En el termostato tipo agua por ejemplo, numerosos discos planos en forma de conchas son llenados con gas o parcialmente llenados con un líquido que hierve a un rango determinado de temperatura. A medida que aumenta la temperatura, la presión interna se incrementa, expandiendo los discos flexibles y provocando un movimiento mecánico que activa la válvula de control o *relevé* térmico o sistema de aire acondicionado. A medida que baja la temperatura se contraen los discos y se produce la acción opuesta.

3.4 Mecanismo.

En esta sección describiremos la secuencia de operación de la máquina.

Lo primero a hacer es encender la máquina mediante un interruptor para que una resistencia comience a calentar las puntas que harán los sellos en el tapón. Una vez estén calientes las puntas, se procede a colocar el tapón en el alojamiento respectivo; esto lo hará el operador de la máquina. Luego de hacer esto se debe accionar la máquina para que haga los sellos en el tapón. Para ello, el operador debe tener las manos alejadas del área de trabajo de la máquina para evitar cualquier accidente; para asegurarnos de ello la máquina será accionada mediante dos pulsadores, uno a cada lado de la máquina, de tal forma que el operador necesite de ambas manos para poder accionar la máquina, y tenga que sacar las manos del espacio que hay entre los cilindros neumáticos y el alojamiento de la tapa.

Al accionar la máquina, una electroválvula se acciona y el cilindro de sujeción avanza y sujeta tapa; un sensor de proximidad colocado en el fin de carrera del cilindro de sujeción mandará la señal cuando la tapa este sujeta; otra electroválvula recibirá esta señal y se activará, haciendo avanzar el cilindro que lleva las puntas calientes. Este cilindro avanzará con cierta presión y velocidad de modo que sea mínimo el tiempo que se pierde por estos avances; sin embargo, un pequeño espacio antes del fin de carrera de

este cilindro habrá un switch de rodillo el cual activará una electroválvula reguladora colocada en el escape del mismo cilindro de manera que lleve una velocidad y una presión regulada en el momento en que se hagan los sellos.

En el mismo momento en que se accionaron los pulsadores, se activa un *timer* ajustado al tiempo adecuado. Una vez transcurre este tiempo se desconecta la corriente automáticamente, esto hace que también se desconecten las electroválvulas, las cuales tienen retorno a su posición de reposo mediante muelle, lo que hace que los dos cilindros regresen a su posición original, quedando la tapa ya con los sellos hechos y libre.

Luego se retira la tapa sellada y se coloca una nueva para repetir el proceso.

PRINCIPIOS DE NEUMÁTICA
Y ELECTRONEUMÁTICA

4

Aire comprimido es todo aquel aire que tiene una presión más alta que la presión atmosférica. Cuando es expandido a una presión más baja puede ser usado para empujar pistones, como un martillo perforador; puede ir a través de una pequeña turbina de aire para hacer girar el eje; como un barrenador de alta velocidad; o puede ser expandido a través de una tobera para producir una alta velocidad. El aire comprimido también es utilizado en las minas de carbón para reducir el peligro de las explosiones causadas por chispas de herramientas eléctricas.

La más temprana transmisión neumática data de 1700, cuando el físico francés Denis Papin (1647-1712?) utilizó el poder de una rueda hidráulica para comprimir aire y transportarlo a través de tubos. Aproximadamente, cien años después el inventor británico George Medhurst (1759-1827), patentó el uso de aire comprimido para impulsar un motor, aún cuando el crédito por la primera aplicación práctica es usualmente otorgado al inventor británico George Law quien en 1865 ideó el taladro de impacto, en la cual un pistón impulsado por aire, manejaba el martillo. El taladro de impacto fue ampliamente adoptado y utilizado en el perforado del túnel del Monte Cenis en los alpes suizos, inaugurado en 1871, y en el túnel Hoosac en Massachusetts, inaugurado en 1875. Otro significativo avance fue la invención del freno neumático en líneas de tren por el estadounidense George Westinghouse alrededor del año 1868.

Los motores impulsados por aire comprimido son ampliamente utilizados en herramientas en las cuales grandes fuerzas intermitentes son requeridas como en martillos perforadores; en herramientas manuales en las cuales un motor eléctrico tendría que ser muy grande para poder proveer el torque requerido, como en llaves neumáticas utilizadas en talleres para apretar o aflojar tuercas de las llantas de los automóviles; y en pequeños sistemas rotativos de alta velocidad en los cuales se requieren velocidades del rango de las 10,000 a 30,000 rpm. El poder neumático

también es utilizado en la manufactura para la secuencia y operación de varias máquinas automáticas.

Un motor rotativo u oscilante puede operar mediante un mecanismo de levas o engranajes, sin embargo por su alta velocidad de rotación un motor de tipo veleta es mas adecuado. Esto es similar a una turbina de aire donde el rotor gira mientras el aire se expande.

4.1 Física aplicada a la neumática.

La neumática consiste en la utilización del movimiento y procesos de compresión del aire como medio de trabajo en la automatización.

El aire está compuesto por nitrógeno en un 78%, oxígeno en un 21% y el resto en compuestos de CO₂, argón, hidrógeno, Helio, etc.. Aparte de estos gases el aire que nos rodea posee un cierto porcentaje variable de vapor de agua.

El aire tiene varias propiedades entre las que nos interesan están:

- El aire se dilata bajo la acción del calor.
- A mayor calor en el aire, mayor calor absorbido.
- Caudal de entrada = caudal de salida. En un tubo estrangulado circula el mismo caudal, aumentando la velocidad y disminuyendo la presión.

Además hay que notar que la presión aumenta por la compresión del aire.

El aire puede absorber cierta cantidad de agua en forma de vapor. Esta cantidad será mayor cuanto más caliente. Si este aire saturado de vapor es enfriado, el agua se precipita en forma de gotitas y chorrea por todas las paredes del depósito.

Para la neumática, este estado de cosas es importante en el sentido de que la capacidad del aire para absorber el agua depende solamente de la temperatura y del volumen del aire, pero no de la presión.

Esto significa que en una instalación con $p_e = 600$ kPa., se halla comprimida una cantidad de aire siete veces mayor que en otra del mismo volumen pero a presión atmosférica, sin embargo la capacidad de absorción de agua en ambas instalaciones es la misma. Por esta razón en cada instalación de preparación de aire comprimido se produce agua de condensación que debe recogerse y adecuarse mediante dispositivos adecuados.

La neumática se ha extendido en una forma intensa y rápida en un espacio corto de tiempo. Esto se debe, entre otras cosas, a que en algunos problemas de automatización, no se puede emplear ningún otro medio de trabajo tan sencillo y económico, sobre todo en la denominada pequeña automatización.

Podemos mencionar como ventajas del aire comprimido las siguientes:

- El aire está disponible en todas partes en cantidades ilimitadas.
- El aire comprimido puede transportarse comodamente mediante tuberías, incluso a grandes distancias.
- El aire comprimido puede acumularse fácilmente.
- No es necesario devolver el aire comprimido a su lugar de origen. Una vez realizado su trabajo, puede dejarse escapar al exterior.
- El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura. Así se garantiza un trabajo seguro, incluso en condiciones extremas de temperatura.
- El aire comprimido está a prueba de explosiones. De esta manera no se precisa de ningún dispositivo costoso de protección contra explosiones.
- El aire comprimido es limpio. Esto es importante principalmente para las industrias de productos alimenticios, farmacéuticos, textiles, etc..
- La construcción de los elementos de trabajo para el funcionamiento con aire comprimido es sencilla y económica.
- El aire comprimido es rápido, lo que permite obtener elevadas velocidades de trabajo.
- Las velocidades y las fuerzas de los elementos neumáticos son regulables sin escalonamientos.
- Las herramientas y los elementos de trabajo están a pruebas de sobrecargas.
- Se pueden obtener directamente movimientos rectilíneos.

Para poder delimitar los campos de la neumática es necesario mencionar no sólo las ventajas, sino también las desventajas de trabajar con aire comprimido:

- El aire comprimido es una fuerza relativamente cara. No obstante este elevado costo de energía se absorbe en gran parte por la utilización de elementos y aparatos más sencillos, compactos y económicos.
- El aire comprimido exige una buena preparación. No debe acarrear consigo ningún resto de suciedad o humedad, ya que estos pueden deteriorar las piezas de trabajo.
- No es posible obtener velocidades uniformes y constantes en la carrera de un cilindro debido a que el aire es fácilmente compresible.
- El aire compresible es rentable solamente cuando se utiliza hasta un determinado esfuerzo debido a que la presión normal de utilización es de 700 kPa (7bar), el límite está alrededor de los 20,000 a 30,000 newton; además de tomar en cuenta el recorrido y la velocidad. Si la fuerza sobrepasa estos valores es preferible utilizar la hidráulica.
- El aire de los escapes es ruidoso. No obstante este problema esta hoy en parte resuelto gracias al creciente desarrollo de materiales para la fabricación de silenciadores de escape.
- La niebla aceitosa que se aporta al aire para la lubricación de los componentes, se pierde al escapar el aire al exterior.

El aire es comprimido mediante compresores. De éstos ya se cuenta con una variedad según sean las necesidades.

Uno de los compresores más populares es el de émbolo oscilante. Éste es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Consta de un cilindro provisto de dos válvulas y de un émbolo (figura 12), y funciona con un arreglo a un ciclo de tres fases: aspiración del aire por el émbolo; compresión del aire y expulsión del aire comprimido por la segunda válvula. La presión obtenida suele ser de unos 7 kg/cm².

Para aumentar la presión se usan compresores múltiples, en los cuales el aire ya comprimido por un cilindro, pasa al siguiente cilindro para sufrir una nueva compresión y así sucesivamente. En el compresor de émbolos libres, dos émbolos compresores se hallan acoplados rígidamente a los de un motor de émbolos libres.

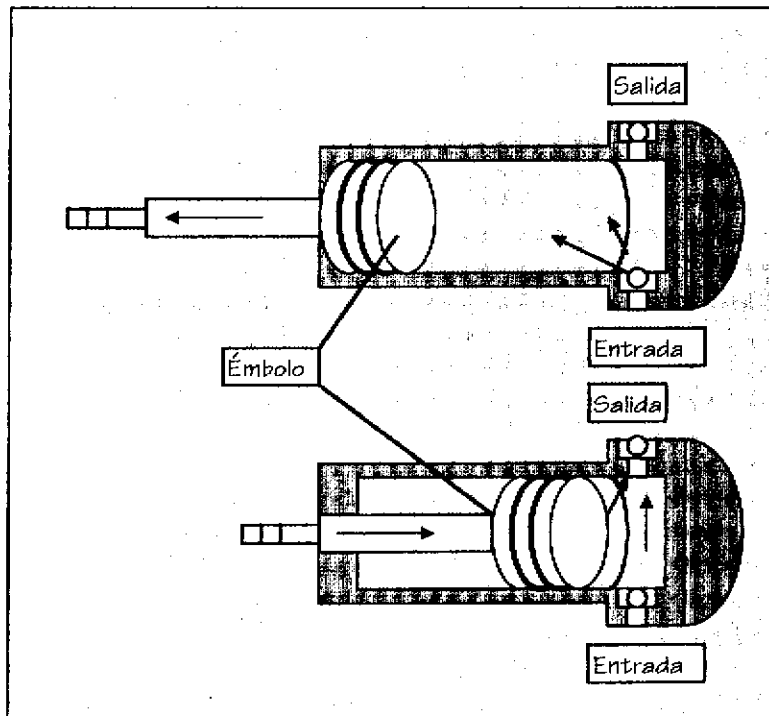


Fig. 13. Principio del compresor de émbolo

Otro compresor ampliamente utilizado es el de membrana. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto en todo caso el aire comprimido estará exento de aceite. Estos compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas.

Existe también el compresor rotativo (figura 13), utilizado para bajas y medianas presiones, usualmente consiste en una rueda con aspas que gira en el interior de un alojamiento circular cerrado. El aire es aspirado del centro de la rueda y acelerado por la fuerza centrífuga de las aspas que giran. La energía del movimiento del aire es entonces convertida en presión en el difusor y el aire comprimido es forzado a salir a través de un estrecho pasaje al tanque de almacenamiento.

En un compresor de tornillo, un rotor en forma de tornillo helicoidal encerrado en un cilindro forma una cavidad en la entrada donde el aire es aspirado. Debido a la rotación del tornillo el aire es empujado debido al movimiento de la cavidad. Si el final de descarga es diseñado de forma que cierre la cavidad, la presión va creciendo, forzando al aire a salir.

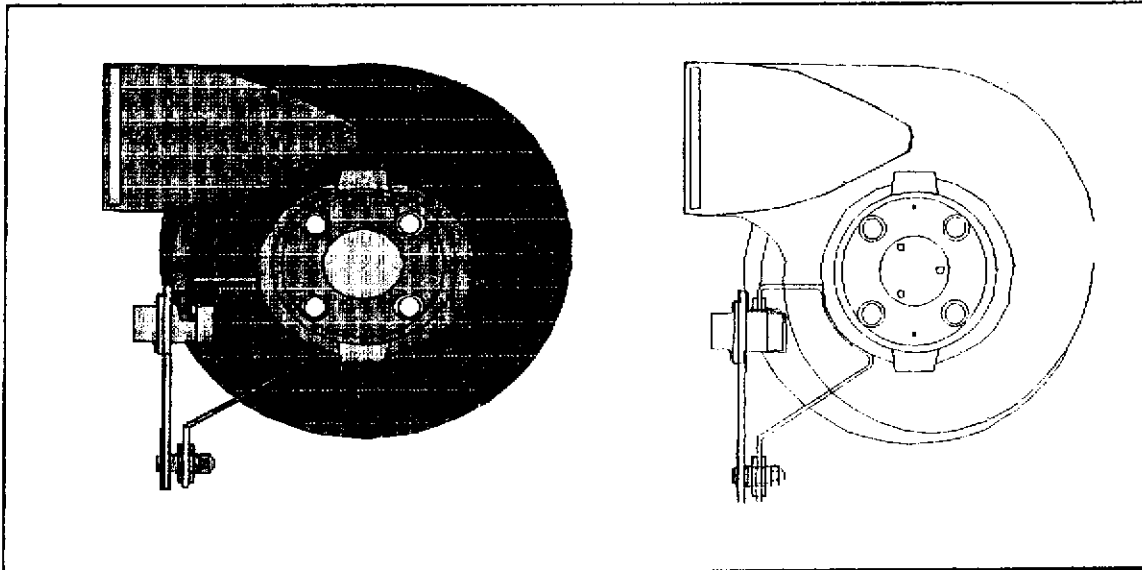


Fig. 14. Compresor centrífugo.

El compresor de flujo axial consiste en cierto número de etapas, cada una con un grupo de aspas fijas y rotativas. El aire esencialmente fluye en dirección axial. Con cada aspa la energía cedida al aire causa un incremento en la presión mientras va decreciendo la velocidad. Un compresor de flujo axial es lo opuesto a una turbina de reacción de flujo axial debido a que el incremento de presión en cada etapa es severamente limitada. De esta manera se necesitan muchas etapas secuenciales para alcanzar altas presiones.

Debido a que el aire es comprimido, este también es calentado. Las moléculas de aire tienden a colisionar unas con otras con más frecuencia en un espacio cada vez más pequeño, y la energía producida por estas colisiones se convierte en calor. Este calor no es conveniente en el proceso de compresión, por lo que el aire debe ser enfriado en un reservorio mediante la circulación de aire o agua. Para aire comprimido de altas presiones, pueden ser empleadas varias etapas de compresión.

Fórmulas útiles en neumática.

Espesor de un tubo de cobre en función de su diámetro

$$e = \frac{P * D}{400} + 1.5$$

e= espesor en mm
 P= presión en atmósferas
 D= diámetro del tubo en mm

Litros de aire contenidos en un émbolo, pistón, etc. A presión superior a la atmosférica.

$$L = P * v$$

L = litros de aire a presión normal
 P = presión en atmósferas
 v = volumen del recipiente en litros

Peso del aire almacenado en un recipiente.

$$w = L * d$$

w = peso en gramos
 L = litros de aire a presión normal
 d = densidad en gr/litro a presión normal

Fórmula de Poiseuille. Gasto de líquido que pasa por un tubo.

$$G = \frac{\pi r^4 (p_1 - p_2)}{8L * \eta}$$

G = gasto en litros/segundo (l/s)
 r = radio del tubo en mm.
 p₁ = presión al inicio en N/m²
 p₂ = presión al final en N/m²
 L = longitud del tubo en m
 η = coeficiente de viscosidad en Kg/m³

Peso de un litro de aire. 1 litro de aire a una temperatura de 0°C aa 45° de latitud sobre el nivel del mar es 1.292743 graamos.

Ley de Boyle-Mariott. A temperatura constante, una masa de gas, ocupa un volumen que está en razón inversa a su presión.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

p₁ = presión 1
 p₂ = presión 2
 v₁ = volumen a presión 1
 v₂ = volumen a presión 2

Fórmula de Bernoulli en los gases.

$$v = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\delta - p_1}}$$

v = velocidad de salida del gas de un recipiente en m/s
 p₁ = presión del recipiente en N/m²
 p₂ = presión exterior
 δ = densidad del gas en Kg/m³

Tipos de flujo: a) flujo laminar
 b) flujo turbulento



Pérdidas de energía por fricción.

- a) Longitud de la tubería
- b) Rugosidad de la tubería
- c) Del número de codos y curvas
- d) Diámetro de la tubería
- e) Velocidad del líquido

Número de Reynold

$$Re = \frac{v * d_n}{\nu}$$

Re = número de Reynold

v = velocidad del flujo en m/s

d_n = diámetro hidráulico

S = sección

p = perímetro

ν = velocidad cinemática en m²/s

$$d_n = \frac{4 S}{p}$$

Pérdidas de presión en tubos rectos.

$$P_p = \lambda \frac{L * \delta * v^2 * 10}{2 * D}$$

P_p = pérdida de presión en bar (flujo laminar y turbulento)

λ = coeficiente de rozamiento

L = longitud de la tubería en metros

δ = densidad en Kg/dm³.

V = velocidad del líquido en la tubería en m/s

D = diámetro de la tubería en mm.

Diámetro de una tubería de vapor que tiene el extremo con salida libre.

$$D = \frac{Q}{116 * p^{0.97}}$$

D = diámetro de la tubería en mm

Q = caudal de vapor en Kg/s

p = presión de vapor en atmósferas

Volumen a presión atmosférica de L litros de gas a una presión P y temperatura T.

$$V_o = \frac{p * V}{p_o(1 + \alpha T)}$$

V_o = volumen a presión normal (760 cm de Hg a 0°C)

p = presión del gas en cm de Hg

V = volumen a presión p

p_o = presión normal (760 cm de Hg a 0°C)

α = coeficiente de dilatación cúbica

T = temperatura

4.2 Simbología neumática.

Los componentes o aparatos eléctricos y electrónicos resultan imprescindibles en el mando y control de circuitos neumáticos e hidráulicos.

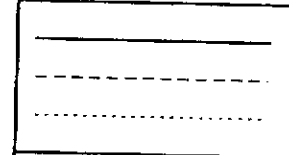
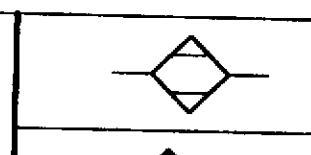

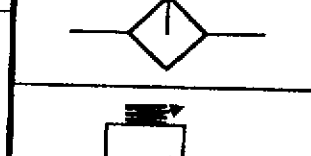

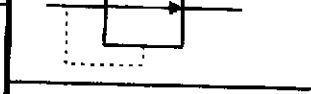
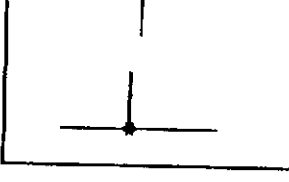
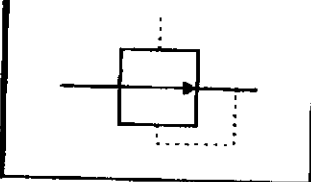
Todo el conjunto de una maniobra forma parte del automatismo. Su complejidad dependerá directamente de las funciones que tengan que desarrollarse para la ejecución de una determinada maniobra, secuencia o programa.

Los procesos pueden ser repetitivos, de un sólo ciclo, secuenciales, etc.. La complejidad y dificultad de un proceso puede dar lugar a la utilización de sofisticados programas con elaboración de la información y ejecución de las maniobras a base de ordenadores con sus correspondientes autómatas.

El automatismo aquí empleado se realiza en base a telemando con elementos captadores de las señales (pulsadores, termostatos, detectores, etc.) y elaboradores de la información (relés, temporizadores, etc.).

Un aspecto muy importante es conocer la simbología que representa los diferentes componentes neumáticos y eléctricos ya que estos son utilizados en la elaboración de los circuitos que regirán el funcionamiento del sistema que deseemos.

Fig. 15. Simbología neumática

	<p>Conductores</p> <p>1.- de trabajo 2.- de pilotaje 3.- de purga o drenaje.</p>		<p>Deshumificador</p>
	<p>Conductor flexible</p>		<p>Lubricador</p>
	<p>Unión de conductres</p>		<p>Regulador de presión</p>
			<p>Reductor de presión pilotado</p>

	Cruce de conductores		Grupo de mantenimiento: Filtro-reductor-manómetro-lubricador
	Acumulador Neumático		Unidad de mantenimiento, esquema anterior simplificado
	Silenciador		Válvula antirretorno: 1. no regulada 2. regulada
	Filtro		Selector de circuitos
	Filtro con purgador 1. mando manual 2. mando automático		Válvula de escape rápido
	Inicio de instalación		Manómetro (indicador de presión)
	Presostato		Válvula (símbolo general)
		<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>1 </p> <p>2 </p> <p>3 </p>	<p>Distribuidores: a) de 2 posiciones b) de 3 posiciones con posición intermedia de paso c) Distribuidor de 3 posiciones indistintas</p> <p>Vías interiores: 1) 1 vía 2) 2 vías paralelas 3) 2 vías cruzadas</p>

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

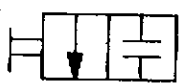




















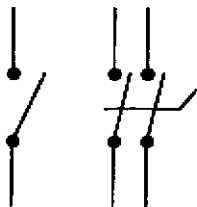
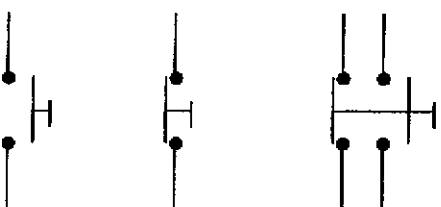
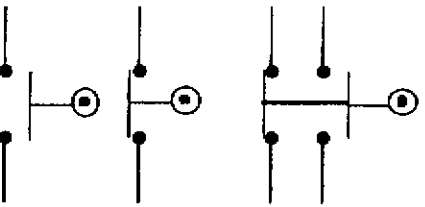

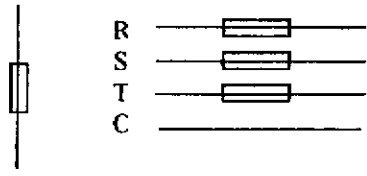
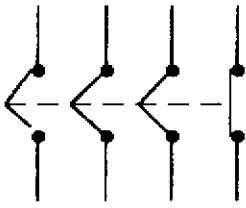
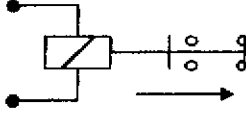
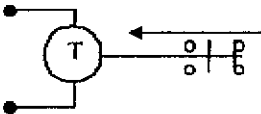
<p>1</p>  <p>2</p> 	<p>Distribuidores de 2p, 2v</p> <p>1) accionamiento manual</p> <p>2) accionamiento neumático con retorno por resorte.</p>		<p>Mando mecánico por resorte</p>
	<p>Distribuidor de 2p, 3v</p> <p>Accionamiento neumático en los dos sentidos</p>	<p>a</p>  <p>b</p> 	<p>Mando mecánico:</p> <p>a) por rodillo</p> <p>b) por rodillo escamoteable</p>
	<p>Distribuidor de 2p, 3v.</p>	<p>a</p>  <p>b</p>  <p>c</p>  <p>d</p> 	<p>Mando manual:</p> <p>a-símbolo general</p> <p>b-por pulsador</p> <p>c-por palanca</p> <p>d-por pedal</p>
<p>1a</p>  <p>1b</p>  <p>2a</p>  <p>2b</p>  <p>3</p>  <p>4</p>  <p>5a</p>  <p>5b</p> 	<p>Mando de distribuidores:</p> <p>1 mando por fluido directo</p> <p>1a-por presión</p> <p>1b-por depresión</p> <p>2 mando por fluido indirecto</p> <p>2a-por presión</p> <p>2b-por depresión</p> <p>3 mando combinado por electroimán y distribuidor piloto</p> <p>4 mando combinado por electroimán o distribuidor piloto</p> <p>5 mando eléctrico</p> <p>5a-por electroimán (un arrollamiento)</p> <p>5b-por electroimán (dos arrollamientos)</p>	<p>a</p>  <p>b</p> 	<p>Cilindros:</p> <p>a- de doble efecto</p> <p>b- de simple efecto con retorno por resorte</p>

Fig. 16. Elementos eléctricos.

	<p>Interruptores Los interruptores son aparatos eléctricos con los que se abre o cierra un circuito; es decir, se corta el paso de la corriente o se le da paso. Los interruptores son accionados manualmente. Cuando se accionan los interruptores por medio de un electroimán se llaman relés o contactores.</p>
	<p>Pulsadores Los pulsadores son elementos auxiliares utilizados en maniobras de marcha y parada de circuitos eléctricos. Existe una gran variedad de pulsadores dentro de los llamados de marcha y parada pudiendo ser mixtos y múltiples.</p>
	<p>Finales de carrera Los fines de carrera o curso son pulsadores de marcha y parada accionados por dispositivos mecánicos móviles. Existe una gama muy extensa de fines de carrera dependiendo de su forma, construcción y accionamiento del circuito mecánico y eléctrico a que se aplique.</p>
	<p>Señalización Para la señalización de las maniobras, estado de un circuito, etc., se utilizan señales luminosas y señales acústicas. Las señales luminosas corresponden a las lamparas y las acústicas a timbres y/o sirenas.</p>
	<p>Fusibles El fusible es un elemento importante del circuito eléctrico, cuya misión es protegerlo de intensidades producidas por cortocircuitos. El fusible debe ser el inicio de todo circuito eléctrico. Todas las fases llevarán fusible. El fusible será adecuado a la corriente que deba proteger.</p>

	<p>Contactores térmicos Los contactores térmicos protegen al circuito de sobrecargas originadas por consumo excesivo que se prolonga un tiempo y que puede resultar perjudicial para los elementos que forman parte del circuito. Hay contactores de otros tipos como lo son magnéticos, diferenciales, de intensidad, de tensión, etc..</p>
	<p>Relevador Los relevadores se utilizan como elemento auxiliar en los circuitos de telemando que conforman una maniobra o control. También se utiliza como elemento de mando cuando son pequeños los consumos (potencia).</p>
	<p>Temporizadores Después de un tiempo de conectarse T, cambian su posición los contactos</p>

4.3 Circuitos neumáticos.

Crear un circuito electromecánico reúne las ventajas de la rapidez del aire comprimido y la versatilidad del equipo eléctrico. Debido a ello son muy usados en las complicadas máquinas automáticas modernas.

Hay dos elementos que interconectan ambos tipos de circuitos. El equipo neumático puede conectarse al eléctrico con el presostato, y el eléctrico manda al neumático con la electroválvula. El presostato recibirá una señal neumática y la electroválvula se activará al recibir la eléctrica. Esta interconexión se puede dar también mecánicamente al colocar un final de carrera en un cilindro neumático, entonces el cilindro al llegar al final de su carrera activará el interruptor eléctrico.

La figura 17 muestra un circuito simple con válvulas con diferentes accionamientos. A continuación se analiza por elementos.

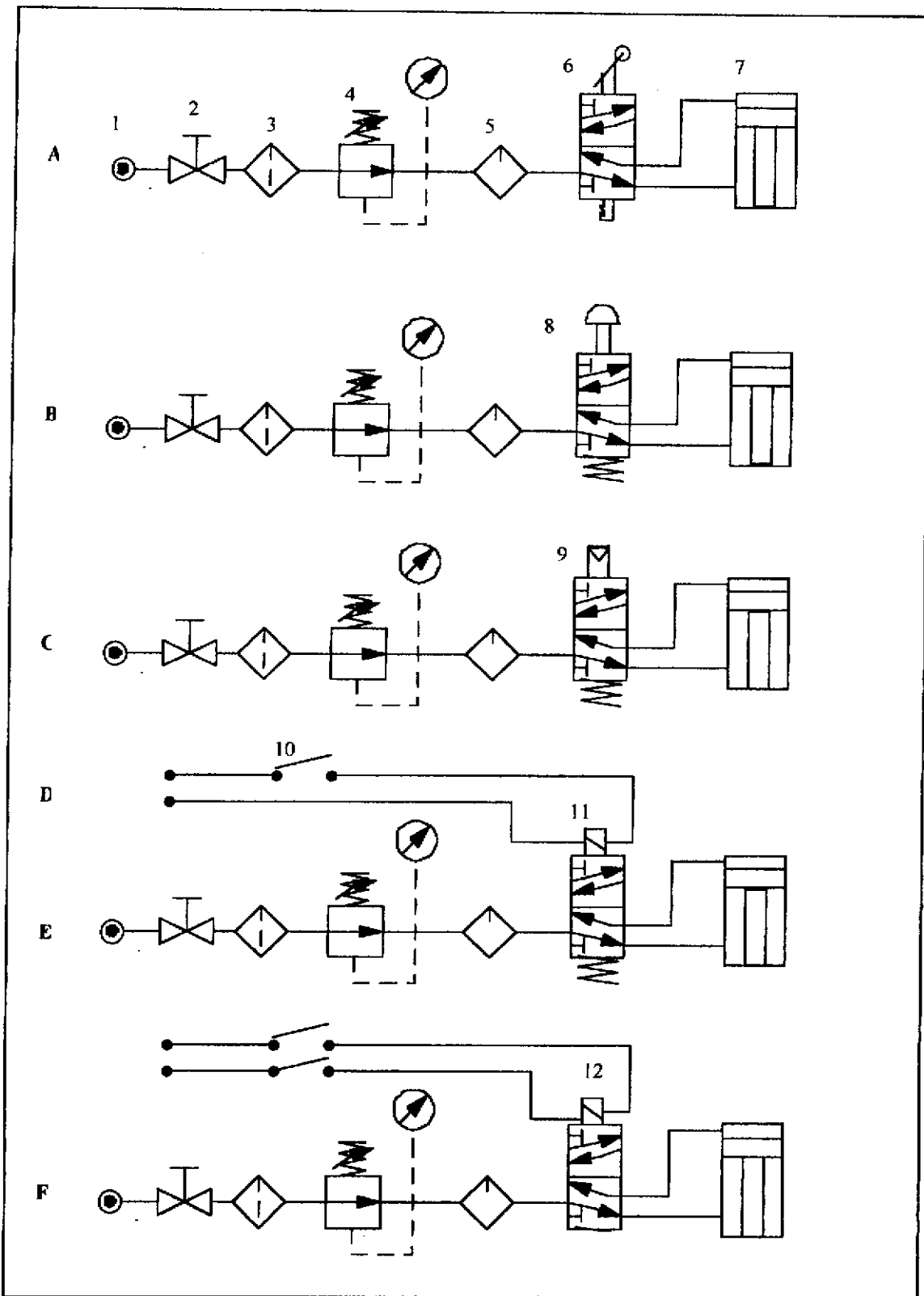


Fig. 17. Circuitos neumáticos simples.

1. Acometida a la red de presión.
2. Llave general de cierre.
3. Filtro. Tiene por misión purificar el aire, evitando el paso de partículas nocivas para los elementos móviles del circuito.
4. Regulador de presión. Su función es la de regular la presión en el circuito de utilización, independientemente de la presión de la red de suministro. La magnitud de esta lectura se leerá en un manómetro. Las tuberías tendrán el diámetro suficiente que permitan que la secuencia se realice en el tiempo previsto.
5. Lubricador. Su misión es la de engrasar las partes móviles, a la vez que evita la oxidación de los elementos del circuito, como consecuencia de la humedad que contiene el aire.
6. Válvula distribuidora de 2p y 5v. Su forma de accionamiento es manual mediante palanca con enclavamiento. El distribuidor es el elemento de maniobra del circuito.
7. Cilindro neumático. Es el encargado de realizar el trabajo mecánico. Existen de diversos tipos y clases dependiendo de la función que deban realizar en el circuito. Existen de simple y doble efecto, con sistemas de amortiguamiento, con doble vástago, etc..
8. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento mediante pulsador y con retorno a la posición de reposo mediante resorte.
9. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento neumático y con retorno a la posición de reposo mediante resorte.
10. Contacto eléctrico. Al accionarse deja circular la corriente que activará la electroválvula 11.
11. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento por electroimán y con retorno a la posición de reposo mediante resorte.
12. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento por electroimán en ambos sentidos.

Los seis circuitos de la figura 17 representan el mando de un cilindro de doble efecto por medio de un distribuidor de 2p y 5v. La diferencia entre cada uno de ellos es el accionamiento de la válvula distribuidora de cada circuito.

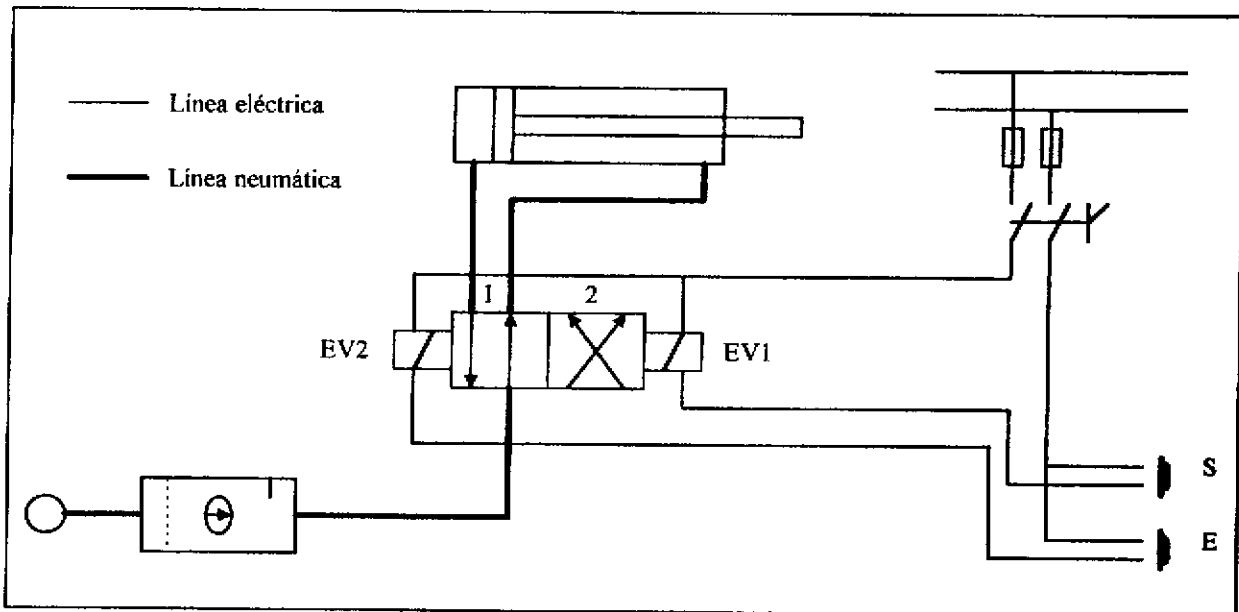


Fig. 18. Esquema general de conexiones de un circuito electroneumático.

La figura 18 representa un esquema electroneumático para el mando de un cilindro de doble efecto, por medio de un distribuidor biestable de 2p y 4v, con pilotaje en ambas posiciones por electroválvula.

Con este esquema se pretende explicar el funcionamiento del automatismo eléctrico comenzando a partir de este sencillo esquema.

Para que salga el vástago habrá que pulsar S. Al pulsar, se alimenta EV1 para que el distribuidor cambie su posición. Cuando se deja de pulsar, el distribuidor quedará en la nueva posición, hasta que no haya un pilotaje en sentido contrario. Para que el vástago haga el retorno, se pulsará E, que alimenta a EV2. La electroválvula volverá a cambiar la posición del distribuidor.

Al ser el distribuidor biestable, basta con el impulso que le da el electroimán durante el instante que se oprime el pulsador para que se realice el cambio de posición y en la que permanecerá mientras no haya un impulso en sentido contrario.

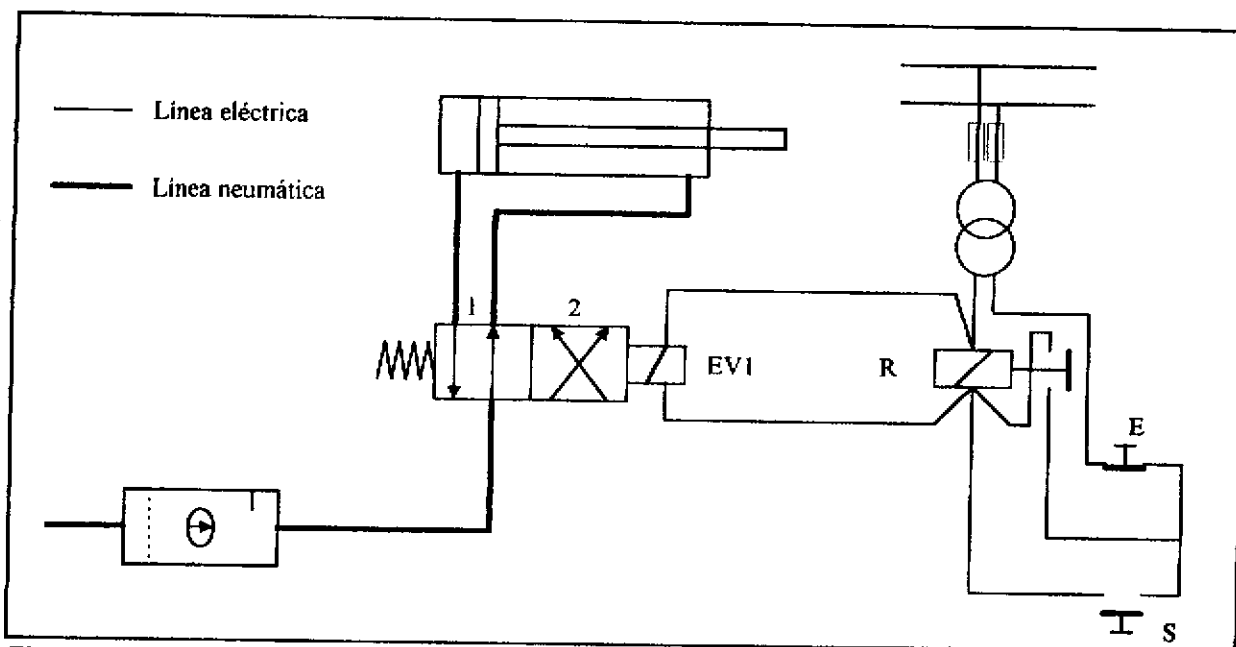


Fig. 19. Esquema general de conexiones de un circuito electro neumático

La figura 19 muestra un esquema electro neumático para el mando de un cilindro de doble efecto, por medio de un distribuidor de 2p y 4v. Con pilotaje por electroválvula para la posición de salida y retorno a la posición de reposo por medio de resorte.

El mando eléctrico se hace desde una botonera de marcha y paro.

El esquema eléctrico está pilotado bajo una tensión de 110V, lo que se consigue reduciendo la tensión de la red que es de 380V con un transformador.

En el esquema de la figura 18, al ser el distribuidor biestable, bastaba con un impulso para cambiar la posición del distribuidor.

En el esquema de la figura 19, si se quiere que el distribuidor permanezca en la posición 2, deberá pilotarse EV1 todo el tiempo que se desee la maniobra. Para obtener esto se necesitará la ayuda de un relevo que se conectará en paralelo (R + EV1).

Como se sabe el relevador queda realimentado después de pulsar S por medio de su contacto auxiliar.

El paro se consigue al pulsar E, cae la maniobra R + EV1. El resorte del distribuidor devolverá este a la posición de reposo.

4.4 Cálculo de tuberías para circuitos neumáticos.

Tabla 1. Caudal máximo (litros de aire libre por minuto) recomendado según la presión y diámetro nominal.

Presión inicial kg/cm ²	Diámetro nominal en rosca gas de las tuberías estándar							
	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
0.7	65	156	340	708	1133	2548	3536	7079
1.4	108	255	566	1133	1840	4247	5946	12743
2.1	142	340	849	1557	2831	5663	9061	16990
2.8	198	453	1048	1982	3539	7079	10619	21238
3.5	241	566	1274	2407	4248	9203	12742	25483
4.2	289	651	1557	2831	4814	9911	15574	29783
4.9	325	765	1899	3398	5380	12743	18406	32564
5.6	368	849	1840	3681	6513	13450	19822	36812
6.3	396	963	1982	4247	7079	14158	22653	42475
7.0	425	1048	2124	4814	8495	15854	25845	50970
8.7	510	1274	2973	5663	9911	20388	28317	59465
10.5	651	1416	3398	6513	11326	24069	31148	67960
12.3	708	1699	3828	7362	12742	26901	36812	76456
14.0	793	1982	4247	9061	14442	29732	42475	84950
18.0	1098	2664	5814	11651	20388	33495	58252	116504
20.0	1300	3000	6460	12960	23100	37400	66600	132540
25.0	1725	3850	8075	16250	28875	47000	85125	169500

La tabla 1 muestra el caudal máximo (litros de aire libre por minuto) recomendado en tuberías de aire a presión para longitudes no superiores a 15 m.

El caudal máximo mantenido no debe exceder del 75%.

Para longitudes mayores de 15 m, elegir diámetro superior.

Tabla 2. Pérdidas por rozamiento en elementos utilizados en tuberías según su diámetro.

Elemento de la instalación	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula de compuerta	0.009	0.009	0.010	0.013	0.017	0.022	0.026	0.033
Válvula en ángulo	0.240	0.240	0.286	0.352	0.450	0.590	0.690	0.880
Válvula cónica	0.427	0.427	0.568	0.706	0.900	0.875	1.380	1.795
Codo a 45°	0.015	0.015	0.023	0.029	0.037	0.048	0.057	0.073
Codo a 90°	0.042	0.042	0.051	0.064	0.079	0.107	0.125	0.158
Te (recta en el interior)	0.015	0.015	0.021	0.033	0.046	0.055	0.067	0.090
Te (salida lateral)	0.076	0.096	0.100	0.128	0.162	0.214	0.246	0.317

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

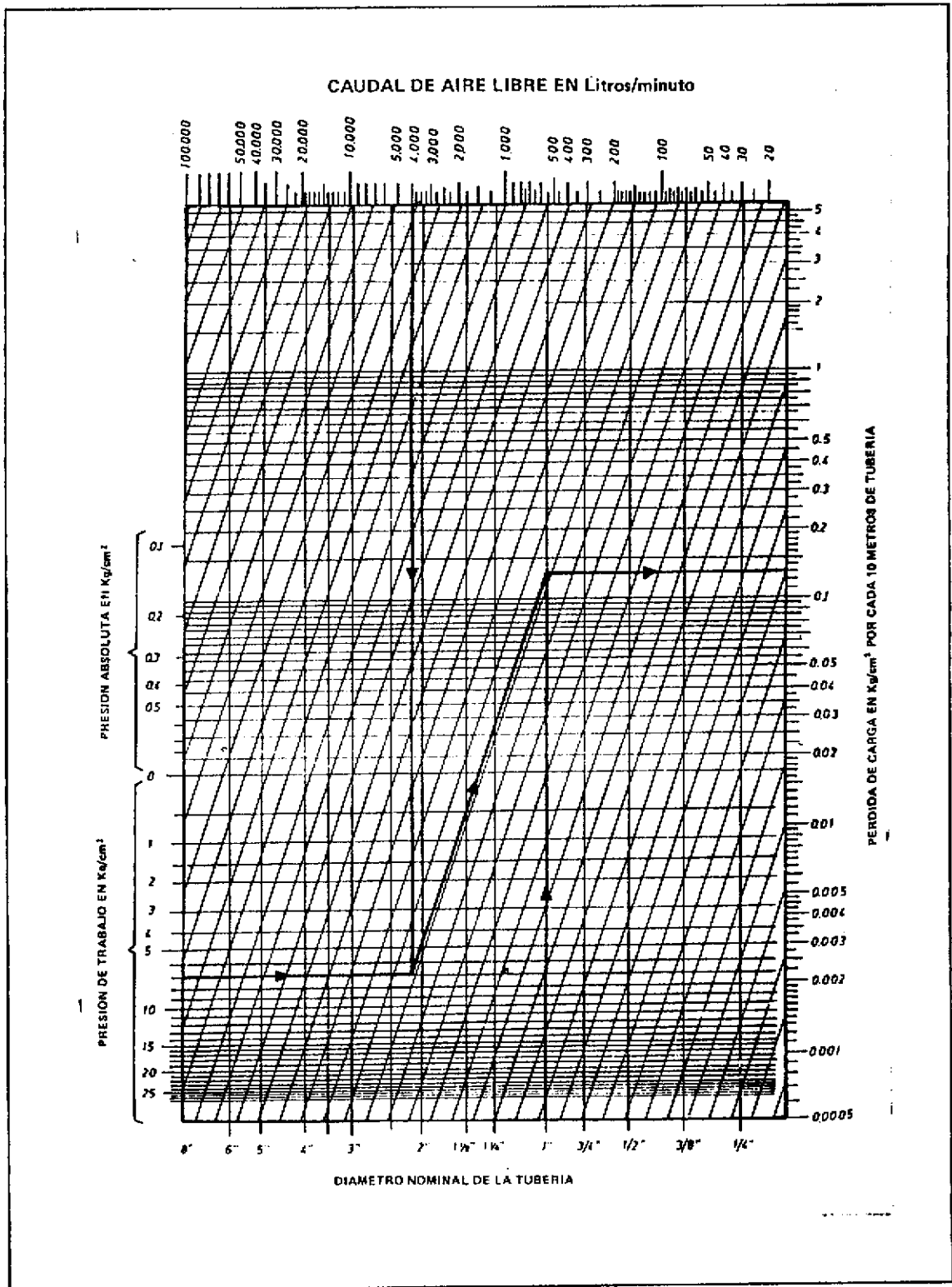


Fig.20. Cálculo de pérdida de carga y diámetro de tuberías en función de la presión de trabajo y caudal de aire libre.

Para conocer el gasto de aire de los cilindros neumáticos se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(0.0000471 * D^2 * L)(P_1 + 1.033)}{t(1.033)}$$

Q = litros de aire en lt/m
 D = diámetro del émbolo en mm
 L = carrera del cilindro en mm
 t = tiempo en realizarse la carrera

Para utilizar la gráfica de la figura 20 es necesario conocer la longitud de la tubería en metros, la presión del aire en Kg/cm², el caudal de aire libre en litros/minuto y la pérdida de carga a lo largo de la tubería. En la gráfica se ilustra un ejemplo: Los datos son los siguientes: Presión de trabajo: 7Kg/cm², caudal de aire libre:4000 lt/m, pérdida de carga: 0.13Kg/cm². En la gráfica ubicamos el punto para la presión de trabajo (7Kg/cm²) y se sigue una línea horizontal hasta que intersecte con la línea vertical que corresponde al caudal de aire libre (4000 lt/m en nuestro ejemplo); luego se sigue una línea paralela a las líneas inclinadas de la gráfica hasta que intersecta con la línea horizontal que corresponda a la pérdida de carga (0.13kg/cm²); por último con una línea vertical hacia abajo partiendo de ese punto se obtiene el diámetro nominal de la tubería (1" en nuestro ejemplo).

La tabla 3 nos muestra los consumos de aire de los cilindros (litros por cm. de carrera del cilindro) para diferentes presiones de trabajo y diámetros de cilindro.

Tabla 3. Consumo de aire para cilindros neumáticos.

Ø cilindro en mm.	Presión de trabajo en atmósferas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0.0005	0.0008	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0025	0.0027
12	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011
16	0.004	0.006	0.008	0.010	0.011	0.014	0.016	0.0148	0.020
25	0.010	0.014	0.019	0.024	0.029	0.033	0.038	0.043	0.048
35	0.019	0.028	0.038	0.047	0.056	0.066	0.075	0.084	0.093
40	0.025	0.037	0.049	0.061	0.073	0.085	0.097	0.110	0.122
50	0.039	0.058	0.077	0.096	0.115	0.134	0.153	0.172	0.191
70	0.076	0.113	0.150	0.187	0.225	0.262	0.299	0.335	0.374
100	0.155	0.231	0.307	0.383	0.459	0.535	0.611	0.687	0.763
140	0.303	0.452	0.601	0.750	0.899	1.048	1.197	1.346	1.495
200	0.618	0.923	1.227	1.531	1.835	2.139	2.443	2.747	3.052
250	0.966	1.441	1.916	2.392	2.867	3.342	3.817	4.292	4.768

5.1 Dimensiones.

Considerando el tamaño de la tapa, podemos establecer que el diámetro de los cilindros será de 1 1/2" con una carrera de 6" o la aproximación más cercana que se consiga localmente; con ello bastará para que haya suficiente espacio para que el operador pueda colocar la tapa. Tomando en cuenta estos factores la instalación de todos los cilindros encargados de sujetar la tapa y sellarla pueden ser colocados fácilmente en una plancha de 12" de ancho por 5" de largo. Debe observarse que la mayoría de materiales que se consiguen localmente se venden de acuerdo a medidas del sistema inglés. Los demás componentes neumáticos y eléctricos son también de tamaño reducido; sin embargo para evitar que obstaculicen la labor del operador de la máquina puede ser elevada unas 6" por otras planchas que le sirvan de soporte y estas sobre una base. De esta manera se formará una especie de *caja* metálica encima de la cual se colocarán el asiento de la tapa, los cilindros neumáticos y los componentes que sujetan la tapa y hacen los sellos. A un costado de la *caja* habrá suficiente espacio para colocar todo el equipo neumático y eléctrico necesario para que trabaje la máquina.

Lo anterior está sujeto a cambios según las medidas del equipo que se consiga en el mercado.

5.2 Selección de materiales.

Es importante señalar que el trabajo de la máquina se ha estado realizando en forma manual, y la máquina realizará este mismo trabajo por lo que podemos decir que no realizará grandes esfuerzos para los cuales deban hacerse cálculos para la selección de materiales; sin embargo, para seleccionar los materiales que se utilizarán para fabricar las diferentes piezas de la máquina, debe tomarse en cuenta la función que realizará dicha pieza y cuan significativas son las propiedades de ese material.

A continuación se dan las características de algunos materiales que se consiguen localmente:

Tabla 4. Lista y característica de materiales en existencia en el mercado local.¹

CALIDAD	ANÁLISIS	CARACTERÍSTICAS
Aceros para trabajo en frío		
K100 VEW K990 Extra tenaz	C 1.05 Si 0.2 Mn 0.3 AISI : W-1	Posee un área amplia de aplicación para herramientas para trabajos en frío. Tiene buena maquinabilidad. Gran dureza superficial y tenacidad en el núcleo. Temple: 770-800°C en agua tibia con sal. Suministro recocido suave dureza 170 Brinell.
DF2 ARNE VEW K110	C 0.90 Mn 1.20 Cr 0.5 W 0.5 V 0.1 AISI : 01	Acero aleado de temple parejo y seguro con poca variación de medidas. Para muchas aplicaciones en la industria como: matrices de acuñar y estampar, herramientas de corte, perforado, punzonado, etc.. Excelente maquinabilidad y tratamiento térmico fácil. Temple: 800-850°C. Suministro recocido suave dureza 190 Brinell.
XW 41 Sverker 21 VEW K110	C 1.55 Cr 12.0 Mo 0.8 V 0.8 AISI : D2	Acero de alto contenido de carbón y cromo para herramientas que exigen tenacidad elevada y gran rendimiento: herramientas de corte, herramientas para trabajar madera, para embutición profunda, y extrusión en frío. Cilindros para laminar en frío, cizallas, moldes pequeños para plástico. Herramientas para la industria farmacéutica y cerámica. Temple: 1000-1040°C en aceite o al aire. Suministro recocido suave dureza 210 Brinell.
ACEROS PARA TRABAJO EN CALIENTE		
8407 Orvar M Supreme VEW 302	C 0.39 Cr 5.3 Mo 1.3 V 1.0 Si 1.0 AISI : H13	Es un acero al cromo-molibdeno-vanadio para herramientas que posee una dureza al rojo y una resistencia al desgaste considerables a temperaturas altas de trabajo. Ideal para extrusión y fundición a presión de aluminio y zinc, ideal para moldes para plástico

¹ Fuente: Aceros Suecos S.A.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

		<p>en grandes series. Temple: 1000-1060°C en aceite o aire. Suministro recocido blando dureza 190 Brinell.</p>
<p>VEW K450 Tenit W M4</p>	<p>C 0.47 Cr 1.1 W 2.2 V 0.2 Si 0.9 AISI : S1</p>	<p>Acero de gran tenacidad y buena resistencia al desgaste para trabajos de choque: Taladros neumáticos y manuales, cinceles y algunas herramientas de corte y rebarbado en caliente y en frío. Posee buena dureza en caliente. Temple al aceite 880-920°C o en agua tibia con sal 850-880°C. Suministro recocido blando dureza 200 Brinell.</p>
<p>ACEROS PARA MAQUINARIA</p>		
<p>705</p>	<p>C 0.35 Cr 1.4 Ni 1.4 Mo 0.2 Mn 0.7 AISI : 4337</p>	<p>Acero al cromo-níquel-molibdeno, bonificado y distencionado para piezas que sufren golpe, torsión y vibración. Alta resistencia de ruptura en combinación con tenacidad considerable. Recomendado para partes de maquinaria sometidas a altos esfuerzos dinámicos como ejes de leva, árboles de transmisión, cigüeñales, pernos y tuercas de alta tensión, etc. No requiere tratamiento térmico. Suministro estado bonificado dureza 290-330 Brinell.</p>
<p>E 230 7210</p>	<p>C 0.15 Cr 1.15 Ni 1.6 AISI : 3115</p>	<p>Acero especial de cementación como partes de maquinaria como engranajes helicoidales, piñones de cajas de velocidad, ejes, vástagos, pernos, tuercas, ejes de leva, etc.. Cementar 870-900°C (engranulado) 900-930°C en sales; Temple simple en aceite: 800-830°C. Suministro estado recocido 220 Brinell.</p>
<p>Acero inoxidable</p>	<p>C 0.06 Si 0.4 Mn 1.4 Cr 18.0 Ni 9.0 AISI : 304 L</p>	<p>Resistente a los ácidos y al agua salada, por lo que es empleado en la industria de productos alimenticios y químicos; así también en la fabricación de piezas para motocicletas, aviones aparatos domésticos, etc.. Es antimagnético, no admite temple y es fácil de soldar. Suministro estado recocido 140-160 Brinell.</p>
<p>Barra perforada o tubo mecánico</p>	<p>C 0.18 Si 0.3 Mn 1.4 AISI : 1518</p>	<p>Es un acero que representa una gran economía de trabajo y material, por lo cual tiene una gran variedad de aplicaciones, tales como cilindros hidráulicos, anillos y casquillos, ejes, etc.. Posibilidades de temple: 700-800°C en agua tibia con sal. Suministro estado recocido 170 Brinell.</p>

DISEÑO

Acero Pulido (Cold Rolled)	C 0.18 Mn 0.6 Si 0.4 AISI : 1018	Acero de bajo carbón rolado en frío. De uso general para la construcción mecánica. Excelente dureza superficial después de la cementación. Resistencia a la tensión: 85000 lbs/plg ² . Suministro pulido dureza 160 Brinell.
Acero Plata	C 1.05 Si 0.2 Mn 0.3 AISI: W-1	Acero de alta resistencia al desgaste, aleado con cromo y vanadio. Entregado pulido y rectificado a medidas precisas. Facilidad en su maquinado. Muy usado en brocas helicoidales, guías, machuelos punzones, herramienta pequeña, partes de máquinas e instrumentos. Temperatura de temple: 700-800°C con agua tibia con sal.
Bronce fosforado	Cu 85.0 Sn 5.0 Pb 5.0 Zn 5.0 SIS : 5240	Dureza 80/90 HB

Tomando en cuenta los factores anteriores se puede determinar que material utilizar para cada parte.

Debido a que la mayor parte de la estructura no será sometida a grandes esfuerzos o a realizar funciones especiales puede fabricarse de acero *cold rolled* debido a que sus características se prestan para la construcción de la estructura de la máquina, y su costo no es alto comparado con los otros materiales, salvo piezas especiales que se especificará el material a ser utilizado para su fabricación. Localmente, a este acero se le conoce como Barmond.

Las barras que servirán de guía para el movimiento del cilindro neumático que llevará los componentes que hagan el sello se harán de acero plata debido a que tiene una gran resistencia al desgaste.

Los cojinetes que se deslizarán por estas barras se harán de bronce ya que por su contenido de plomo da mayor plasticidad a cojinetes y correderas

Si se exceptúa la plata, el cobre es el metal que mejor conduce el calor, por ello para la pieza encargada de recibir el calor de la resistencia eléctrica y transferirlo a las puntas que harán el sello se hará de bronce fosforado ya que es una aleación con un 85% de cobre con estaño, plomo y cinc.

Para las puntas que harán los sellos se requiere una gran resistencia por lo que el material que se utilizará en su fabricación será acero inoxidable.

El asiento de la tapa puede ser fabricado de acero *cold rolled*; sin embargo uno de los sellos necesita un soporte que tenga buena resistencia por lo que para no fabricar todo el asiento de un material más resistente, se puede fabricar un vástago de acero DF2 templado, y recocerlo para eliminar la fragilidad que ha adquirido al ser templado, e insertarlo en el asiento de la tapa.

Por último, debe fabricarse una pieza que con el cilindro neumático sujete la tapa. Esta pieza no efectuará otra función y la fuerza no será significativa por lo que puede ser fabricada de aluminio, logrando así disminuir la carga del cilindro neumático que lo portará.

5.3 Diseño de la estructura.

La figura 21 muestra el plano que se enviará al taller para que fabrique la base donde se colocarán los cilindros neumáticos y los componentes que harán los sellos. Debe notarse que se ha determinado que se colocará el sensor de proximidad y que este tiene una rosca M18 la cual se puede observar en el plano. Las roscas M8 a un costado de la plancha (4 en total) se utilizarán para sujetar las planchas que van a los lados, las cuales servirán para colocar todo el equipo neumático y eléctrico. Los agujeros pasados de 10mm con alojamiento de 14.5mm servirán para los pernos que sujetarán las barras de acero plata (ver figura 30). Las dos roscas M10 en la plancha son para sujetar la pieza donde asienta la tapa (ver figura 22). Las roscas M8 en el otro extremo de la plancha, las cuales están distanciadas 64mm entre sí, servirán para fijar el cilindro que sujetará la tapa. El agujero de 20mm de diámetro localizado entre estas roscas M8 sirve de acceso a la manguera que alimenta el cilindro de sujeción.

En la figura 22 se muestra el plano de la pieza de asiento de la tapa. Debe notarse el agujero de 9.5mm de diámetro donde se insertará el vástago de acero DF2 que servirá de soporte a la tapa; en la rosca M8 se colocará un perno que servirá de castigador al vástago, de manera que si este se llegara a romper algún día, basta con aflojar el perno para sacar el vástago y reemplazarlo. Debe observarse también el acceso para las puntas que harán los sellos. La pieza se fijará a la base por medio de dos pernos M10 los cuales

irán colocados en los agujeros pasados de 10mm con su respectivo alojamiento para la cabeza del perno.

En la figura 23, la parte número 3 hace juego con la parte 4 y 5; juntas formarán el soporte para el cilindro neumático de sujeción de la tapa (ver diagrama de ensamble).

En la figura 24, la parte número 6 es el plano de la pieza de aluminio que irá roscada al cilindro de sujeción (rosca 7/16" NF), y que hará contacto y presión contra la tapa de manera que ésta quede fija.

La parte número 7 (figura 25), es la pieza de bronce que será calentada y en donde irán enroscadas las puntas encargadas de hacer los sellos. En el agujero pasado de 6mm de diámetro irá colocado el bulbo del termostato; las tres roscas M6 serán para sujetar la pieza de bronce a la pieza número 11 (figura 27); la rosca M8 sirve para enroscar una de las puntas que harán los sellos, y la otra punta se enroscará en una de las roscas M6. La distancia entre los centros de la rosca M8 y las roscas M6 está dada por la distancia entre los sellos de la tapa (ver figura 2), la cual es de 16mm.

La figura 26, corresponde al plano de la pieza número 8. Esta pieza se colocará en los extremos de las barras de acero plata (parte No 15, figura 30) mediante los agujeros pasados de 10 mm de diámetro. El agujero de 19.1 mm. Se utilizará para sujetar el cilindro neumático que impulsará las puntas que hacen los sellos.

En la figura 27, se ven los planos de los cojinetes que se deslizarán por las barras de acero (parte No. 15, figura 30). La diferencia entre un cojinete y el otro es que uno sólo servirá de cojinete (parte No. 10), mientras que el otro (parte No. 9) será el que active un conmutador accionado por rodillo.

La parte número 11 dibujada en la figura número 28, es la parte a la cual va sujeta la pieza de bronce, y esta a su vez está sujeta al cilindro neumático mediante la rosca de 7/16" NF. En los agujeros pasados de 25.03mm. de diámetro van insertos los cojinetes de bronce (partes No. 9 y 10).

La parte número 12 (figura 29), corresponde a unos aisladores que serán colocados entre la pieza de bronce (figura 25), y su soporte (figura 28). Estos aisladores están hechos de fibra fenólica, el cual es un material de fácil adquisición, bajo costo y

buena capacidad de aislamiento. Al colocarlos se pretende disminuir la transferencia de calor hacia la parte de arriba de la máquina.

En la misma figura 29 se encuentran los dibujos de las partes 13 y 14. La parte 13 es la pieza de acero templado que servirá de soporte para la tapa y que será insertado en la pieza número 2 (figura 22). La parte 14 es una de las puntas encargadas de hacer los sellos; va instalada en una de las roscas M6 de la pieza de bronce (figura 25).

En la figura 30 se encuentra el plano de las barras de acero plata. Su función es la de servir de guía para el desplazamiento de la pieza de bronce, así como de soporte a la pieza que sujeta el cilindro neumático. En la misma figura 30 está el dibujo de la otra punta encargada de hacer los sellos; tiene rosca M8 y va fija a la pieza de bronce. El otro extremo de la pieza es puntiagudo de manera que pueda penetrar en el material de la tapa.

Por último, la figura 31 muestra el plano de las partes 17 y 18, las cuales hacen una sola pieza (ver diagrama de ensamble), y tiene como función servir de soporte para el conmutador que es accionado por rodillo. Las roscas M3 de la parte 18 sirven para sujetar el interruptor. La distancia entre centros de estas roscas está dada por el mismo instrumento. En la rosca M5 se colocan unos pernos para que al momento de apretarlos, la ranura de la parte 17 apriete y evite deslizarse por las barra (parte No.15)

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos	Escala: 2:1
Parte No. 1	Medidas en mm.
Material: Barmond	Cantidad de piezas: 1

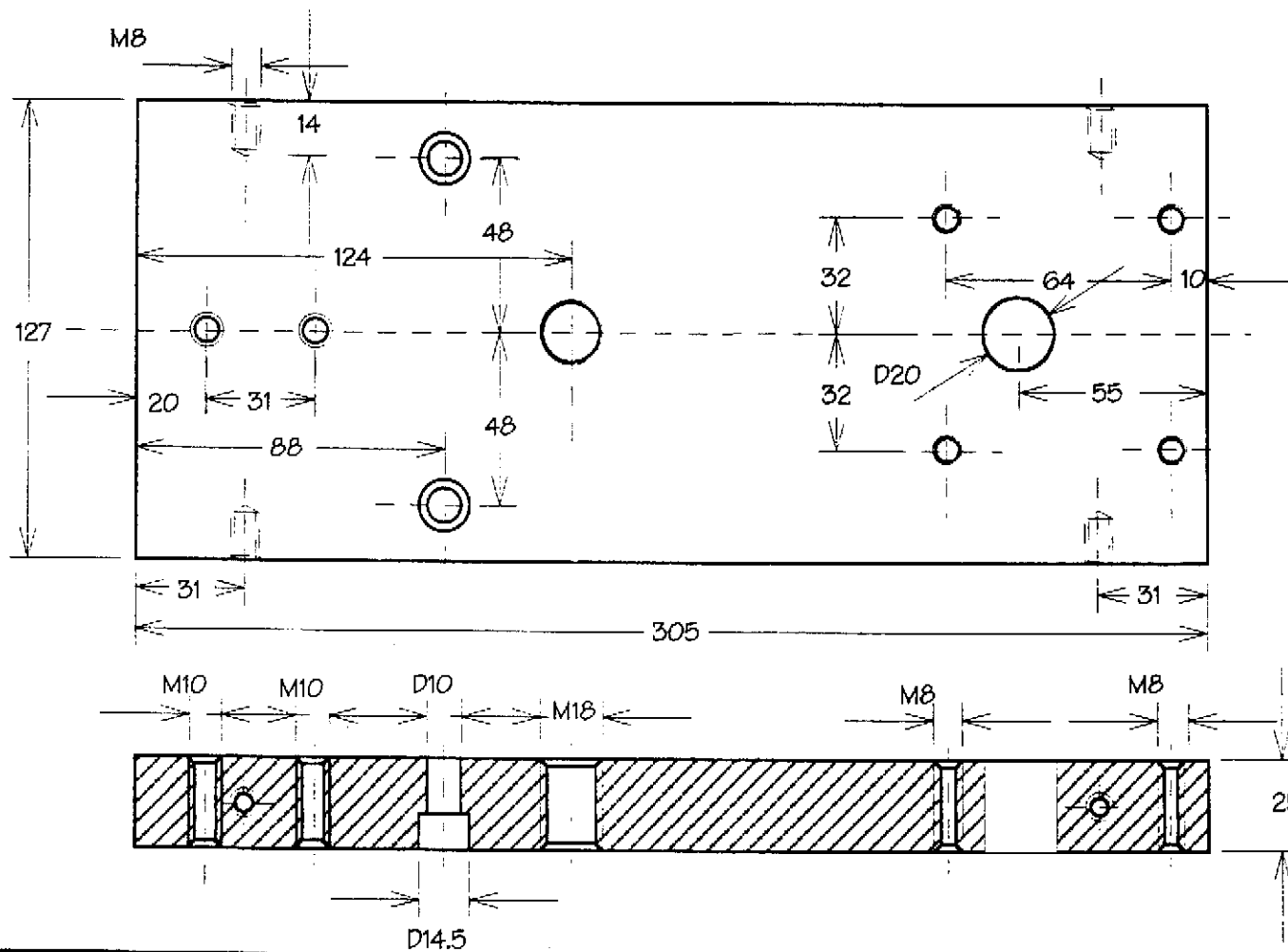
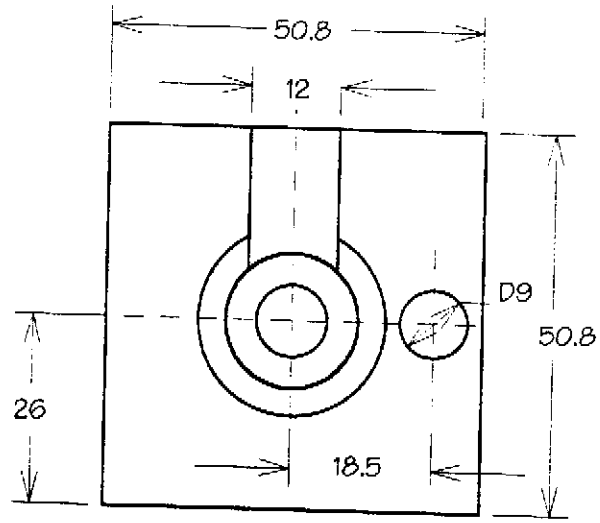
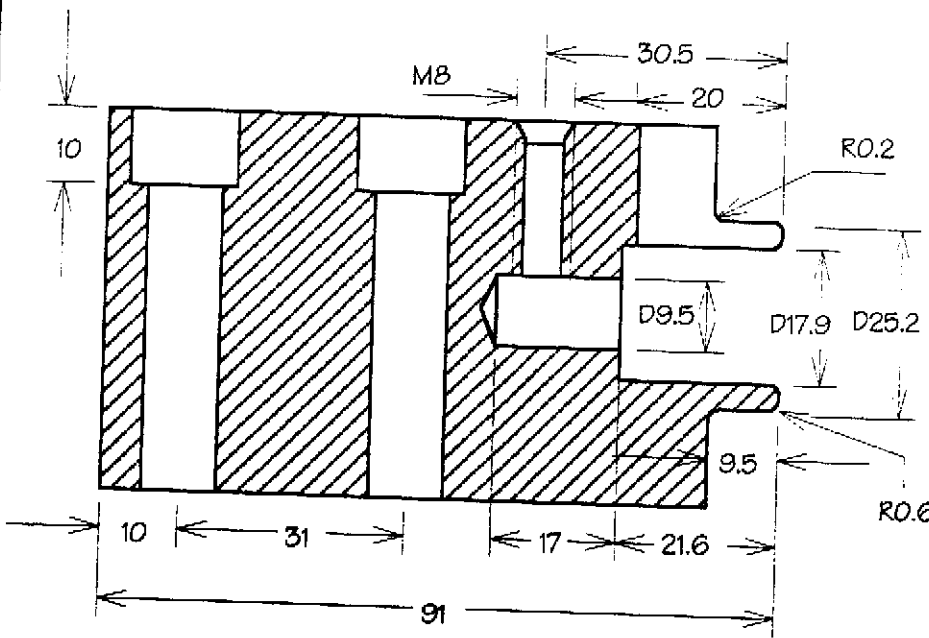
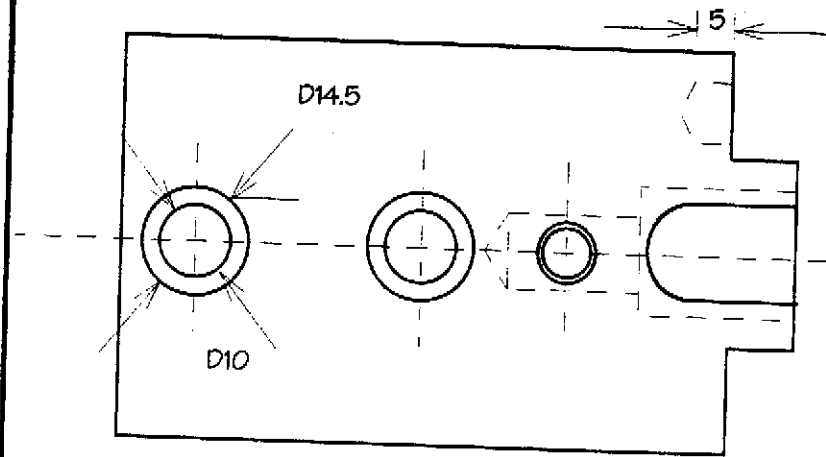


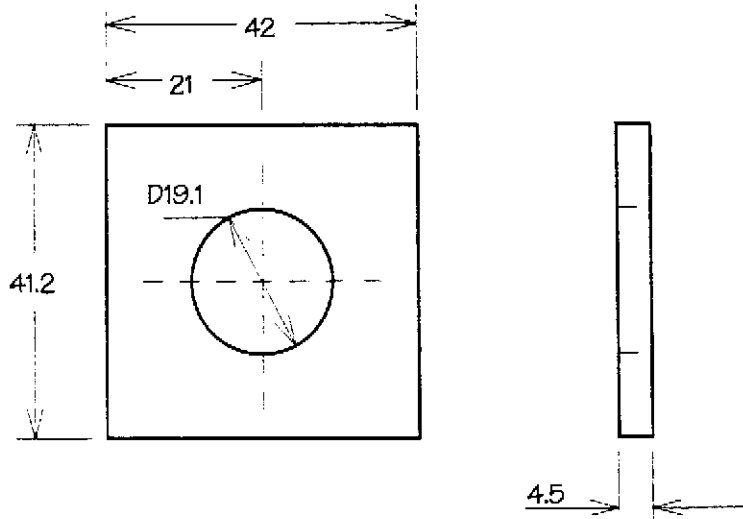
Fig. 21. Planos de la parte No. 1.

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos.
Parte No.2
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 1

Fig. 22. Planos de la parte No. 2



Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.3
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 1



Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.4
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 1

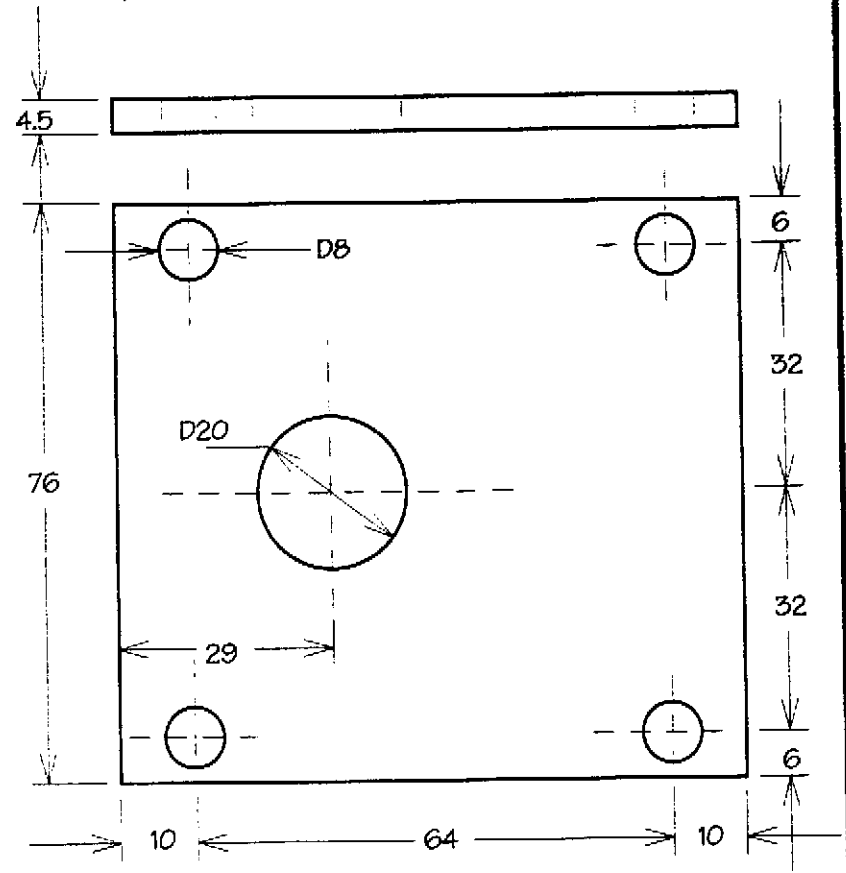
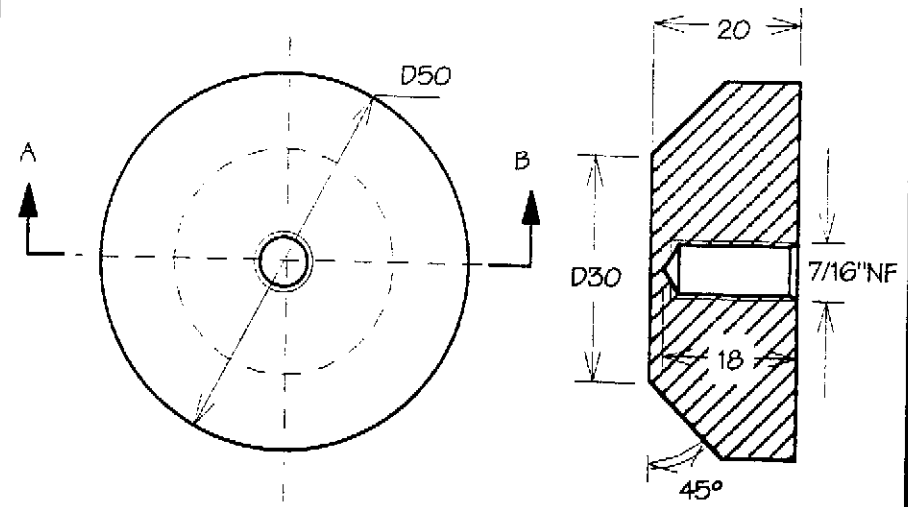
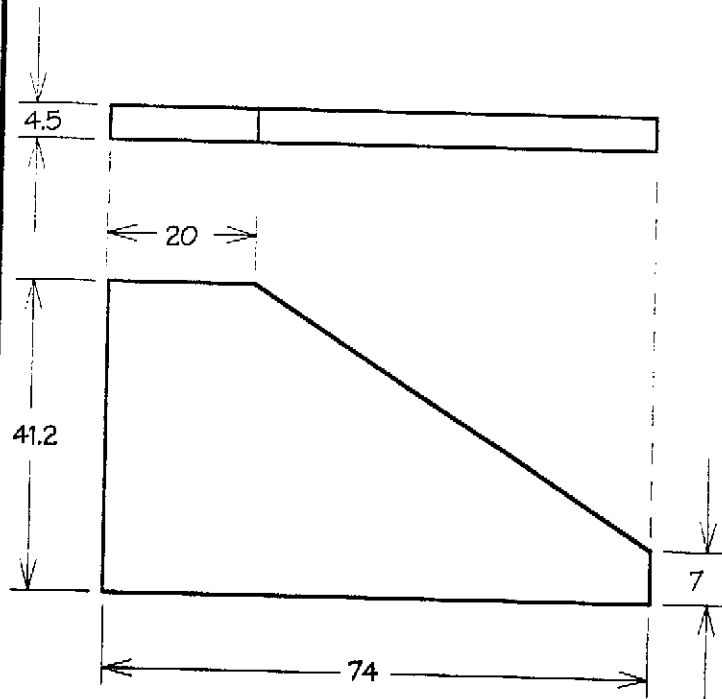


Fig. 23. Planos de las partes No. 3 y 4

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No. 5
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 2

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No. 6
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Aluminio
Cantidad de piezas: 1

Fig. 24. Planos de las partes No. 5 y 6



Proyecto: Diseo de una mquina selladora de
tapones plsticos

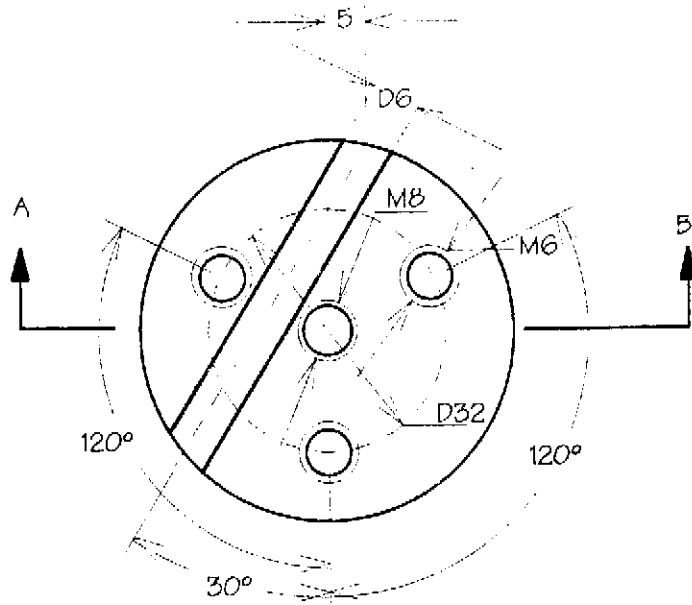
Parte No.7

Escala 1:1

Medidas en mm.

Material: Bronce

Cantidad de piezas: 1



SECCION AB

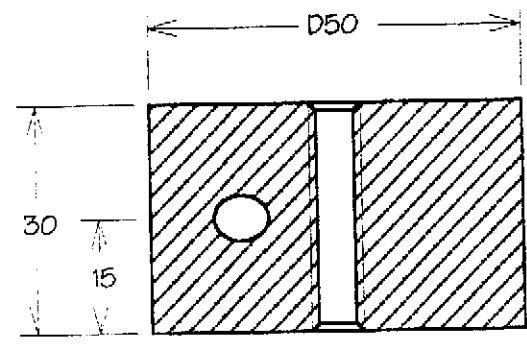


Fig. 25. Plano de la parte No. 7

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.8
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 2

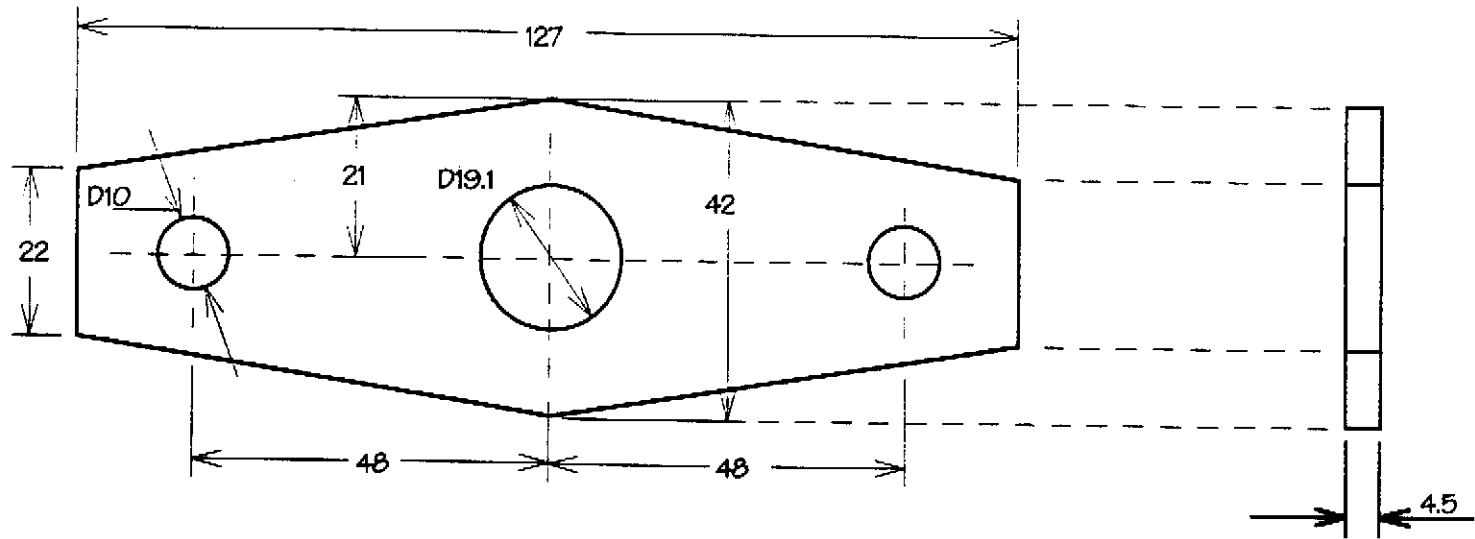
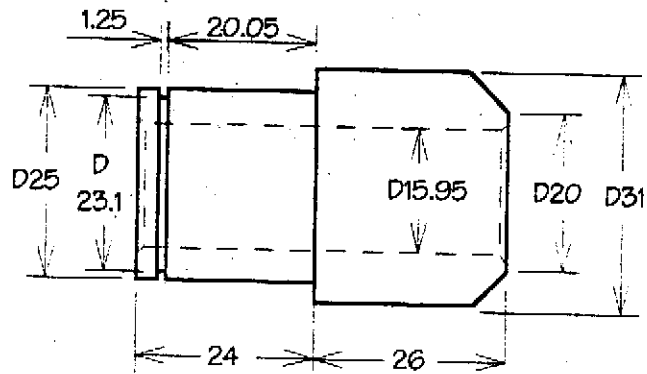


Fig. 26. Plano de la parte No. 8

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.9
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Bronce
Cantidad de piezas: 2



Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.10
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Bronce
Cantidad de piezas: 2

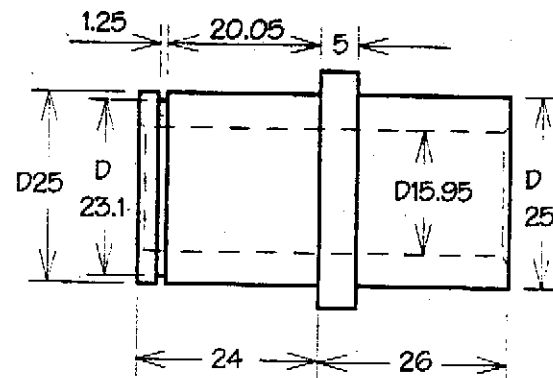


Fig. 27. Planos de las partes No. 9 y 10.

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No.11
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Barmond
Cantidad de piezas: 1

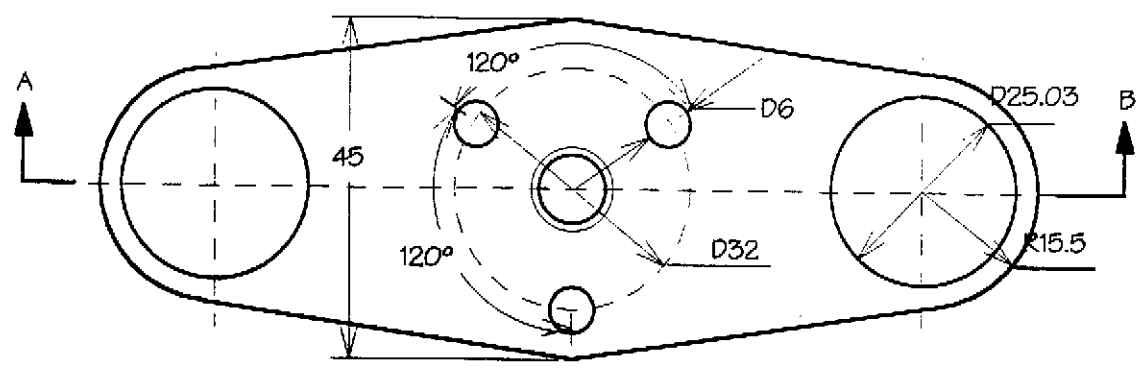
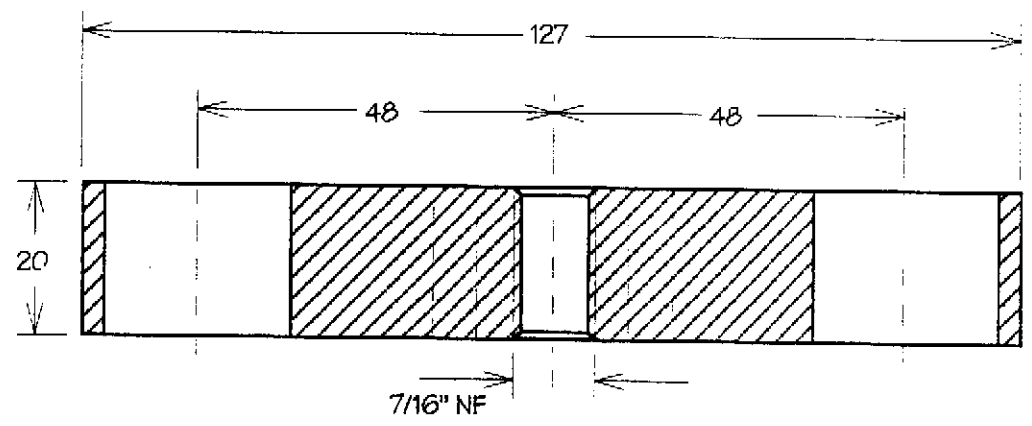


Fig. 28. Planos de la parte No. 11.

Proyecto: Diseño de una máquina
selladora de tapones plásticos

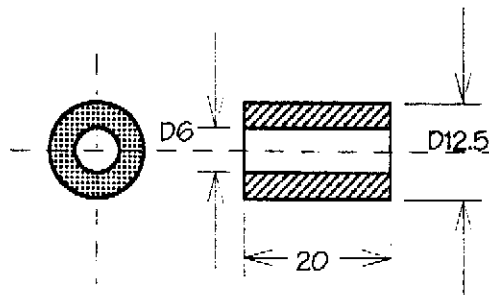
Parte No.12

Escala: 1:1

Medidas en mm.

Material: Fibra fenólica.

Cantidad de piezas: 3



Proyecto: Diseño de una máquina
selladora de tapones plásticos

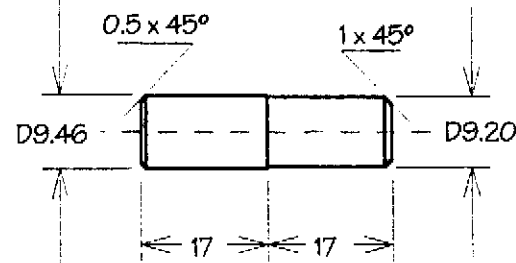
Parte No.13

Escala: 1:1

Medidas en mm.

Material: DF2 Templado, revenido

Cantidad de piezas: 1



Proyecto: Diseño de una máquina
selladora de tapones plásticos

Parte No.14

Escala: 1:1

Medidas en mm.

Material: Acero inoxidable

Cantidad de piezas: 1

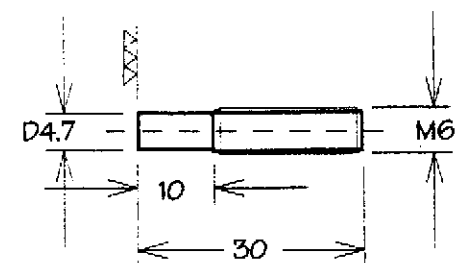
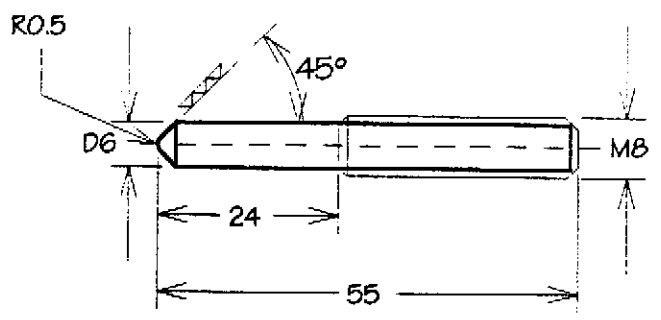
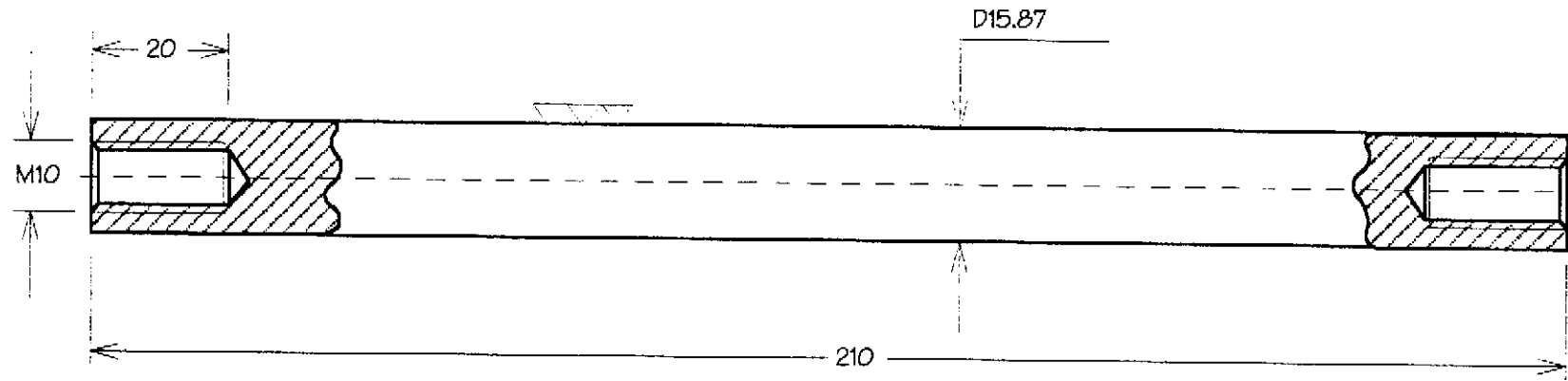


Fig. 29. Planos de las partes 12, 13 y 14.

Fig. 30. Planos de las partes 15 y 16.

Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos	Escala: 1:1
Parte No. 15	Medidas en mm.
Material: Acero Plata	Cantidad de piezas: 2



Proyecto: Diseño de una máquina selladora de tapones plásticos
Parte No. 16
Escala: 1:1
Medidas en mm.
Material: Acero inoxidable
Cantidad de piezas: 1

Proyecto: Diseño de una máquina
selladora de tapones plásticos

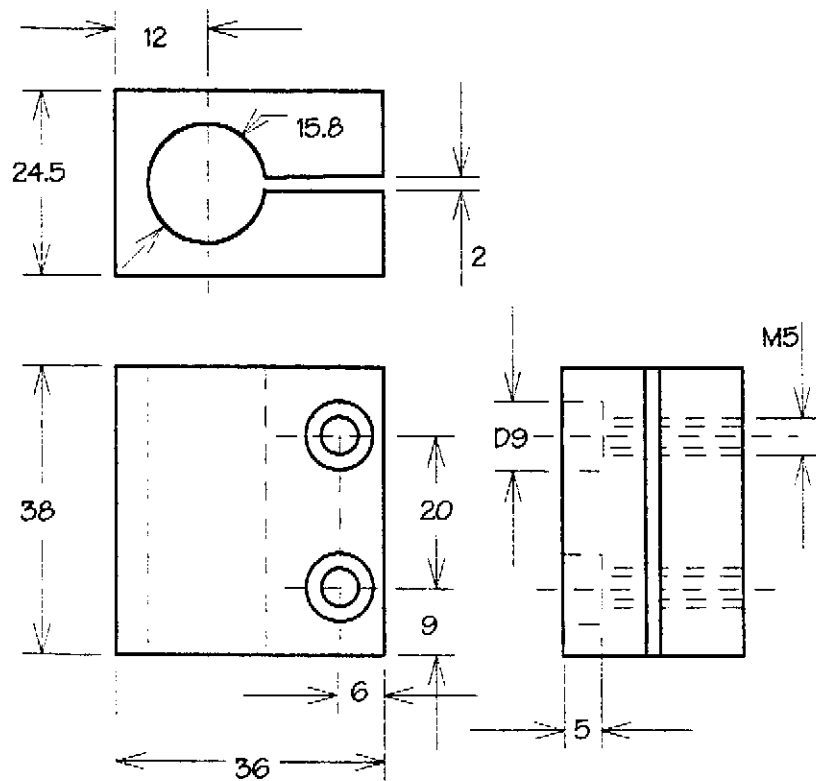
Parte No. 17

Material: Barmond

Escala: 1:1

Medidas en mm.

Cantidad de piezas: 1



Proyecto: Diseño de una máquina
selladora de tapones plásticos

Parte No. 18

Material: Barmond

Escala: 1:2

Medidas en mm.

Cantidad de piezas: 1

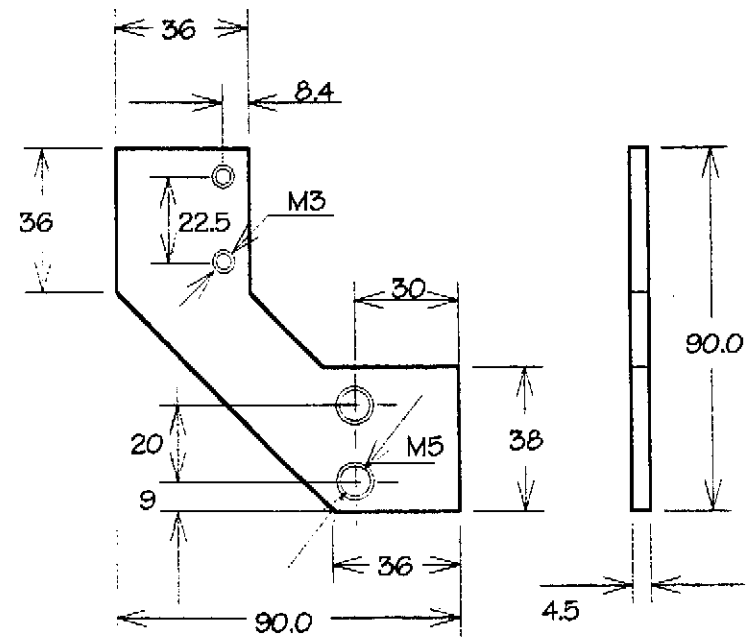


Fig. 31. Planos de las partes 17 y 18.

5.4 Procesos de manufactura.

El juego de planos de la estructura de la máquina (figuras 21-31) se llevará al taller para su elaboración; sin embargo, es necesario conocer un poco de los procesos de manufactura que se emplearán en la fabricación de estas piezas.

Todas las piezas que no sean cilíndricas deben ser rectificadas a las medidas que indiquen los planos mediante el proceso de fresado. El fresado es una de las técnicas fundamentales practicadas para labrar los metales con arranque de virutas. La herramienta utilizada se llama fresa, la cual con un movimiento giratorio labra los metales mediante el arranque de viruta, permitiendo alisar una superficie plana, abrir canales, labrar perfiles complicados y hasta tallar los dientes de engranajes. La fresadora es una máquina muy robusta de la cual existen tres formas principales: fresadora horizontal, con el eje de rotación de la fresa dispuesto en forma horizontal; fresadora vertical, con su eje dispuesto en forma vertical; fresadora universal, con la fresa montada en un cabezal ajustable que permite trabajar en cualquier dirección. La pieza que se ha de labrar se fija en la bancada directamente; la traslación del carro permite que adelante la pieza a medida que la va cortando la herramienta.

Para los agujeros de las piezas se utilizará el taladro primero, y luego se le dará la medida exacta con el torno o con la fresadora. El taladro hace su trabajo mediante una broca, barrena u otro instrumento de filo cortante y giratorio con que se taladran metales, madera y otras materias sólidas.

Los taladros de taller se hallan montados en un bastidor, encima de una bancada provista de medios para fijar las piezas que se han de taladrar; Además del movimiento de rotación que le es imprimido por un motor eléctrico, el mandril también se mueve longitudinalmente, para asegurar primero la penetración de la broca y luego para poder extraerla de la pieza.

La obtención de medidas precisas en el taladro es muy difícil de obtener ya que la broca tiende siempre a desviarse, además de que no es rigurosamente cilíndrica. Por ello es que si la pieza necesita una gran exactitud en las medidas, el agujero se hace unas décimas de milímetros más pequeño que las dimensiones finales, para permitir que puedan ser rectificadas.

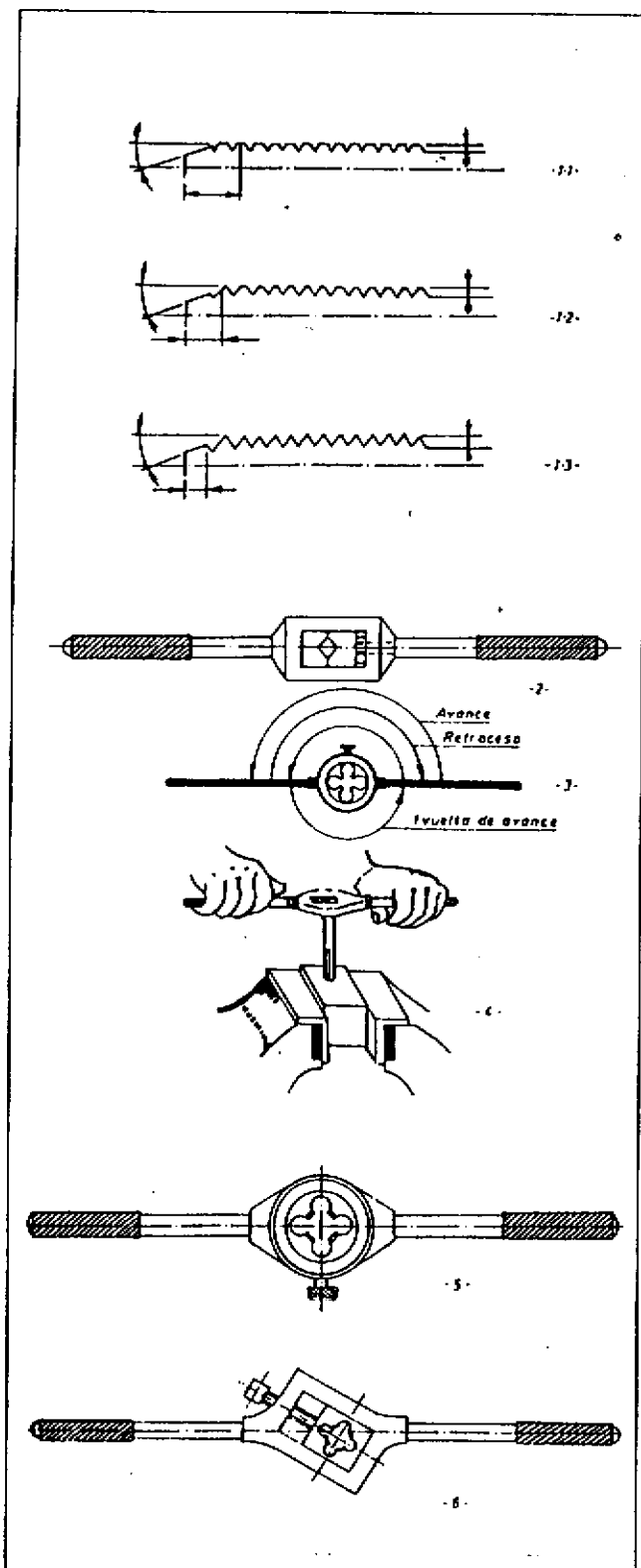


Fig. 32. Roscado a mano.

La rectificación de piezas cilíndricas y de agujeros puede hacerse en el torno. El torno sirve para labrar superficies a partir de barras cilíndricas. Rectifica y alisa piezas de fundición o ya desbastadas. El modelo más común de torno es el paralelo, el cual consta de un sólo bastidor (bancada), provisto de guías por las cuales pueden deslizarse uno de los dos cabezales que sujetan la pieza y el carro portaherramienta. También soporta en uno de sus extremos el cabezal fijo, el motor, el cambio de velocidades y los mandos. Al cabezal fijo se acopla un plato o mandril, provisto de mordazas para sujetar la pieza y conferirle el movimiento giratorio. El carro tiene por misión dar un apoyo a la herramienta cortante y regular sus movimientos.

Las roscas de las piezas también serán hechas en el taller sin embargo puede darse el caso de necesitar otra rosca o rectificar una ya hecha.

Para roscar interiores (agujeros), se emplean *machos*, que son tornillos contruidos de materiales

resistentes, y que llevan tres o más ranuras longitudinales para que por ellas salga la viruta que arrancan.

En todo macho de roscar se distinguen tres partes principales: punta, cuerpo y mango. La punta siempre es cónica. Del juego de tres machos, el más cónico es el primero. El segundo, es cónico en la mitad del anterior y el tercero, en la mitad del segundo. El cuerpo corresponde a la parte del macho que lleva los dientes y que son unos 25. El mango tiene una parte cilíndrica en la que van impresas las características del macho, acabando en una espiga cuadrada que es donde se sujeta al bandeador. El juego más normal de machos está formado por tres (fig. 32.1.1-32.1.3), teniendo las características siguientes: El primer macho es el que se encarga de hacer la guía helicoidal en todo el agujero, la punta es cónica y el resto es cilíndrico, estando la rosca rebajada hasta ser de 0.5 de h. En el segundo macho la altura del filete es de 0.8 de h. Al pasar el segundo macho se deja muy marcado el filete. El tercero deja el filete terminado. Para hacer girar los machos se utiliza el bandeador (Fig. 32.2).

Para el roscado de redondos, tornillos y espárragos, se emplean las terrajas y las portaterrajas que soportan a las primeras. Existen dos tipos de terrajas: las de cojinete y las de cojinete partido. La terraja de cojinete (Fig. 32.3), consiste en una tuerca con cuatro cortes en una longitud aproximada de 75° . Los cuatro agujeros tienen por finalidad evacuar las virutas cortadas por los cuatro cortes. Estas terrajas como puede observarse en la figura, disponen de un tornillo con el que se ajusta el corte, aunque lo más correcto es no manipularlo. Para colocarlo en el bandeador, lleva maquinado un rebaje que encaja en el tornillo que lo aprieta y a la vez le impide girar. La terraja de cojinete partido (Fig. 32.6) es otra forma de aparato roscado. La figura 32.3 representa la forma correcta de hacer girar el bandeador para hacer el bandeador para hacer el roscado.

5.5 Selección de elementos neumáticos.

Para hacer nuestro cálculo de consumo de aire tomamos la presión de aire máxima que podemos utilizar que es de 7 atmósferas, ya que es la presión de la red de aire comprimido con que cuenta la fábrica.

Tomando en cuenta el tamaño de la tapa, puede decirse que el cilindro tendrá un diámetro de 35mm., con lo cual nos remitimos a la tabla número 3, y con éstos datos obtenemos que el consumo de aire en litros por cm. de carrera del cilindro es de 0.075.

Debido a que son dos cilindros los utilizados, el consumo será de 0.15 litros de aire por cm. de carrera del cilindro. La distancia entre la ubicación del cilindro y la ubicación de la tapa es de 15 cm. por cilindro lo cual nos dá un total de 1.125 litros por carrera por cilindro. Como tenemos dos cilindros de doble efecto entonces tenemos un gasto de aire de 4.5 litros de aire por cada tapa sellada.

El proceso realizado manualmente toma aproximadamente 8 segundos en realizarlo. Al hacerlo con una máquina este proceso será más rápido, sin embargo para hacer nuestros cálculos tomaremos este valor como máximo. Esto quiere decir que cada 8 segundos se gastarán 4.5 litros de aire; en un minuto se gastarán 33 litros de aire.

Al referirnos a la tabla 1 podemos seleccionar la medida de 1/4" para seleccionar los componentes, ya que sabemos que no nos dará ningún problema.

En la figura 33 se muestran los elementos neumáticos más utilizados en la industria.

La figura 33.1 muestra el esquema del filtro de aire. Este es un elemento que no puede faltar al inicio de cada instalación neumática. Su finalidad es la de eliminar las impurezas que lleva el aire y que provienen del mismo circuito como oxidos, cascarillas, virutas, etc., que pueden dificultar el correcto movimiento de los móviles de los aparatos que hay en el circuito.

La figura 33.2 muestra el esquema de un regulador de presión. Este es necesario colocarlo al inicio del circuito, ya que normalmente la presión de la red de distribución es mayor que la que se utiliza en la instalación; razón por la cual las presiones se ajustan por medio de este aparato. La lectura de la presión se hace por medio del manómetro.

La figura 33.3 muestra el esquema del lubricador, el cual es otro componente que debe ser colocado al inicio de toda instalación, ya que debido a la humedad del aire los componentes neumáticos corren el riesgo de oxidarse, lo cual dificultaría su funcionamiento. Para ello, el lubricador como su nombre lo indica tiene por finalidad

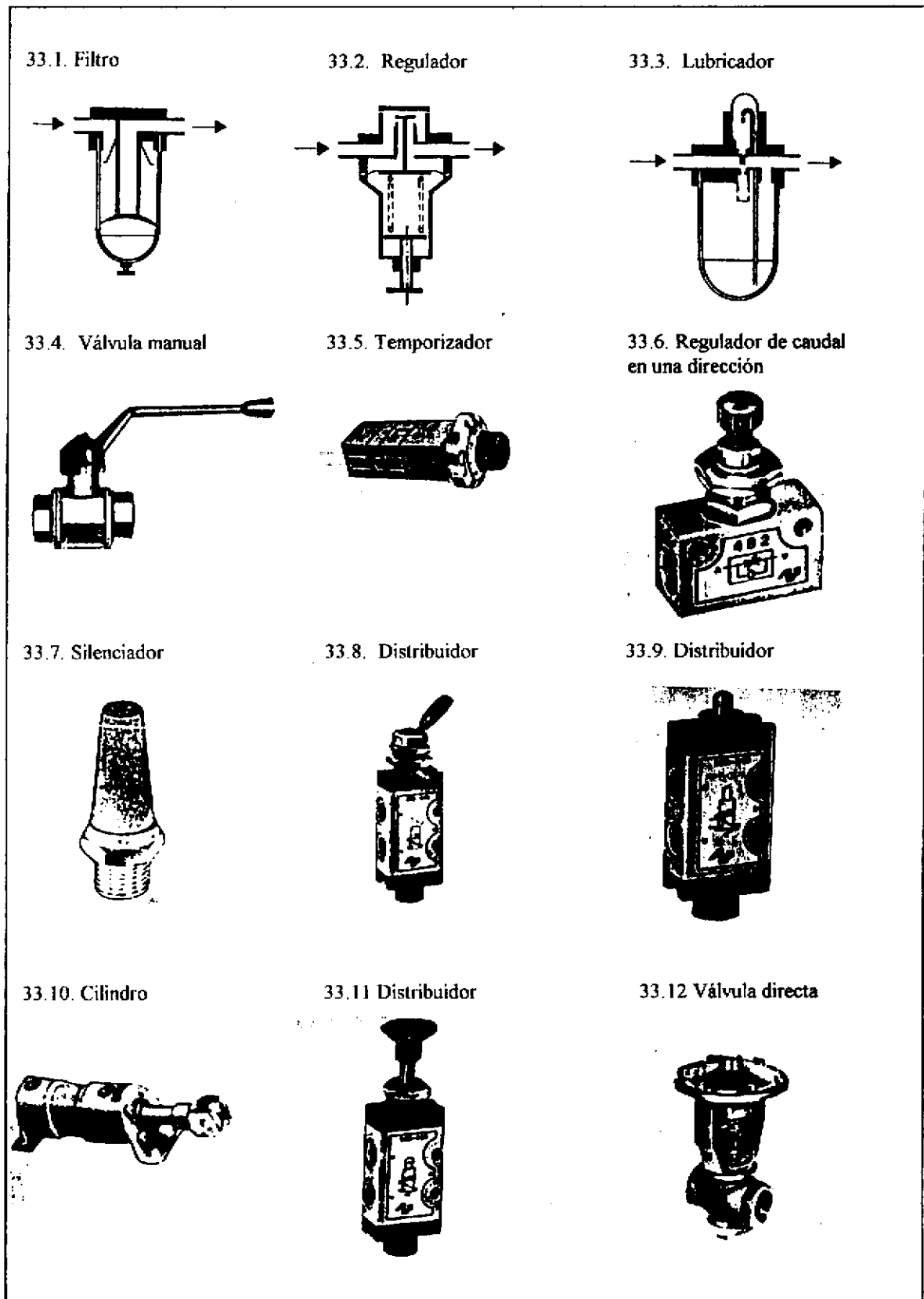


Fig. 33. Equipo neumático

lubricar el aire, y a través de él los elementos de la instalación, evitando su oxidación por una parte, y por otra haciendo que los elementos móviles se deslicen sin dificultad.

La figura 33.4 muestra una válvula manual. Las hay de muy diversas formas de cierre; tales como: mariposa, compuerta, esfera, asiento, etc. Su finalidad es la de aislar circuitos cuando así se desee, cerrando el paso del fluido. El situar una válvula de cierre en el circuito o en determinadas partes del circuito tiene por finalidad, el facilitar las intervenciones cuando se averían o hay que cambiar elementos de una instalación.

En la figura 33.5 podemos observar una clase de temporizador. Este es un elemento utilizado para maniobras en circuitos neumáticos. Al llegar la presión al conducto de entrada, esta no tiene paso sino hasta transcurrido un tiempo. El pilotaje se hace por la misma presión que controla.

La figura 33.6, ilustra un regulador de caudal en una dirección. Cuando el fluido llega al conducto de entrada, debe pasar necesariamente por el regulador de caudal, por impedir otro camino el antirretorno colocado en paralelo. Sin embargo cuando el fluido entra por el otro extremo, el aire pasa libremente a través del antirretorno, que deja el paso libre en esta dirección.

En la figura 33.7 puede observarse un tipo de silenciador. Como su nombre lo indica este dispositivo silencia la salida ruidosa del aire cuando éste escapa a la atmósfera.

En la figura 33.8 se observa un distribuidor, en este caso de 2 posiciones (2p) y 3 vías (3v) con accionamiento manual. Al poner en una posición el distribuidor, permanece así hasta que se le cambie de posición manualmente.

En la figura 33.9 se ilustra un distribuidor de 2p y 3v con accionamiento por contacto mecánico. Mientras se oprime el pulsador (activado por leva por ejemplo), se cambia la posición del distribuidor. Al dejar de estar activado, la corredera vuelve a su posición inicial.

En la figura 33.10 se muestra un cilindro neumático. Este es un elemento importante en la mayoría de los circuitos neumáticos. Los hay de muy diversos tipos según sea su aplicación, pudiendo ser de simple o doble efecto. En nuestro caso debemos utilizar dos cilindros de doble efecto con un diámetro de 1 1/2" y una carrera de 6".

Además deben ser capaces de soportar una presión de 120 psi. Los conductos de entrada deben preferiblemente tener una rosca de 1/4".

En la figura 33.11 se observa un distribuidor de 2p y 3v con accionamiento manual por pulsador. Mientras se oprime el pulsador, se cambia la posición del distribuidor. Al liberar el pulsador, la corredera vuelve a su posición original.

Por último en la figura 33.12 se muestra una válvula directa. Esta válvula, sin pilotaje neumático, deja pasar fluido. Cuando se pilota la válvula, se corta el paso del fluido. Este tipo de válvula se utiliza para grandes caudales. Existe también una válvula inversa, en la cual sin pilotaje neumático, la válvula no deja pasar fluido.

5.6 Selección de componentes electroneumáticos.

Consideraremos como elemento electroneumático todo aquel componente que sea accionado eléctricamente, o bien todo aquel eléctrico que tenga alguna relación con nuestro circuito neumático.

Para tal efecto uno de los dispositivos eléctricos que utilizaremos en nuestro circuito son los electroimanes o bobinas; éstos son elementos eléctricos que accionan contactos y aparatos. Una clase de ellos son los que accionan un relé o contactor; también puede ser que accionen una válvula, un temporizador o un motor monofásico de maniobra.

En la figura 34 se ilustran varios dispositivos eléctricos y neumáticos.

En la figura 34.1 se puede observar una válvula directa, la cual funciona de igual forma que la válvula de la figura 33.12, con la diferencia de que el pilotaje neumático ha sido sustituido por un pilotaje eléctrico. Al recibir la válvula una señal eléctrica, se activa un electroimán, el cual hace cerrar la válvula. Al dejar de circular corriente por la bobina, el paso vuelve a abrirse.

La figura 34.2 muestra un final de curso eléctrico. Estos funcionan mediante un rodillo el cual está conectado a un interruptor de manera que el cilindro en su avance haga contacto con el rodillo, el cual acciona el interruptor interno que tiene el dispositivo. El fin de curso puede ser de conexión, de desconexión o de conexión-desconexión.

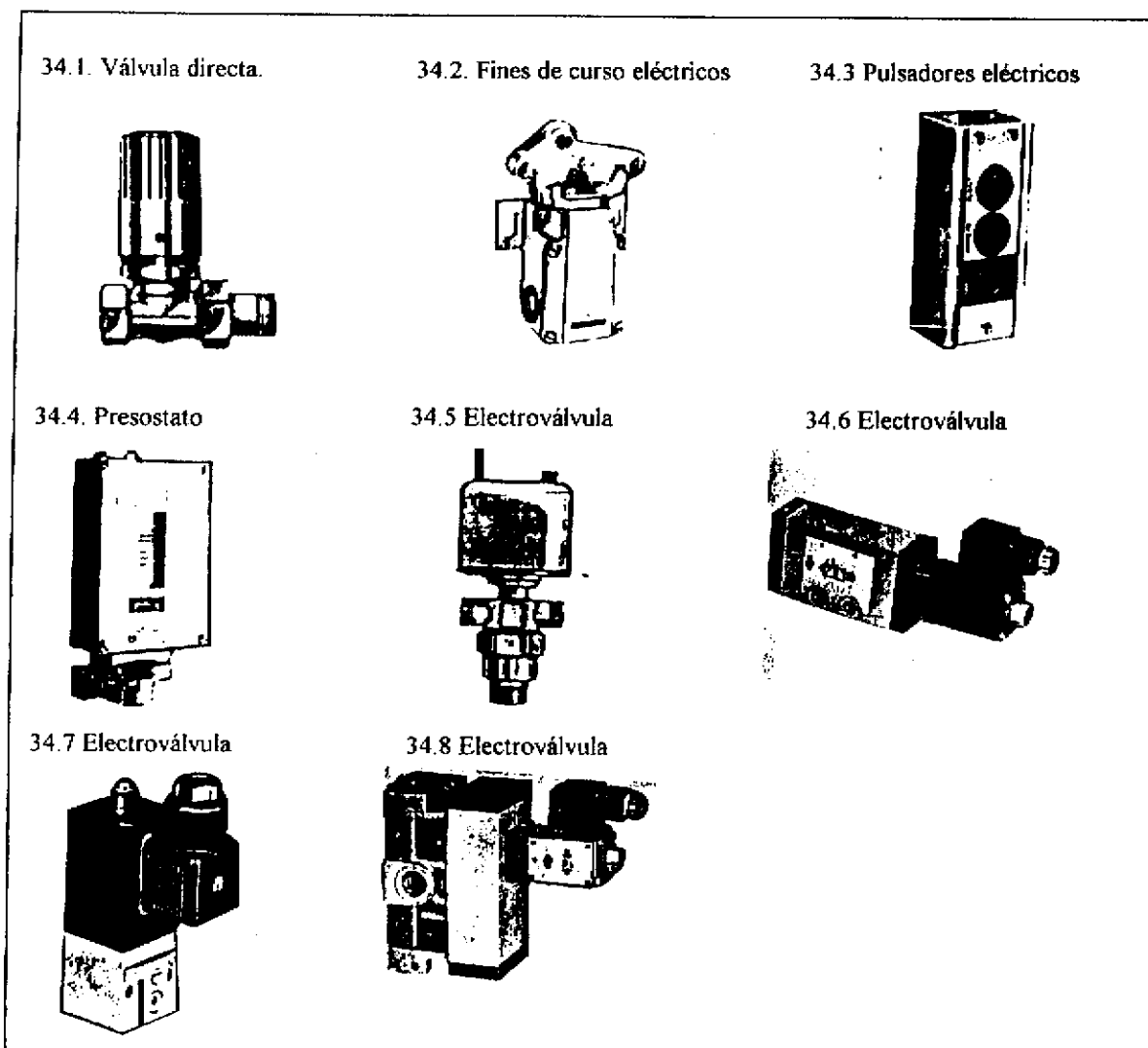


Fig. 34. Componentes eléctricos y neumáticos

Los pulsadores eléctricos son también ampliamente utilizados en los circuitos (figura 34.3). Estos son elementos del circuito de maniobra, que se accionan manualmente. El pulsador puede ser de marcha, de paro o pulsador doble de conexión-desconexión.

Una manera de interconectar los circuitos neumático y eléctrico es mediante un presostato (figura 34.4). El presostato es un elemento de control de circuitos que consiste en una membrana que por la presión acciona un contacto, cambiándolo de posición. El contacto puede ser ajustado a una presión determinada.

En nuestro caso, más que la presión, es la temperatura la que nos interesa mantener a un valor constante; para ello es que utilizamos el termostato, el cual regula la

temperatura que debe mantenerse en la pieza donde van fijadas las puntas que hacen los sellos. Para ello el termostato sensa la temperatura y si esta ha excedido cierto rango por encima de la temperatura deseada entonces abre el circuito que alimenta la resistencia que da calor a la pieza. Por otro lado, cuando la temperatura ha descendido el mismo rango por debajo de la temperatura deseada, vuelve a dejar pasar la corriente que alimenta la resistencia para que ésta caliente la pieza.

Las figuras 34.5 a 34.8 son ilustraciones de válvulas distribuidoras con accionamiento por electroimán.

5.7 Circuito neumático.

La figura 35 muestra el circuito neumático que utiliza la máquina. Los elementos que constituyen el circuito son los siguientes:

1. Conexión a la red de aire comprimido.
2. Filtro de aire.
3. Regulador de presión.
4. Manómetro.
5. Lubricador.
6. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento por electroimán y retorno a la posición de reposo mediante resorte.
7. Cilindro de sujeción.
8. Regulador de presión.
9. Manómetro.
10. Válvula distribuidora de 2p y 5v con accionamiento por electroimán y retorno a la posición de reposo mediante resorte.
11. Cilindro neumático encargado de hacer el trabajo de sellado.
12. Válvula distribuidora de 2p y 3v con accionamiento por electroimán y retorno a la posición de reposo mediante resorte.
13. Válvula de estrangulación regulable.

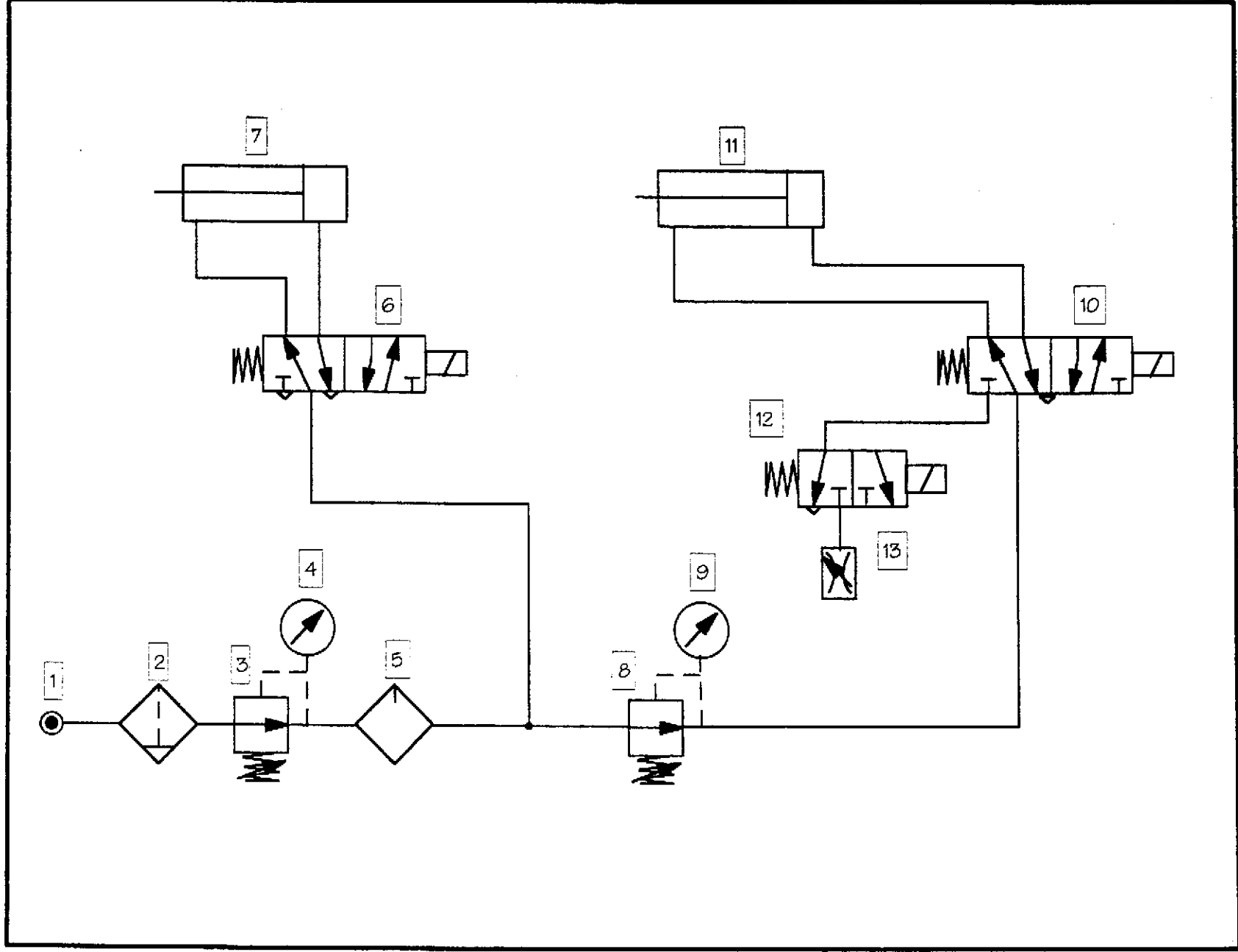


Fig. 35. Circuito neumático.

5.8 Circuito eléctrico.

La figura 36 muestra el circuito eléctrico de la máquina, el cual cuenta con los siguientes elementos:

1. Interruptor principal.
2. Fusibles.
3. Termostato.
4. Resistencia.
5. Luz. Señal indicadora de que la máquina tiene corriente eléctrica.
6. Pulsadores.
7. Interruptor del *timer*.
8. Contactor magnético.
9. Electroválvula direccional. Corresponde a la válvula 6 de la figura 35.
10. Sensor de proximidad.
11. Electroválvula direccional. Correspondiente a la válvula 10 de la figura 35.
12. *Timer*. Este dispositivo es ajustado a un tiempo específico, de manera que transcurrido este tiempo, se abra el circuito del contactor 8.
13. Electroválvula direccional. Correspondiente a la válvula 12 de la figura 35.
14. Interruptor de rodillo.

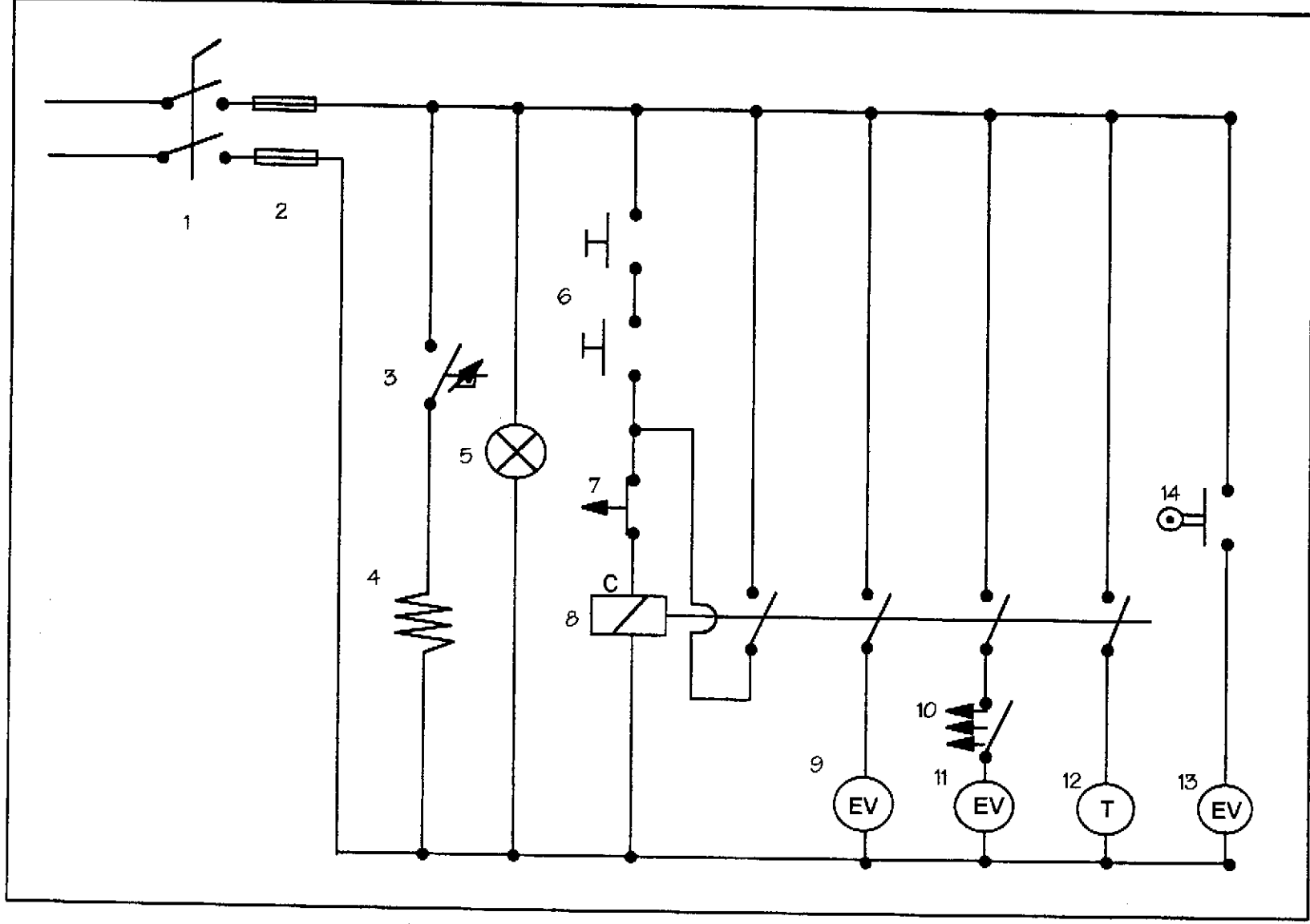


Fig. 36. Circuito eléctrico.

5.9 Esquema general de conexiones.

Los elementos con que cuentan la máquina son los descritos en las figuras 35 y 36, y las interconexiones entre ambos circuitos es como lo ilustra la figura 37. Es decir, son las conexiones que deben hacerse para que funcione de la manera deseada.

Siguiendo la figura 37, explicaremos a continuación en cada una de las etapas en el proceso de sellado:

En el interruptor (1), se conecta la máquina; al hacer esto, se enciende la luz (5) indicando que la máquina tiene energía. Si la máquina está *fría* se conecta la resistencia (4) hasta que alcance la temperatura deseada. Al llegar a la temperatura que se requiere, el interruptor (3) del termostato será el encargado de regular la temperatura automáticamente abriendo o cerrando el circuito de la resistencia (4).

Una vez alcanzada la temperatura puede iniciarse el proceso de sellado.

Para sellar la tapa, luego de colocarla en el asiento, deben presionarse al mismo tiempo los pulsadores 6. Al hacer esto se alimenta el contactor (8), lo cual provoca que se cierren los interruptores (9), (10), (11) y (12), los cuales alimentan el contactor (8), el *timer* (13), la electroválvula (14) y la electroválvula (15) respectivamente.

El alimentar el contactor con el interruptor (9), se hace para que la máquina continúe su trabajo aún después de haber liberado los pulsadores.

El *timer* se utiliza para que después de un tiempo establecido de haber presionado los pulsadores (6), abra el circuito y los cilindros neumáticos (20) y (21) liberen la tapa.

Al presionar los pulsadores, se alimenta la electroválvula (14); lo cual hace que la válvula cambie de posición. Por consiguiente el cilindro (20), el cual es el de sujeción, avanza y sujeta la tapa firmemente.

Al final de carrera del cilindro (20), se encuentra el sensor de proximidad que está conectado al interruptor (16). Entonces cuando termina su carrera el cilindro (20), se cierra el interruptor (16) y ahora sí se cierra el circuito que alimenta la electroválvula (15). Esta válvula cambia de posición y hace avanzar el cilindro (21), el cual es el encargado de hacer los sellos.

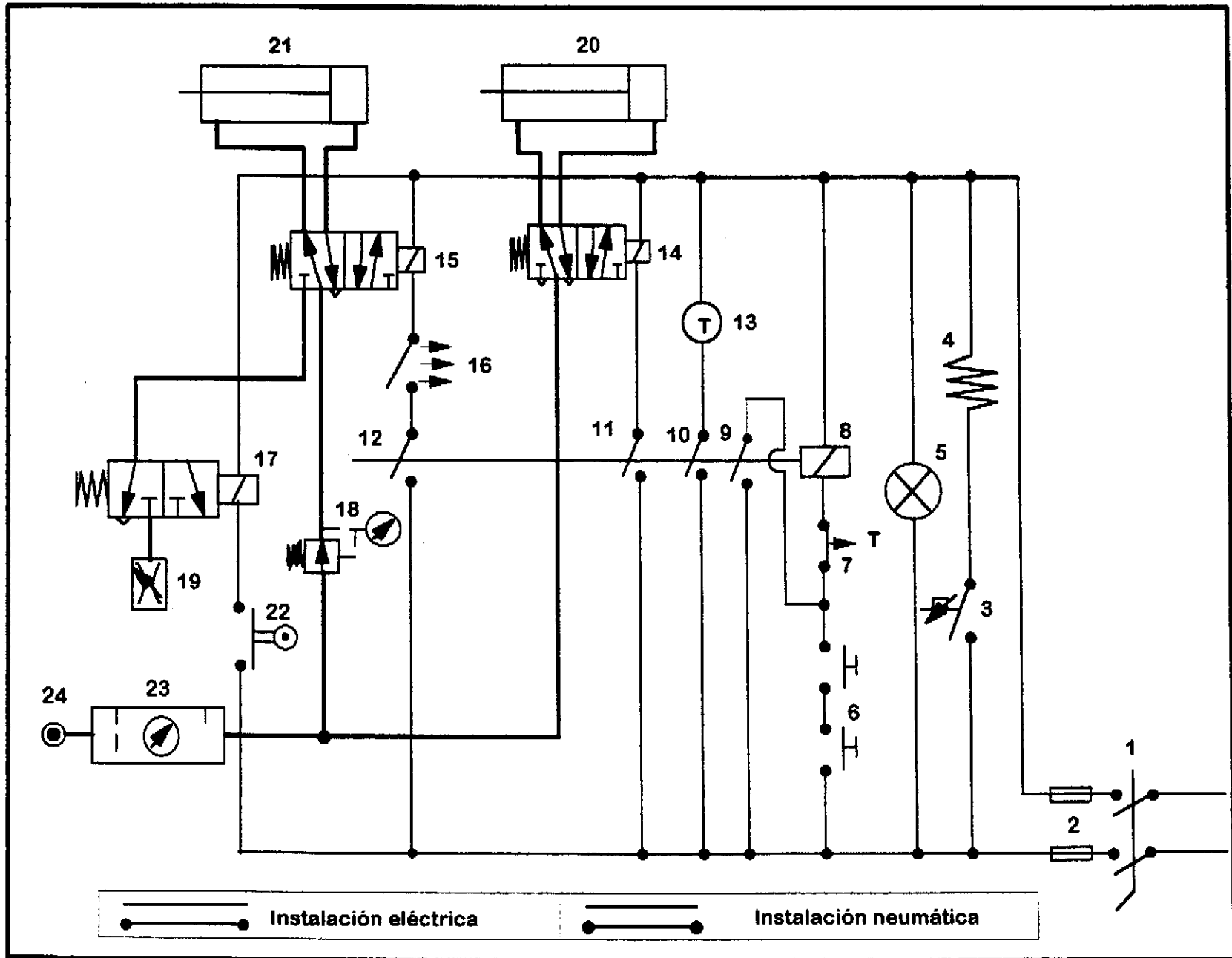


Fig. 37. Esquema general de conexiones.

Poco antes del final de carrera, está colocado el interruptor (22) accionado por rodillo, el cual al ser accionado por el cilindro (21), cierra el circuito que alimenta la electroválvula (17). Esta válvula al accionarse, hace que el aire de escape de la válvula (15) circule por el regulador (19). Esto se hace para poder regular la velocidad del cilindro (21) en el momento que está haciendo los sellos.

Para ajustar la presión de sellado se utiliza el regulador de presión (18).

Por último cuando ha transcurrido el tiempo que se ha fijado en el *timer* (13), se abre el circuito mediante el interruptor (7), dejando de alimentar el contactor (8). Entonces se abren los interruptores controlados por el contactor con lo cual las válvulas regresan a su posición de reposo por el resorte interno que tienen, haciendo que los cilindros también regresen. Así queda liberada la tapa con los sellos hechos.

ENSAMBLE

En las figuras 38 a 46 se muestran los subensamblajes y pasos a seguir para formar la estructura de la máquina.

La figura 38 muestra el ensamble de las partes donde va montado el cilindro de sujeción, el cual ira sujetado al agujero de la parte No. 3. En el vástago del cilindro va roscada la parte No. 6 (fig. 24). El agujero central de la pieza 4 sirve de acceso a la manguera de aire del cilindro de sujeción. Todas las partes de la figura 38 irán soldadas entre sí en la posición que muestra la figura.

En la figura 39 se observa en ensamble de las piezas que sirven para sostener el interruptor de rodillo. La parte 17 se suelda a la parte 18. Los pernos M5 sirven para que al aflojarlos, se afloje también la ranura y la pieza se deslice por la barra (Parte No. 15), y pueda colocarse en el lugar que se desee; al apretarlos, la pieza queda fija.

La figura 40 constituye el asiento de la tapa. Observese la parte 13 que va insertada en la parte 2. El perno de rosca M5 sirve de castigador a la parte 13, la cual sirve como ya se mencionó, de soporte a la tapa al momento de ser sellada.

En la figura 41 se puede observar el subensamble del sistema de sellado y puede verse ensamblada en la figura 42.

La figura 42 corresponde al ensamble del sistema de sellado. La parte 8, es donde va montado el cilindro sujetado al agujero central. El vástago del cilindro va roscado en la parte No. 11.

En la figura 43 pueden verse ya ensambladas todas las partes involucradas en hacer los sellos.

La figura 44 muestra el ensamble de de los componentes anteriores en la base (parte No.1).

Se había hablado de elevar la base mediante unas planchas. La figura 45, muestra la forma en que se hará. De estas planchas no se hicieron planos debido a que pueden ser maquinadas con las herramientas de la fábrica, ya que no es necesario que sean

ENSAMBLE

rectificadas. Puede observarse dos planchas laterales (A), que pueden ser de material *Barmond* de $3/16'' \times 305\text{mm} \times 160\text{mm}$ las cuales se sueldan a una plancha que sirve de base (B), la cual es de material *Barmond* de $3/16'' \times 305\text{mm} \times 140\text{mm}$.

La figura 45, muestra ya ensamblada la estructura de la máquina.

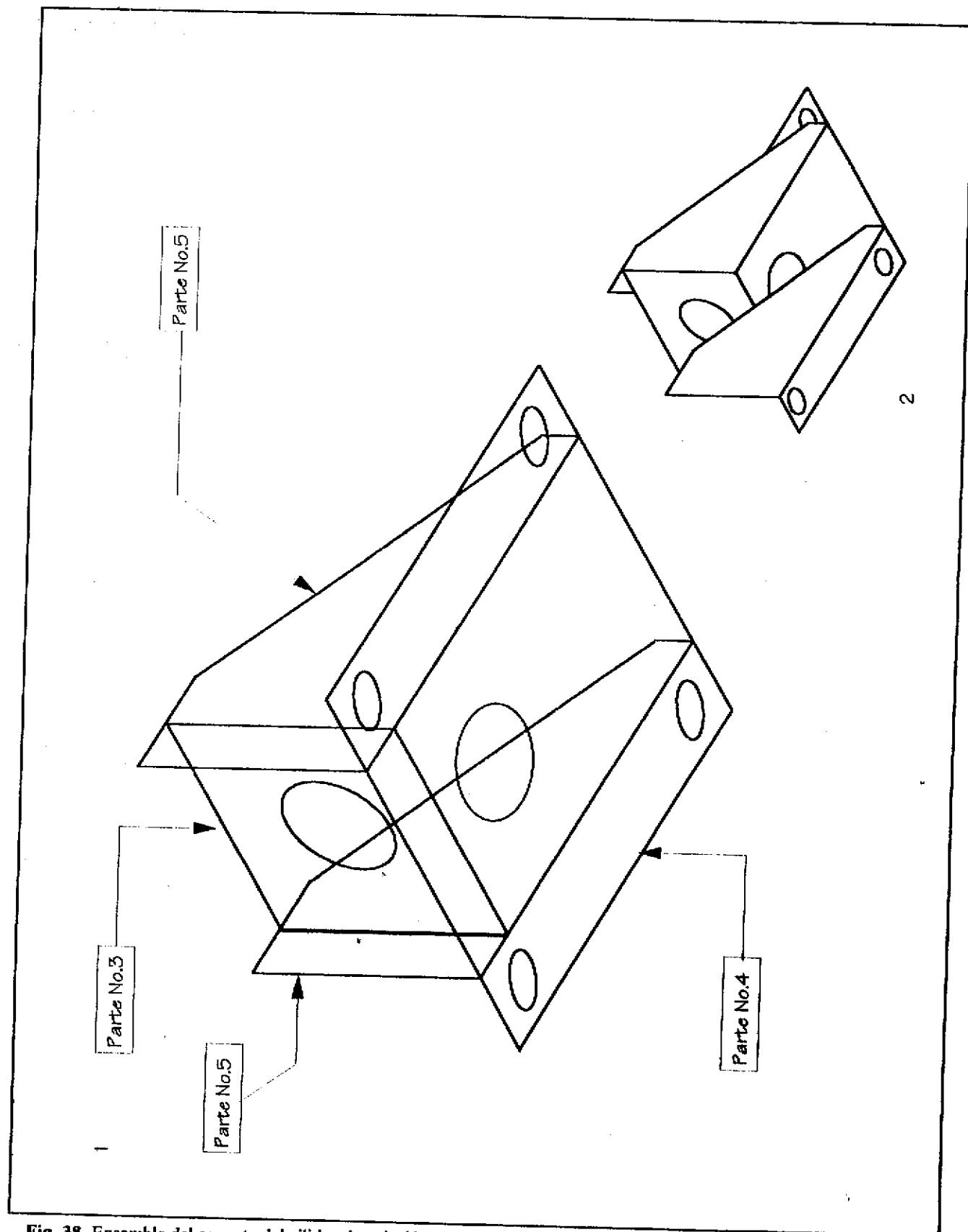


Fig. 38. Ensamble del soporte del cilindro de sujeción.

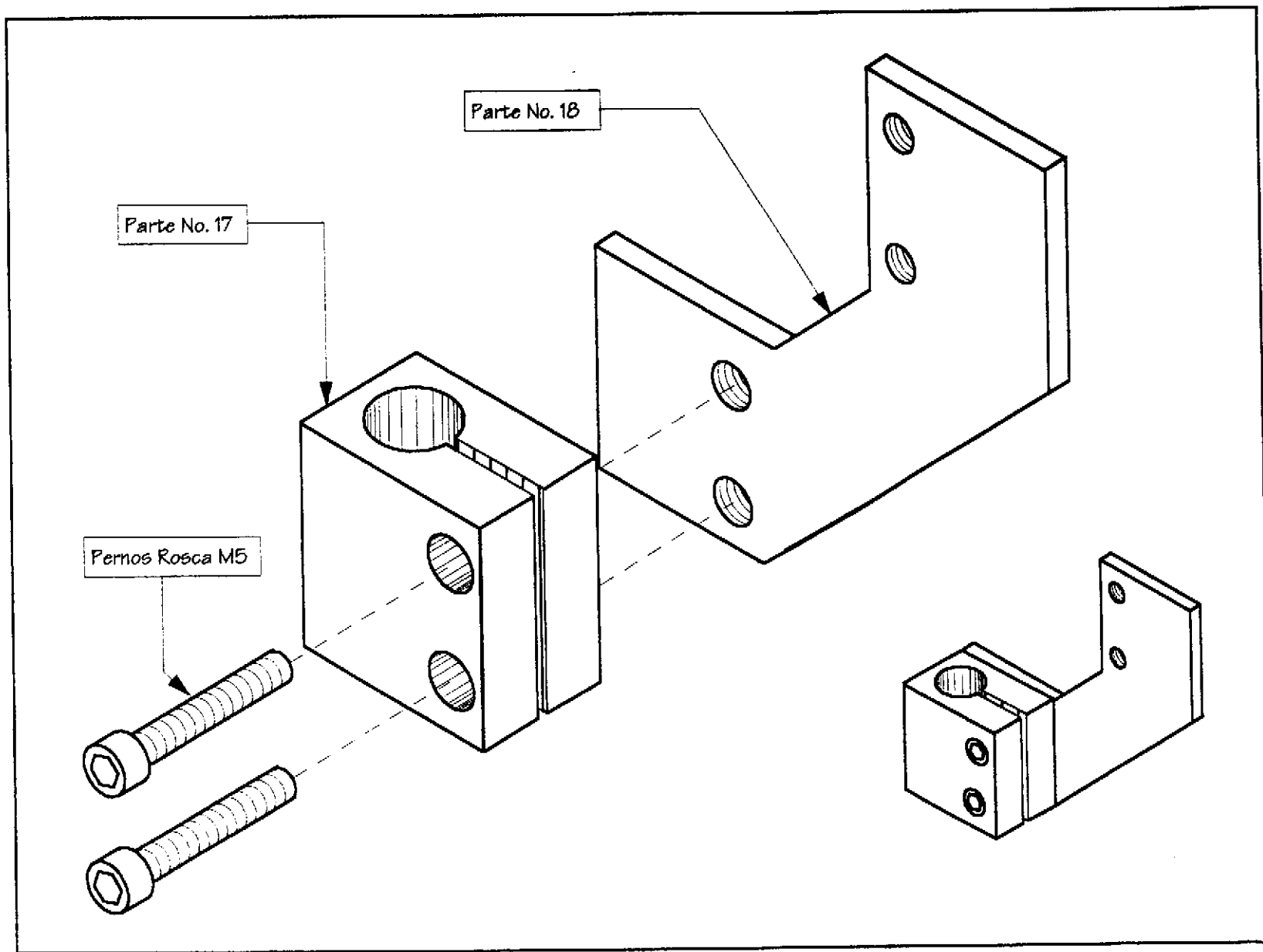


Fig. 39. Ensamble del soporte del interruptor de rodillo.

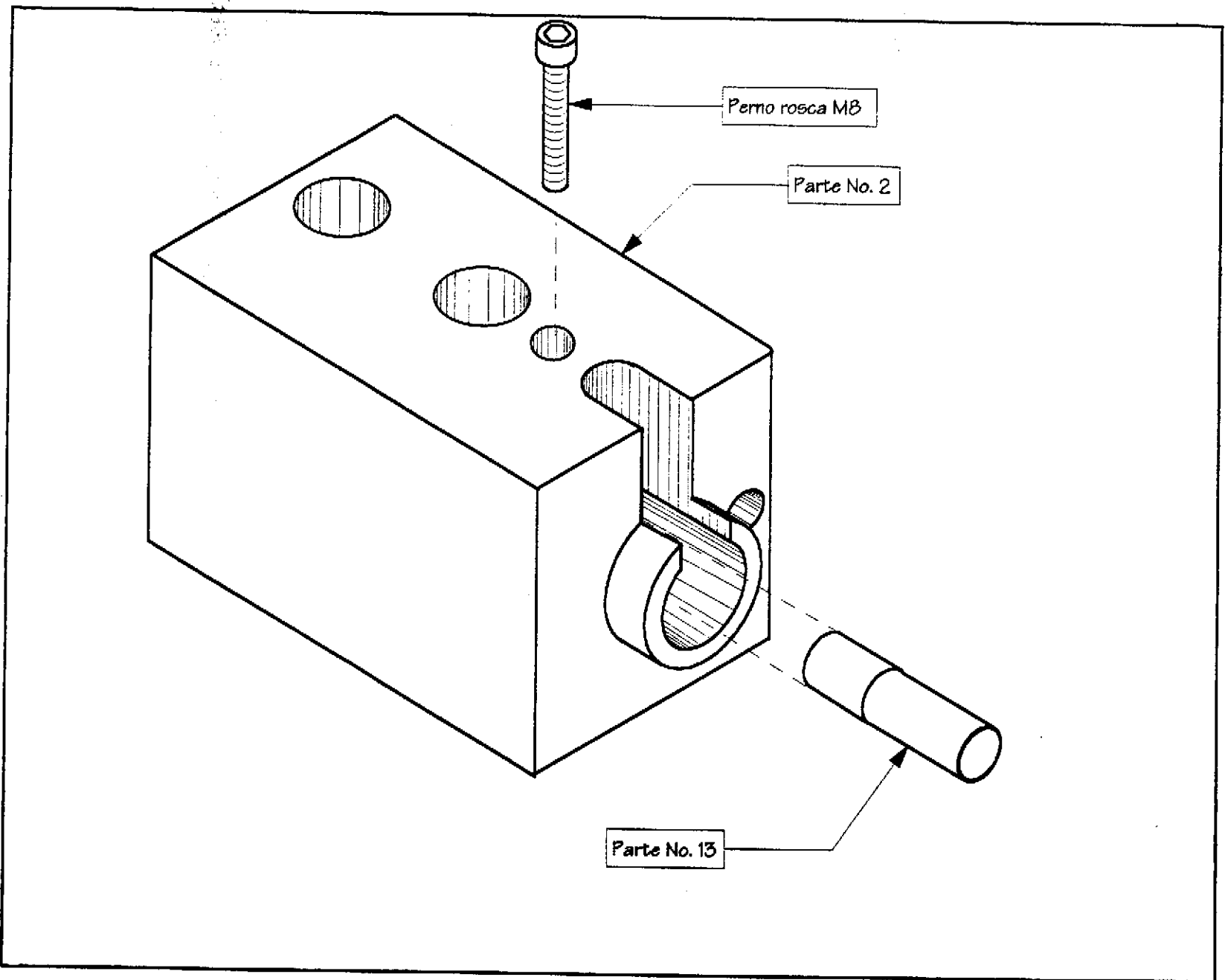


Fig. 40. Ensamble del asiento de la tapa.

ENSAMBLE

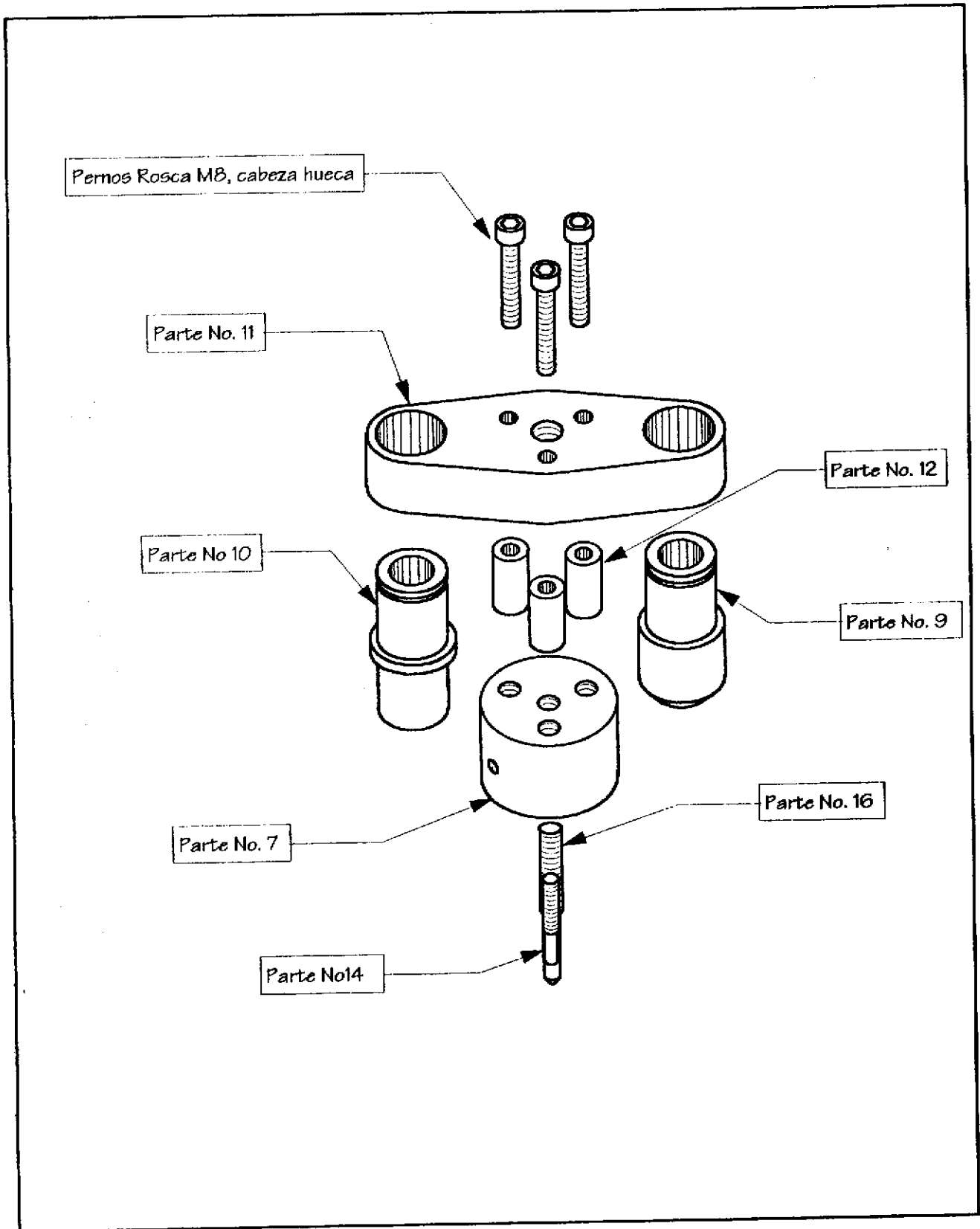


Fig. 41. Subensamble del sistema de sellado.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

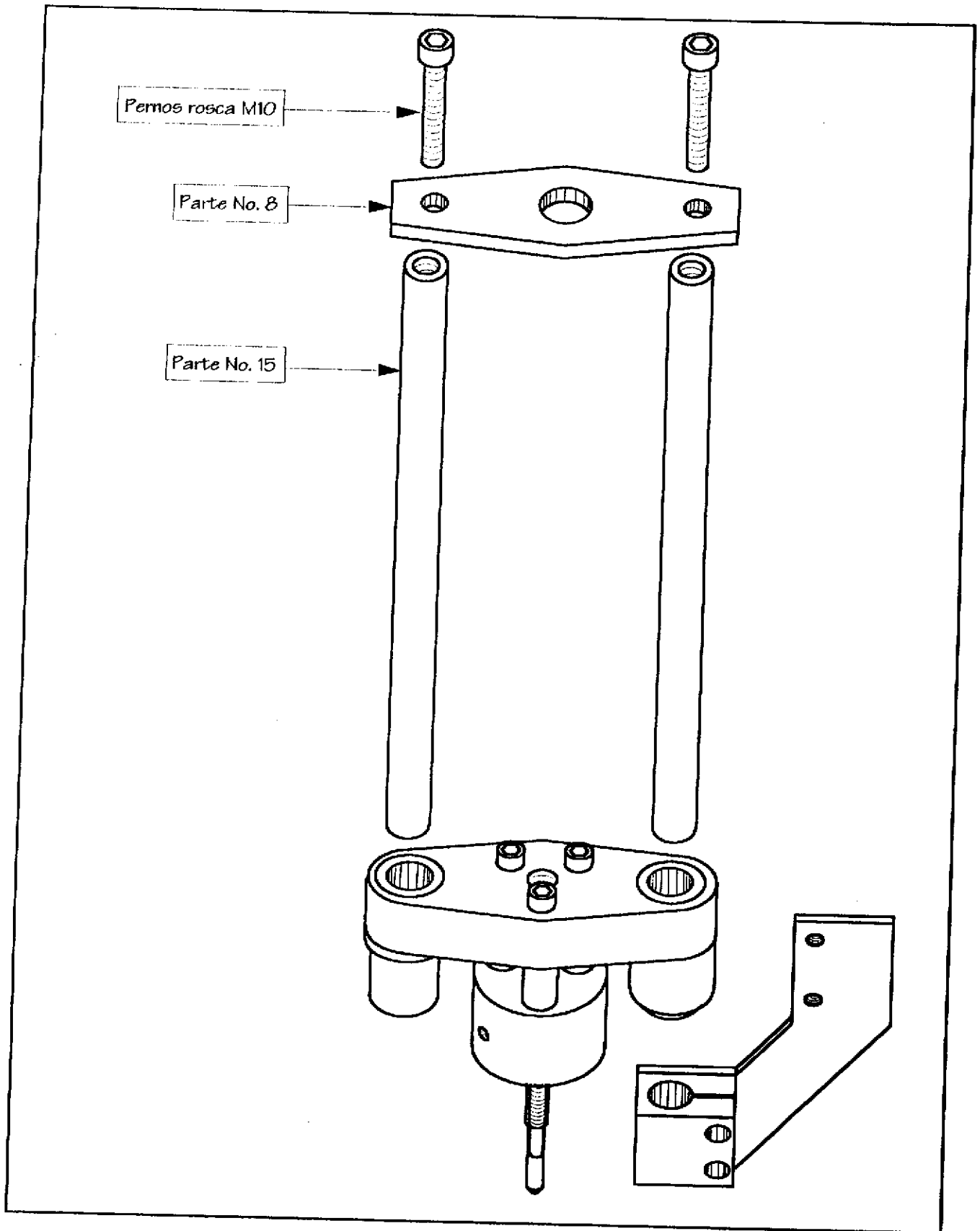


Fig. 42. Ensamble del sistema de sellado.

ENSAMBLE

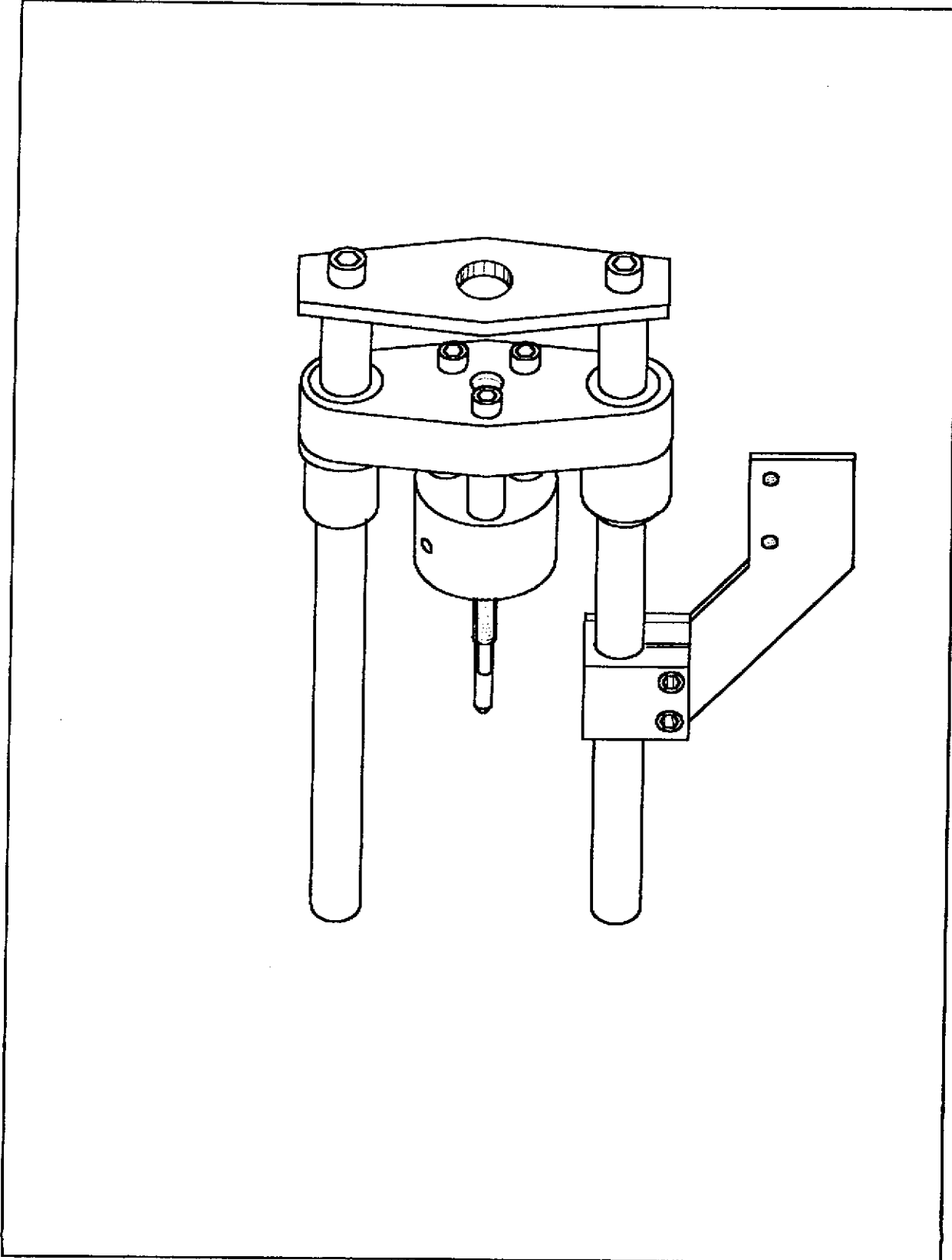


Fig. 43. Sistema de sellado.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

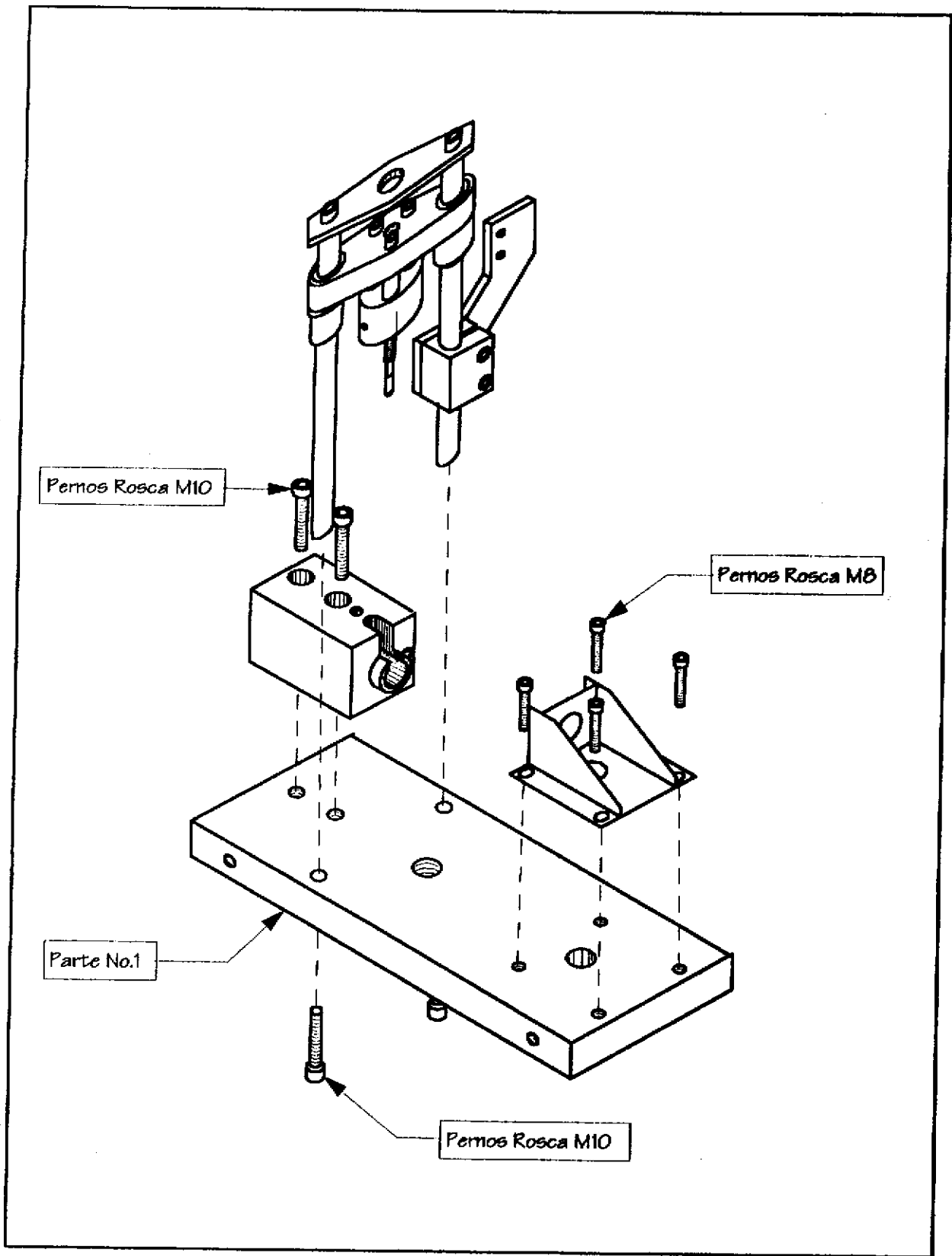


Fig. 44. Ensamble de componentes en la base.

ENSAMBLE

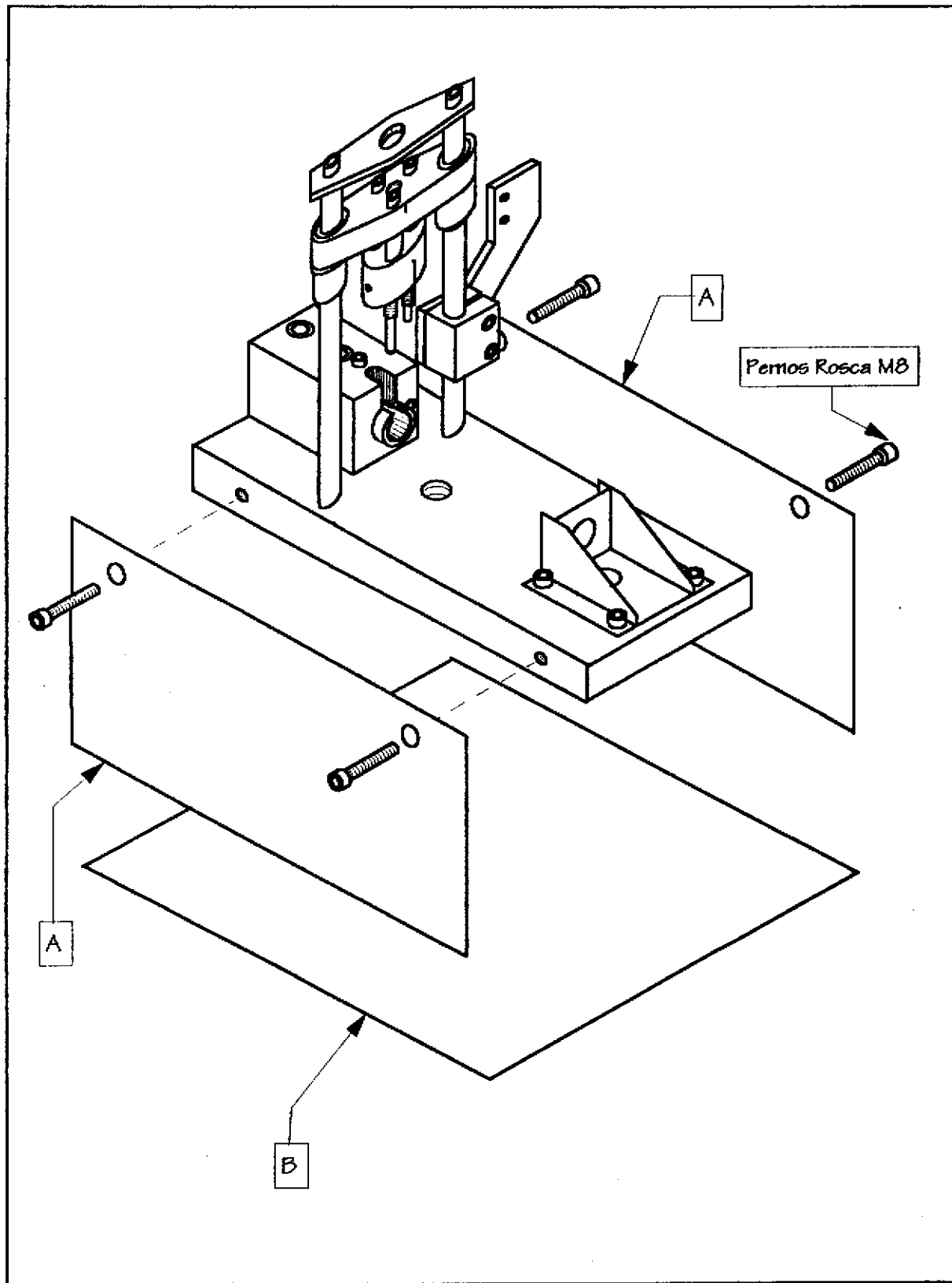


Fig. 45. Ensamble final.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

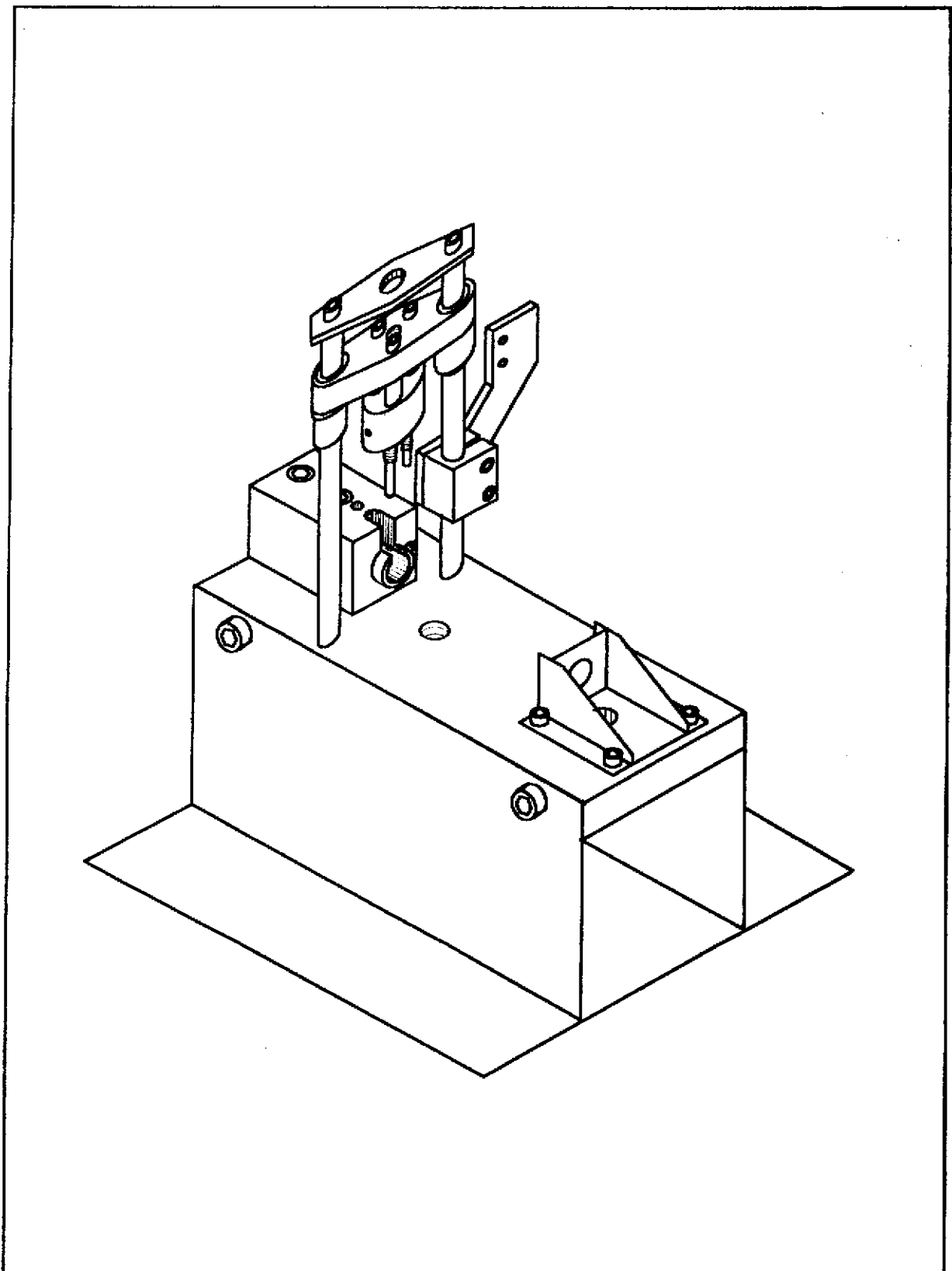


Fig. 46. Estructura de la máquina.

PLANOS DE LA MÁQUINA

7

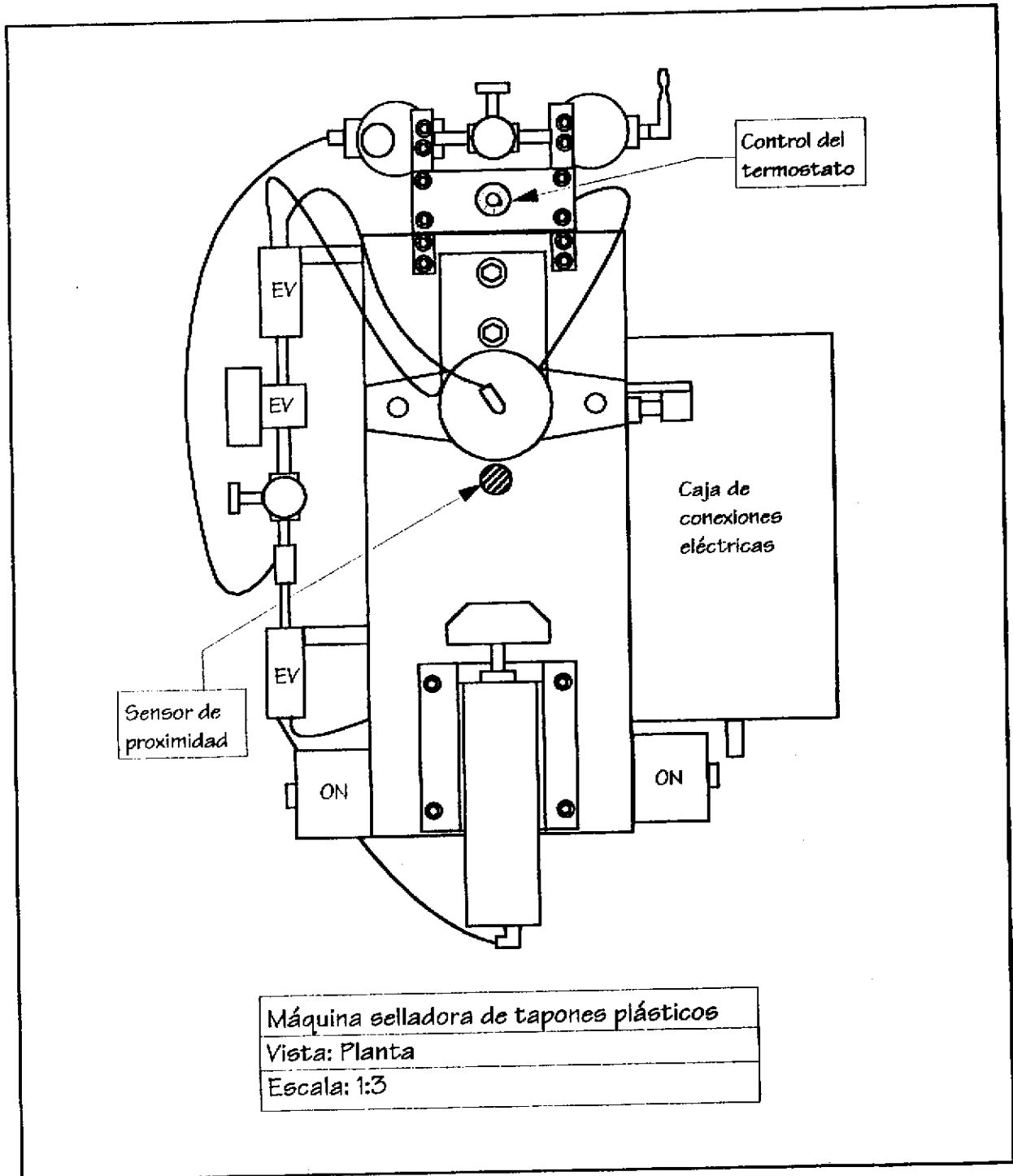


Fig. 47. Vista de planta de la máquina.

PLANOS DE LA MÁQUINA

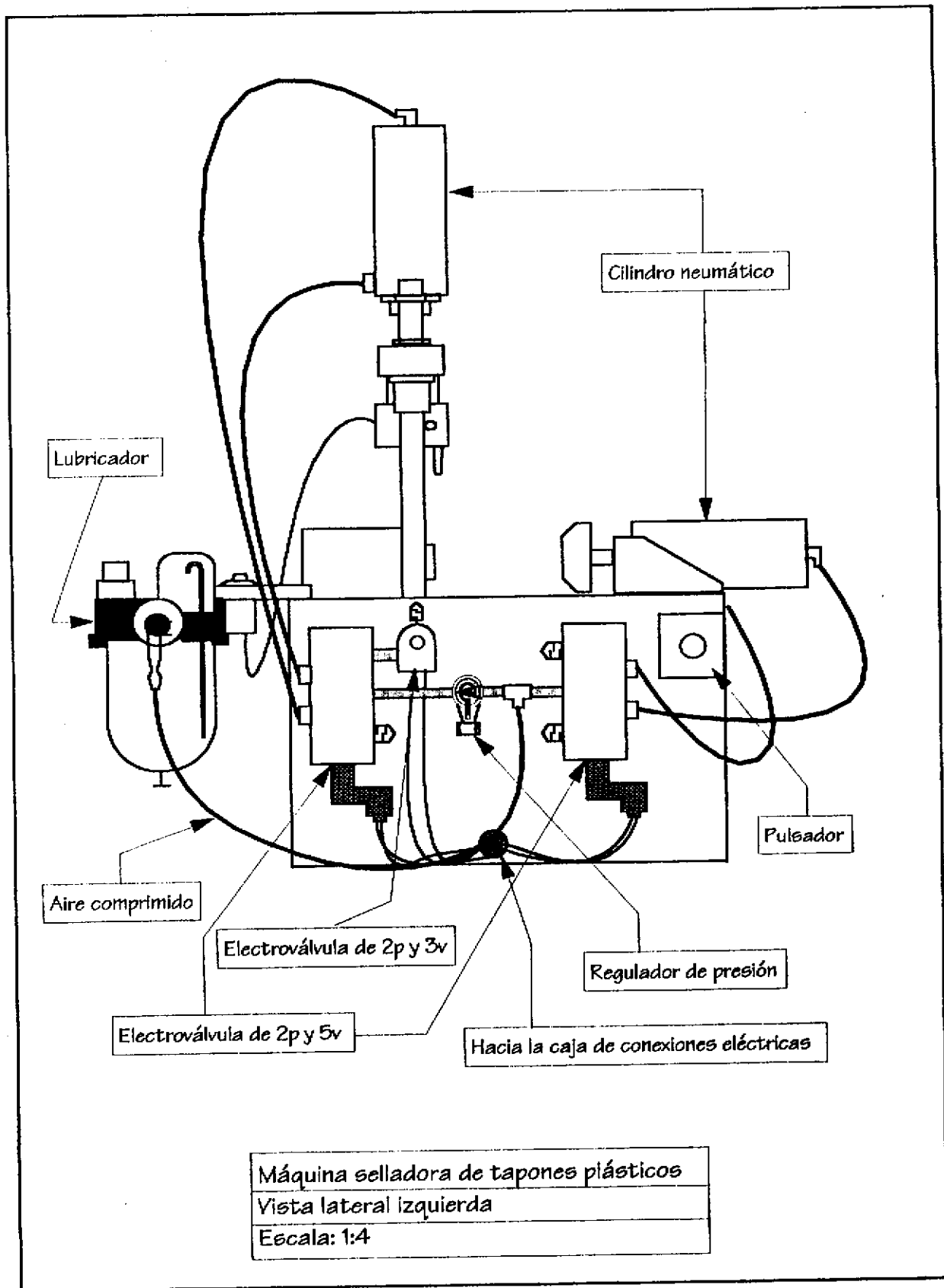


Fig. 48. Vista lateral izquierda de la máquina

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

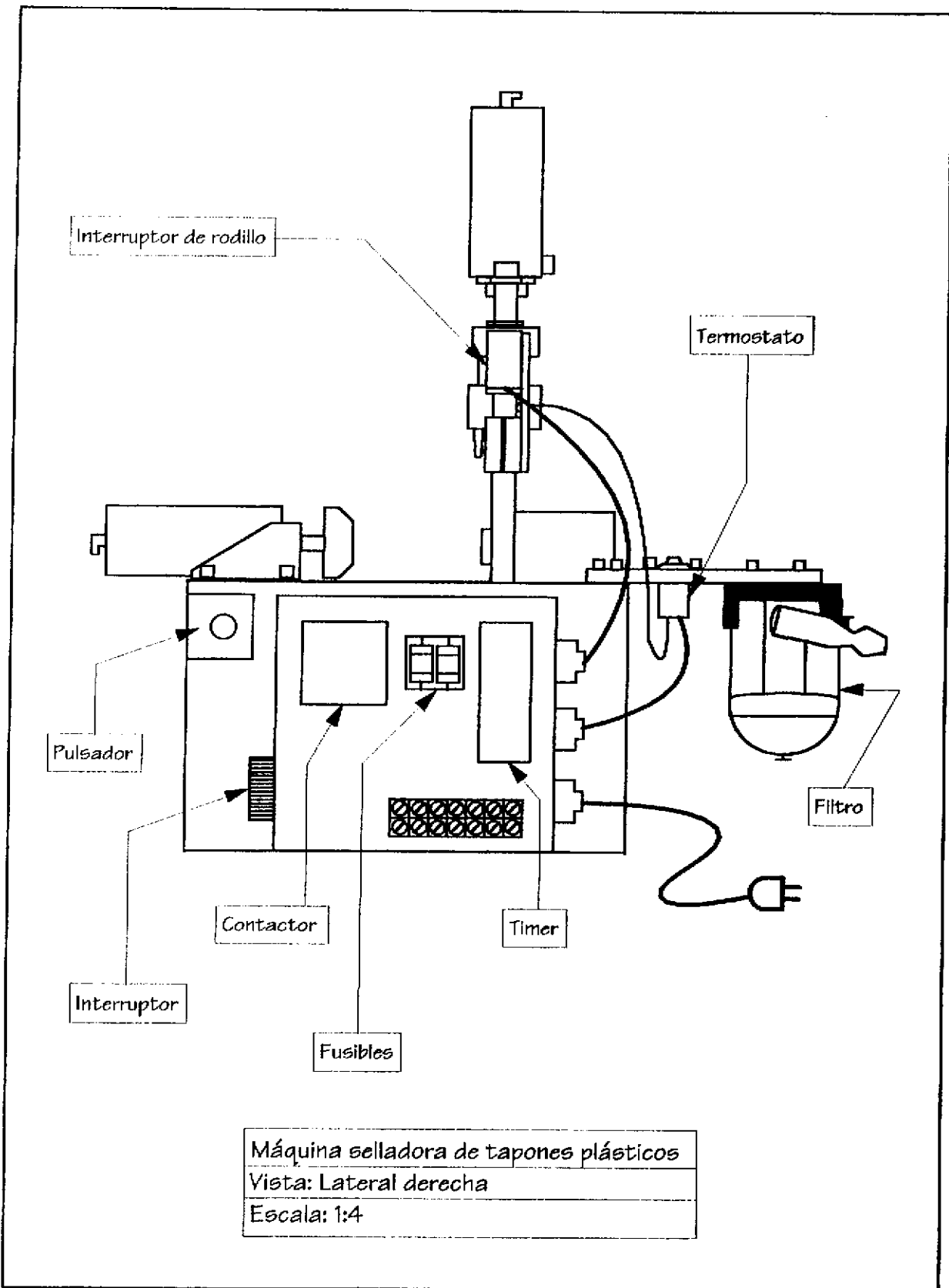


Fig. 49. Vista lateral derecha de la máquina.

PLANOS DE LA MÁQUINA

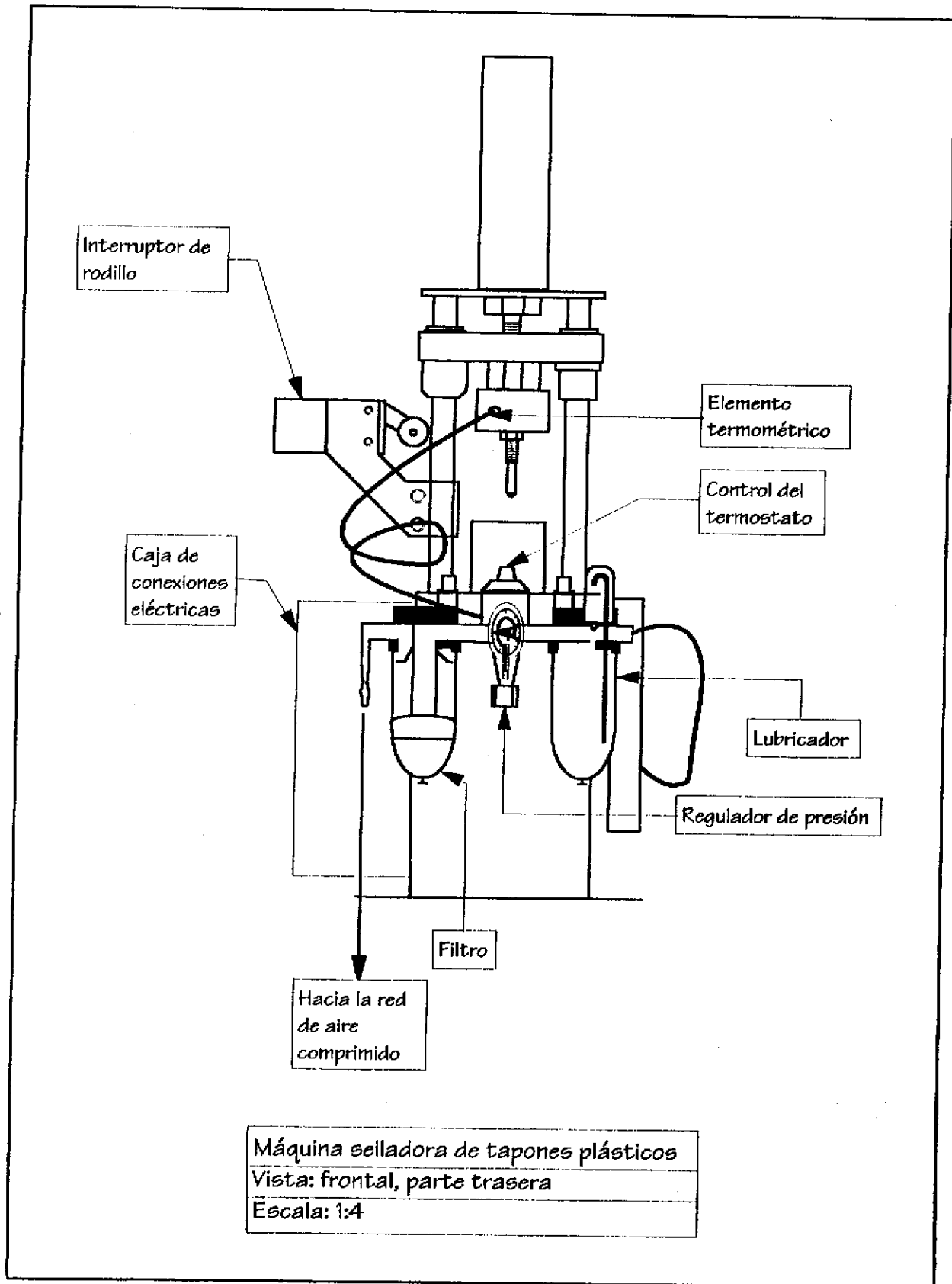


Fig. 50. Vista trasera de la máquina.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SELLADORA DE TAPONES PLÁSTICOS

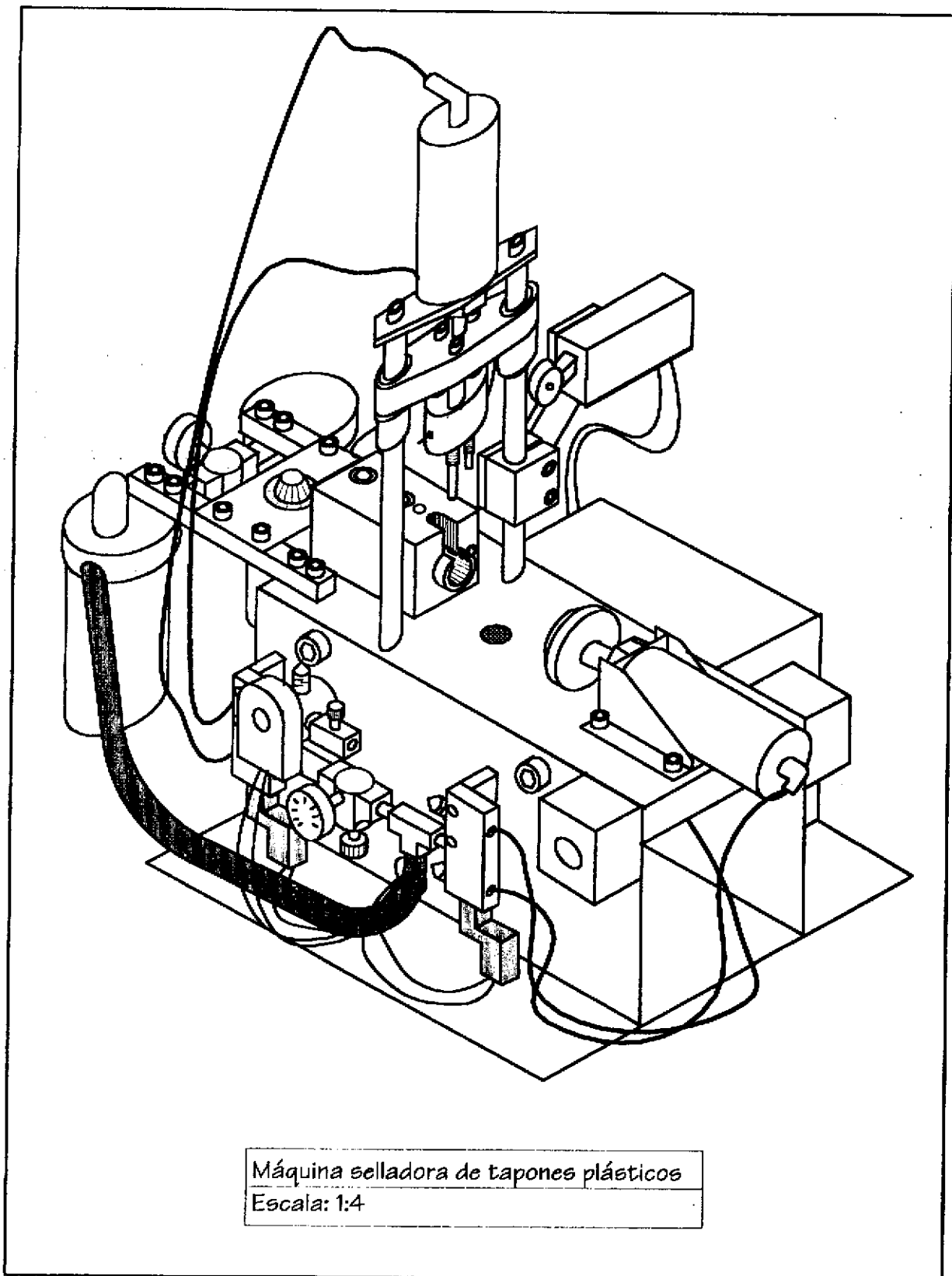


Fig. 51. Vista isométrica de la máquina.

COSTO

8

Tabla 5. Costo de los componentes.

DESCRIPCION	PROVEEDOR	Precio unitario (Q.)	Precio total
18" de acero Barmond de 3/16" x 3"	Aceros Suecos	2.20	39.60
18" de acero Barmond de 1" x 5"	Aceros Suecos	18.33	329.94
6" de acero Barmond de 2" x 2"	Aceros Suecos	12.50	75.00
6" de bronce JM1 de Ø2"	Aceros Suecos	25.00	150.00
6" de acero ADF2 de Ø½"	Aceros Suecos	11.80	70.80
6" de Acero inoxidable RM de Ø5/8"	Aceros Suecos	1.50	9.00
1 varilla de acero plata	Aceros Suecos	81.15	81.15
Manufactura de la estructura sin incluir materiales	Taller Polimec		1490.00
2 cilindros neumáticos de Ø1 1/8" y 4" de carrera	Orion	273.68	547.36
2 válvulas electromagnéticas de 2p y 3v marca Norgren con rosca de 1/4" y bobina para 110v.	Orion	864.16	1728.32
1 Filtro de aire con rosca de 1/4"	Orion	479.38	479.38
2 Reguladores de presión	Orion	553.08	1106.16
1 Lubricador	Orion	274.78	274.78
1 válvula electromagnética de 2p y 3v marca Norgren con rosca de 1/4" y bobina para 110v.	Orion	579.15	579.19
1 Regulador de caudal con rosca de 1/4"	Orion	151.75	151.75
1 Termostato con rango de 50° a 300°C. Tipo EM-1	Prestelectro	781.20	781.20
1 Contactor de 20A	Prestelectro	240.50	240.50
1 Portafusibles	Prestelectro	13.00	13.00
2 Fusibles de 10A	Prestelectro	1.00	2.00
1 Timer para 110v con un rango de 0 a 10 segundos	Prestelectro	386.75	386.75
1 Interruptor con led	Prestelectro	271.70	271.70
2 Pulsadores NA con caja	Prestelectro	182.65	365.30
1 Interruptor de rodillo	Prestelectro	136.50	136.50
1 Caja plástica para conexiones eléctricas	Prestelectro	80.75	80.75
1 Sensor de proximidad inductivo para 5mm.	Prestelectro	728.00	728.00
17 pies de manguera	Orion	20.68	351.56
12 pernos de cabeza hueca rosca M5 x 15mm	Tornillos, roldanas y accesorios	1.10	13.20
3 Pernos de cabeza hueca, rosca M6 x 55mm	Tornillos, roldanas y accesorios	2.65	7.95

COSTO

8 Pernos de cabeza hueca, rosca M8 x 20mm	Tornillos, roldanas y accesorios	2.10	16.80
6 Pernos de cabeza hueca, rosca M10 x 55mm	Tornillos, roldanas y accesorios	3.65	21.90
2 Conectores rápidos para aire comprimido de 1/2"	Orion	64.46	128.92
6' de fibra fenólica de Ø1/2"	Orion	68.37	68.37
		TOTAL	Q.10,726.83

Un aspecto que debe tomarse en cuenta es que la fábrica trabaja con máquinas que utilizan aire comprimido. Por ello es muy probable que al momento de hacer la máquina se tenga en el stock de repuestos algunos de los componentes que se requieren para la fabricación de la máquina, como válvulas, manómetros, pernos, cable, etc..

Por esta misma razón no se ha incluido en el costo la manguera que interconecta las válvulas y los cilindros y sus conectores, así como cable eléctrico y otros componentes secundarios como abrazaderas, tornillos, soldadura y otros, ya que de todo esto, hay en existencia en la fábrica.

CONCLUSIONES

1. Es importante conocer bien el proceso que se desea automatizar, pues de él se obtienen importantes datos para el sistema que se está diseñando. Para el diseño de la máquina se tomaron en cuenta todos los detalles del proceso; se tomó lectura de la temperatura del cautín con que se hacen los sellos, se tomó el tiempo que le tomaba al operador hacer los sellos, e incluso la forma en que se hacían los sellos. Con esto se obtuvo la ventaja de saber a qué temperatura calentar las puntas y el tiempo aproximado que se tardan las mismas en hacer los sellos.
2. El beneficio que se obtiene al fabricar la máquina es de reducir el tiempo de producción en más de un 50% del tiempo que se toma elaborar los sellos manualmente. Esto puede comprobarse al ver que a mano, el operador debe hacer cada sello por separado; es decir, le toma aproximadamente 8 segundos hacer cada sello, lo que significa que hay una tapa sellada cada 16 segundos aproximadamente. Entonces, como la máquina esta diseñada para que realice los dos sellos de una sola vez, significa que tardará cuando mucho 8 segundos en hacerle los dos sellos a la tapa.
3. Otro beneficio de realizar el proceso con la máquina, es que el proceso es más seguro. Al trabajar manualmente el operador corre el riesgo de sufrir quemaduras con el cautín. Sin embargo, al trabajar con la máquina correctamente, el riesgo de sufrir quemaduras o golpes con los movimientos de los cilindros es mínimo, ya que al operar la máquina, las manos del operador estarán fuera del área de trabajo de la misma.

RECOMENDACIONES

1. Al efectuar un trabajo de esta naturaleza es necesario conocer los recursos con los que cuenta la fábrica, ya que de esta manera se obtienen grandes ventajas que hacen que disminuya tanto el costo de fabricación, como el de funcionamiento. En nuestro caso, ya que la fábrica cuenta con una red de aire comprimido, es recomendable que la máquina se abastezca de ella y trabaje con componentes neumáticos. Además, como la mayoría de la maquinaria de la fábrica trabaja con aire comprimido, es muy probable que en el stock de repuestos se encuentren algunos de los componentes que se necesitan para la fabricación de la máquina, lo cual reduciría su costo.
2. Es recomendable que al hacer un diseño, si es posible, se seleccionen componentes que tengan un rango de ajuste, para poder hacer pruebas de la máquina a diferentes valores y poder ajustarla al valor que mejor trabajen. Para tal efecto, la máquina cuenta con un termostato que regula la temperatura de las puntas en un rango de 50 a 300°C; también tiene un *timer* que regula el tiempo de sellado en un rango de 0 a 10 segundos; otro valor regulable es la presión del aire, la cual se ajusta con los dos reguladores de presión que tiene la máquina; por último puede cambiarse de posición el interruptor de rodillo al punto que más favorezca al sellado. Así pues, la máquina tiene un amplio rango de valores en los cuales se pueden hacer pruebas y dejarla en el punto en el que mejor trabaje.
3. La máquina ofrece la ventaja de un proceso seguro; sin embargo, para ello debe operarse de la forma descrita anteriormente, además de seguir las normas de seguridad industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- Carulla Admetler, Miguel. Vincent Lladonosa Giró. **Circuitos básicos de neumática**. México: Editorial Alfaomega S.A. 1985.
- Deutschman, Aaron D. Walter J. Michels. Charles E. Wilson. **Diseño de máquinas. Teoría y práctica**. 1a. Publicación. México: Editorial CECSA. 1991.
- Farrando Boix, Ramón. **Circuitos neumáticos, eléctricos e hidráulicos**. 2da. edición. México: Ediciones Alfaomega S.A. 1991.
- Galiana Mingot, Tomás de. **Pequeño Larousse de ciencias y técnicas**. México: Editorial Larousse. 1975.
- Manual del laboratorio de neumática**. Publicado por: Ing. Carlos Pérez Rodríguez. INTECAP.
- Marks. **Manual del ingeniero mecánico**. Volúmenes I y II. 2a. edición. México: Editorial Mc Graw-Hill. 1988.
- Monroy González, Melvin Aman. **Principios de instalaciones hidráulicas y neumáticas**. Tesis (Ingeniero Mecánico). Guatemala: Universidad de San Carlos. 1985.
- Roldán Viloría, José. **Neumática, hidráulica y electricidad aplicada. Física aplicada a otros fluidos**. 2a. edición. España: Editorial Paraninfo S.A. 1991.