



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**"DISEÑO Y FABRICACION DE UNA PRENSA  
DE SUJECION NEUMATICA"**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A N :  
**JOSE JUAN GARCIA MORALES**  
**ALEJANDRO MENDEZ TEJEDA**  
**FELIPE URBAN ROMERO**

**ASESOR: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**2002**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLAN



**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño y fabricación de una prensa de sujeción neumática".

que presenta el pasante: José Juan García Morales  
con número de cuenta: 9557515-7 para obtener el título de :  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 11 de Octubre de 2001

PRESIDENTE	Ing. Daniel Hernández Pecina	
VOCAL	Ing. Eduardo Covarrubias Chávez	
SECRETARIO	M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Enrique Cortés González	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Eusebio Reyes Carranza	



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.  
UNIVERSIDAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño y fabricación de una prensa de sujeción neumática".

que presenta el pasante: Alejandro Méndez Teleda  
con número de cuenta: 9318095-5 para obtener el título de :  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 11 de Octubre de 2001

PRESIDENTE	Ing. Daniel Hernández Pecina	
VOCAL	Ing. Eduardo Covarrubias Chávez	
SECRETARIO	M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Enrique Cortés González	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Eusebio Reyes Carranza	



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN  
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño y Fabricación de una prensa de sujeción neumática".

que presenta el pasante: Felipe Urbán Romero  
con número de cuenta: 9554267-6 para obtener el título de :  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 11 de Octubre de 2001

PRESIDENTE	Ing. Daniel Hernández Pecina	
VOCAL	Ing. Eduardo Covarrubias Chávez	
SECRETARIO	M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Enrique Cortés González	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Eusebio Reyes Carranza	

*A mi papá Juan: Tú papá, que siempre estás presente en mi mente, que llevaste toda una vida llena de esfuerzo y sacrificios para sacarnos adelante, te agradezco el haberme apoyado en todo momento, brindándome tu cariño y sobre todo tu amor, tú has sido y eres mi mejor ejemplo y el mejor amigo y se que desde donde te encuentres estarás orgullosos de mí, de éste logro que también es tuyo y que sin tu ayuda no habría conseguido.*

*A mi mamá Consuelo, que ha sabido ser madre y padre a la vez, a la que quiero, admiro y respeto por esa gran fortaleza que ella tiene, le agradezco ese apoyo incondicional que me ha dado en todo momento porque sus consejos han logrado que llegue hasta éste momento, pero sobre todo le agradezco el haberme dado la vida y todo su amor sin esperar nada a cambio.*

*A mis hermanos Esteban y Rodolfo, porque con ellos he pasado toda mi vida y hemos compartido muchos momentos agradables y tristes.*

*A mi esposa Leebey, porque es la persona mas linda y siempre ha estado a mi lado en las buenas y en las malas, apoyándome en todo momento y compartiendo conmigo los mas bellos momentos.*

*A mis bebés Eduardo y Erandi, que son la razón de mi existir y por quienes tengo que salir adelante.*

*A ésta Escuela, que ha sido como mi segunda casa en estos últimos años  
A todos los profesores, porque han compartido conmigo sus conocimientos, formándome las bases para desarrollarme tanto profesional como personalmente y me han llevado por el camino correcto.*

*A ti dios, por permitir que siga existiendo y por permitirme ver realizados mis mas grandes objetivos y anhelos.*

*¡Gracias!*

*José Juan*

### **A MIS PADRES:**

*Por que gracias a ustedes, a su confianza, apoyo, a su enorme esfuerzo, y sobre todo cariño han hecho realidad el logro más importante de mi vida.*

*Gracias por todo Mamá y Papá, espero que su gran sacrificio se vea premiado en algo con este logro que es de ustedes, los quiero mucho y que dios los bendiga.*

### **A MIS HERMANOS:**

*Beatriz y Jorge, gracias por su apoyo incondicional, a sus consejos y a su cariño que me motivaron siempre a seguir adelante para conseguir este logro.*

*Gracias por ser unos hermanos tan maravillosos y comprensivos.*

### **A MIS AMIGOS:**

*Fausto, Felipe y José Juan por que siempre me apoyaron y ayudaron; además de que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas.*

*Gracias por ser unos extraordinarios amigos y les des deseo mucha suerte en su vida profesional.*

**Alejandro**

***A mis padres:***

*Que siempre me brindaron su apoyo incondicional.  
Que de alguna forma siempre estuvieron al pendiente de mí.  
Que por sus palabras de aliento, buenos consejos y su apoyo moral, siempre estuve con el deseo de lograr uno de mis principales objetivos.  
Por esto y por muchas otras cosas ¡GRACIAS ¡, aunque sé muy bien que con decir gracias no voy a compensar el gran tesoro que me han obsequiado.*

***A mis hermanos:***

*José Isabel, Cristina, Ma. de la Paz, Ana, Alejandra, Luis,  
Ma. del Refugio, Moisés y Victoria.  
Gracias por todo lo que en su momento me brindaron y me ayudaron durante el transcurso de mi profesión.  
Gracias también por lo que cada de uno de ustedes me enseñó y por la confianza que depositaron en mí.*

***A mis compañeros de tesis:***

*Alejandro y José Juan que más que compañeros,  
son unos grandes amigos a quienes les tengo un gran respeto y  
estoy completamente seguro que fueron los mejores compañeros  
para poder realizar nuestro trabajo de tesis.  
Gracias por su amistad, por su empeño y dedicación  
que le dieron a nuestro trabajo para poder terminar algo que  
iniciamos juntos y de antemano suerte en su desarrollo profesional.*

***Felipe***

## INDICE.

Introducción.....	4
-------------------	---

### CAPITULO 1.

#### DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN.

1.1.- Definición.....	7
1.2.- Teoría de la sujeción.....	8
1.2.1.- Superficies en contacto.....	9
1.3.- Posicionamiento.....	10
1.3.1.- Grados de libertad.....	11
1.4.- Teoría del isotatismo.....	14
1.4.1.- Normal de localización.....	18
1.4.2.- Reglas de disposición de las normales.....	18
1.4.3.- Determinación de las normales.....	21
1.4.4.- Principio de utilización.....	25
1.5.- Preposicionamiento.....	25
1.5.1.- Topes.....	26
1.5.2.- Apoyos.....	26
1.6.- Elementos de sujeción.....	27
1.6.1.- Elementos de sujeción rígidos.....	28
1.6.1.1.- Tornillos y tuercas.....	28
1.6.1.2.- Cuñas de sujeción.....	29
1.6.1.3.- Sujeción mediante mordazas.....	30
1.6.1.4.- Bridas excéntricas.....	32
1.6.1.5.- Sujeción con palanca acodada.....	33
1.6.1.6.- Sujeción de bayoneta.....	34

1.6.2.- Elementos de sujeción elásticos.....	34
1.6.2.1.- Resortes.....	34
1.6.2.2.- Reparto de presiones mediante masillas elásticas.....	35
1.6.3.- Sujeción neumática e hidráulica.....	36

## **CAPITULO 2.**

### **PRINCIPIOS DE NEUMÁTICA.**

2.1.- Definición de neumática.....	38
2.1.- Actuadores neumáticos.....	38
2.2.- Clasificación y parámetros básicos.....	39
2.3.- Cilindros.....	39
2.3.1.- Clasificación.....	40
2.3.2.- Elementos constructivos.....	44
2.3.3.- Parámetros básicos y funcionales.....	45
2.3.4.- Fuerza.....	45
2.3.5.- Carrera.....	46
2.3.6.- Consumo.....	46
2.3.7.- Velocidad de accionamiento.....	47
2.3.8.- Amortiguación.....	48
2.4.- Válvulas.....	51
2.4.1.- Accionamiento de las válvulas.....	51
2.4.2.- Características de las válvulas según la función.....	53
2.4.3.- Válvulas antirretorno.....	57
2.4.4.- Válvulas inversoras de un circuito.....	57
2.4.5.- Válvulas de simultaneidad.....	58
2.4.6.- Limitadoras de presión.....	59
2.4.7.- Válvulas de escape rápido.....	60
2.4.8.- Reguladores de flujo.....	61
2.4.9.- Presostatos.....	63

2.4.10.- Distribuidores diferenciales.....	64
2.4.11.- Válvulas seleccionadoras.....	65
2.5.- Accesorios de conexiónado.....	66
2.5.1.- Racordajes.....	66
2.5.2.- Enchufes rápidos.....	68
2.5.3.- Racores giratorios.....	69
2.5.4.- Tuberías y flexibles.....	70
2.6.- Compresores y su entorno.....	73
2.6.1.- Descripción.....	73
2.6.2.- Clasificación.....	75
2.6.3.- Depósitos acumuladores.....	76
2.7.- Preparación del aire comprimido.....	77

### **CAPITULO 3.**

#### **DISEÑO DE LA PRENSA.**

3.1.- Introducción.....	82
3.2.- Cálculos de parámetros básicos y funcionales del cilindro de doble efecto.....	82
3.3.- Planos de diseño de la prensa de sujeción neumática.....	84

### **CAPITULO 4.**

#### **FABRICACIÓN DE LA PRENSA.**

4.1.- Introducción.....	93
4.2.- Dibujos de detalle, hojas de fabricación y croquis.....	93
4.3.- Costos de fabricación de la prensa.....	119
4.4.- Puesta en operación de la prensa.....	120
CONCLUSIONES.....	123
BIBLIOGRAFIA.....	125

## INTRODUCCION

Para lograr las condiciones tecnológicas para el desarrollo de México, las ingenierías del producto, de métodos y de producción, así como sus herramientas tales como la normalización, el control de calidad, la metrología, etc., son actividades técnicas claves para el futuro de la industria metalmeccánica de nuestro país.

Por lo tanto se deben buscar alternativas para desarrollar nuevos métodos de producción o mejorar las existentes, las cuales deben ser capaces de hacer mas eficientes los procesos de fabricación en lo que se refiere a tiempos, y en consecuencia a la reducción de los costos de fabricación. Una vez que se alcancen estos objetivos en el país se podría afirmar que la industria productiva nacional este logrando un repunte y de esta manera ya no dependería tanto de tecnología extranjera, la cual resulta muy costosa y encarece la producción.

Una de estas alternativas es la fabricación de nuestros propios equipos y herramientas así como la automatización de los mismos aunque al escuchar el termino "automatizar" no se debe pensar forzosamente en grandes mecanismos, controles electrónicos, problemas sociales, paro obrero, producciones a gran escala, etc, aunque en realidad si existe una relación entre estos aspectos.

Es decir, además de la automatización de alto nivel también existe la pequeña automatización que de igual manera proporciona la mejora de métodos de trabajo, y también resuelve pequeños problemas con pequeñas inversiones fácilmente amortizables, reduciendo de manera importante la participación del hombre en el proceso de producción.

Entre los técnicas existentes para la automatización se pueden encontrar la mecánica, neumática, oleohidráulica, electricidad, electrónica o robótica, etc, de las cuales esta tesis se apoya básicamente en la mecánica y la neumática.

La automatización por medio de la neumática emplea en su sistema un elemento muy versátil y, en principio económico que es el aire ya que es ideal para la transmisión de trabajo y su uso proporciona grandes ventajas principalmente para los operadores de los equipos ya que no existe peligro de explosiones, esto debido a que no hay riesgos de chispas y por lo tanto no existen riesgos de descargas; otra ventaja es la rapidez de desplazamiento por el interior de sus tuberías, el fácil almacenamiento en depósitos para ser empleado en el momento necesario, además de existir en el mercado una amplia familia de componentes neumáticos para su aplicación como son cilindros, distribuidores, amortiguadores, etc.

Los cilindros neumáticos son de aplicaciones muy generales tanto en la industria como en la vida cotidiana, ya sea accionando puertas de autobuses y trenes, así como auxiliares en el manejo de máquinas lavabotellas, gracias a que son de rápido accionamiento en su carrera de extensión y de retorno, pero perfectamente controlables en velocidad y en fuerza.

Hablando de tecnología de fabricación, se entiende por dispositivo de sujeción o montaje para maquinado como un elemento auxiliar, cuyo objetivo es permitir la realización de determinadas operaciones de maquinado sobre una pieza, para lo cual se sujeta ésta al dispositivo mediante algún sistema de cierre o apriete de modo que permanezca obligadamente en la posición requerida durante la operación de maquinado.

Una herramienta es por el contrario, el elemento de fabricación, mediante el cual se efectúa, a menudo con la ayuda de un montaje, una modificación de forma (maquinado) en la pieza de trabajo.

Cuando existe la necesidad de fabricar piezas especiales o en grandes series utilizando las máquinas - herramienta, la utilización de montajes o dispositivos especiales para la sujeción de piezas, son de gran importancia y por esta razón se debe hacer un previo análisis para la elaboración de dichos dispositivos especiales de sujeción.

En este trabajo de tesis se lleva a cabo el diseño y la fabricación de un dispositivo de sujeción accionado en forma neumática aprovechando la energía del aire comprimido que se encuentra disponible en las instalaciones de los laboratorios de IME facilitando así la colocación e inmovilización de las piezas (de no muy grandes dimensiones) durante el maquinado de estas sobre las maquinas herramientas (fresadora, taladro de columna) buscando así agilizar la fabricación de la pieza y reducir los tiempos muertos en el proceso.

En el primer capítulo se hace referencia principalmente a la forma teórica en que se debe realizar el posicionamiento y la sujeción de una pieza cualquiera, esto es, se estudia a fondo las formas y los puntos en que se puede llevar a cabo una buena sujeción.

De acuerdo a este estudio teórico se puede encontrar la forma en que se eliminan los grados de libertad que tiene determinado cuerpo sólido. También cabe mencionar que se proporcionan los tipos de apoyo más utilizados para la sujeción, así como su clasificación y en algunos casos sus principales usos.

En el segundo capítulo se tratan algunas definiciones de los elementos que involucra la neumática, tales como los actuadores neumáticos, válvulas, distribuidores, entre otros y se mencionan los tipos de cilindro, sus variables o parámetros básicos que se requieren conocer como la carrera, el trabajo mecánico, la fuerza, el consumo de aire comprimido, etc; y se describen brevemente el funcionamiento y las características de los distribuidores y válvulas neumáticas, además de algunos componentes neumáticos auxiliares en circuitos (reguladores, válvulas inversoras), accesorios de conexionado, tuberías flexibles, así como de un pequeño resumen de compresores y preparación del aire comprimido.

En el tercer capítulo se aborda lo que es el diseño de la prensa por medio de los planos de diseño, y se presentan los cálculos de los parámetros básicos del cilindro de doble efecto empleado en la prensa.

En el cuarto capítulo se hace referencia de los croquis y de las hojas de fabricación en donde se muestra la secuencia de fabricación adecuada de cada una de las piezas, así como una descripción del funcionamiento de la prensa.

# CAPITULO 1

## DISPOSITIVOS DE SUJECION

### 1.1. -DEFINICION

Los dispositivos de sujeción son elementos auxiliares cuya principal función es la de permitir la realización de determinadas operaciones de maquinado sobre una pieza, por lo cual, ésta se sujeta al dispositivo mediante un sistema de cierre o apriete, de modo tal, que ésta permanece obligadamente en la posición requerida durante todo el desarrollo del maquinado, éste dispositivo se debe fijar a la mesa de la máquina herramienta; se debe hacer el diseño o la selección adecuada de un dispositivo de sujeción el cual deberá satisfacer las siguientes condiciones:

- 1.- Reducción de tiempos de fabricación (menos costos).
- 2.- Mayor precisión en los productos (mejor calidad).
- 3.- Uniformidad en las piezas producidas.
- 4.- Empleo de personal no calificado.

El diseño de todo dispositivo de sujeción debe resolver dos problemas que son:

- 1.- El posicionamiento de la pieza.
- 2.- La inmovilización de la pieza.

Las funciones que debe cumplir un dispositivo de sujeción y que están relacionadas con las diferentes acciones externas (su entorno) que actúan sobre el mismo son:

a) Relación con la máquina herramienta: conocimiento de la ficha técnica de la máquina herramienta.

b) Relación con la herramienta: en algunos casos el dispositivo debe ser capaz de guiar la acción de la herramienta, en otros deberá hacerse un ajuste inicial entre el dispositivo y la herramienta que eviten la necesidad de trazar la pieza, por lo tanto, las funciones relacionadas con la herramienta son:

- Guía o ajuste inicial.
- Soportar las acciones mecánicas y térmicas que se originan durante el maquinado.
- Permitir el desalojo de la viruta.

c) Relación con la pieza: Cada pieza según su geometría y tamaño implica soluciones distintas, sin embargo, pueden mencionarse como funciones principales las siguientes:

- Posicionamiento
- Inmovilización

d) Relación con el operador: se encuentra definida por las acciones siguientes:

- 1.- Posicionar e inmovilizar la pieza
- 2.- Realizar los ajustes necesarios entre dispositivos y herramientas
- 3.- Maquinar la pieza
- 4.- Limpiar y eliminar las virutas
- 5.- Desmontar la pieza

## **1.2 TEORIA DE LA SUJECION.**

Durante el maquinado de series grandes o medianas de piezas, preferentemente, se requiere que los operadores puedan montar y desmontar las piezas lo más rápido posible, para que la producción no sufra un receso largo. Para solucionar este problema se requiere hacer un análisis profundo del problema; que generalmente se resuelve por medio de un buen estudio de fabricación, que nos indicará si es necesario diseñar y manufacturar herramientas especiales. El diseño y fabricación de estos herramientas (montajes de maquinado) pueden ser muy sencillos o muy complejos, dependiendo del problema a solucionar.

El plan de trabajo, obtenido del estudio de la fabricación, contempla los factores económicos así como la maquinaria e instalaciones disponibles.

Para fabricar una pieza, en una máquina-herramienta, es necesario:

- Conocer su posición en el medio de trabajo.
- Mantenerla en esa posición oponiéndose a los esfuerzos de corte, durante la operación de maquinado.

Por ejemplo: El montaje representado en la figura 1.1 esta destinado al torneado de la superficie cilíndrica S.

La forma de esta superficie está determinado por el movimiento relativo pieza-herramienta.

La posición de la superficie S depende de otras superficies de la pieza y que están en contacto con el montaje.

La posición de la superficie S es correcta si su eje está comprendido en el interior de un cilindro de 0.06 mm. , del cuál el eje está definido por las superficies Ap y Bp de la pieza.

Hay que observar que las superficies Ap y Bp constituyen un sistema de referencia de coordenadas:

- Ap es la referencia primaria de orientación del eje (el eje es perpendicular al plano Ap).
- Bp es la referencia secundaria y define la posición del eje (el eje pasa por el centro del centrador corto fijo).

Se puede decir por lo tanto que la sujeción de una pieza esta definida si se conocen:

- Las superficies que aseguran el posicionamiento;
- Las superficies que reciben los esfuerzos, que mantiene a la pieza, durante la operación de maquinado.

### **1.2.1.- Superficies en contacto.**

En el caso de la figura 1.1 las superficies de la pieza, en contacto con el montaje son Ap, Bp, y Fp.

- Ap y Bp aseguran el posicionamiento de la pieza.
- Fp recibe el esfuerzo, con objeto de mantener la pieza, durante la operación de maquinado.

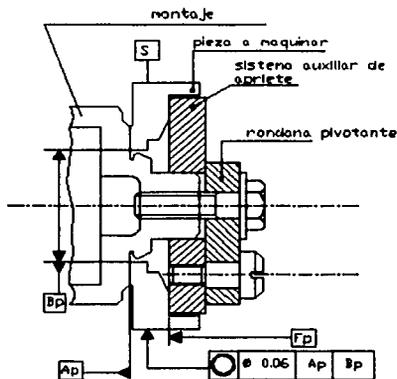


Figura 1.1.- Torneado de una forma cilíndrica S.

### 1.3.- Posicionamiento.

El posicionamiento de una pieza es la primera operación a realizar; consiste en colocar la pieza en una posición tal que sea factible su maquinado, para ello nos servimos de apoyos, topes, etc. , esto es, eliminar todos los grados de libertad de dicha pieza en el espacio, dentro de un sistema de referencia fijo 0XYZ.

La pieza en contacto con las superficies Am y Bm del montaje (figura. 1.2), conserva un grado de libertad de rotación alrededor del eje OZ.

El posicionamiento entonces elimina 5 grados de libertad:

- Tres son eliminados por la porción del plano Am.
- Dos son eliminados por la porción de la esfera Bm.



Todo movimiento instantáneo de un sólido libre en el espacio se puede expresar como la suma vectorial de una rotación  $R$  y de una traslación  $T$ , donde las componentes, en un sistema de referencia fijo  $OXYZ$  son:

- En rotación  $R_x$ ,  $R_y$  y  $R_z$ .
- En traslación  $T_x$ ,  $T_y$  y  $T_z$ .

El conocimiento de estos seis parámetros es necesario para describir el movimiento del sólido: se dice que éste posee seis grados de libertad.

Los valores de estos parámetros están parcial o totalmente determinados. Es posible reducir el número de grados de libertad, el sólido tendrá  $(6 - P_n)$  grados de libertad. Si  $P_n=6$ , el sólido no tendrá ningún grado de libertad, se dirá entonces que está fijo y que su posición está perfectamente definida (figura 1.4).

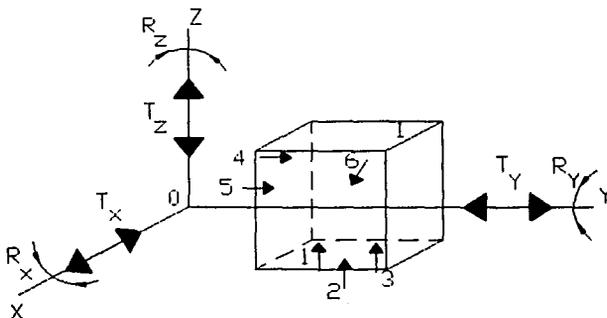


Figura 1.4.-Grados de libertad de un sólido.

Sea una pieza  $P$  libre y el sistema de coordenadas de referencia fijo  $OXYZ$ .

Las condiciones necesarias y suficientes para localizar  $P$ , es decir, para suprimir las rotaciones  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  y las traslaciones  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$ , llamados grados de libertad, son los siguientes:

- Tres puntos fijos 1,2,3, en el plano XY suprimiendo tres grados de libertad:  $T_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ .
- Dos puntos fijos 4,5, en el plano X0Z suprimiendo dos grados de libertad:  $T_y$ ,  $R_z$ .
- Un apoyo fijo 6, en el plano YOZ suprimiendo un grado de libertad:  $T_x$ .

Este posicionamiento, llamado "plano-línea-punto", se conoce también como "Principio de KELVIN de posicionamiento isostático".

La secuencia de maquinado indica los apoyos partiendo de este principio.

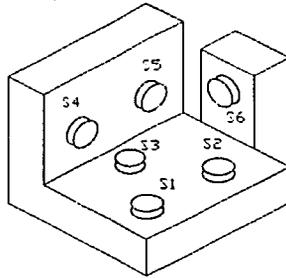
El analista respetará las indicaciones de la secuencia, pero deberá tener en cuenta los diversos consideraciones tecnológicas, como son:

- Estado de la superficie,
- Forma y dimensiones de la pieza,
- Los esfuerzos,
- Deformaciones,
- Esfuerzos sobre apoyos fijos,

Teóricamente, un grado de libertad está eliminado por un contacto puntual, figura 1.3.

El peso de la pieza, las fuerzas de apriete que aseguran su inmovilización, y los esfuerzos originados durante el corte, hacen imposible que la pieza se pueda apoyar sobre puntos o superficies pequeñas.

Una solución aceptable consiste en prever superficies que den suficiente apoyo a la pieza para evitar así deformaciones locales a la presión de contacto (figura 1.5).



**Figura 1.5.- Superficies con suficiente apoyo para evitar deformaciones con el apriete.**

Pueden tomarse de base los siguientes valores de presión de contacto:

$P = 8$  a  $10 \text{ daN/mm}^2$ , cuando se quiere evitar toda deformación.

$P = 20$  a  $25 \text{ daN/mm}^2$ , cuando se aceptan deformaciones pequeñas.

#### **1.4.- Teoría del isotatismo.**

Para asegurar una operación adecuada de un dispositivo de sujeción, la pieza debe ser situada en forma precisa para establecer una relación definida entre la herramienta de corte y algunos puntos o superficies de la pieza. Esta relación se establece por localizadores en el dispositivo de sujeción, por medio de los cuáles la pieza puede ser posicionada y limitada para prevenir su movimiento de la posición predeterminada. El dispositivo de localización deberá ser diseñado de tal forma que cada pieza sucesiva, cuando se coloque y sujete, ocupará la misma posición en el dispositivo.

Para localizar una pieza en forma precisa, debe ser confinada o restringida contra algún movimiento en cualquiera de sus seis grados de libertad, excepto aquellos específicos a la operación. Cuando se satisface esta condición, la pieza está posicionada geoméricamente en el dispositivo de sujeción. Las fuerzas de apriete son dispuestas contra el plano, la línea y el punto; además sirven también para resistir las fuerzas

generadas por la operación de maquinado del metal que se está cortando, en la pieza de trabajo. Cuando se eliminan los grados de libertad de un sólido se dice que éste es isostático.

Se mencionó anteriormente que un grado de libertad es eliminado por un contacto puntual.

El contacto puntual se caracteriza por la normal de contacto de los sólidos sin rozamiento (figura 1.6). Este contacto es definido mecánicamente por el principio de Newton:

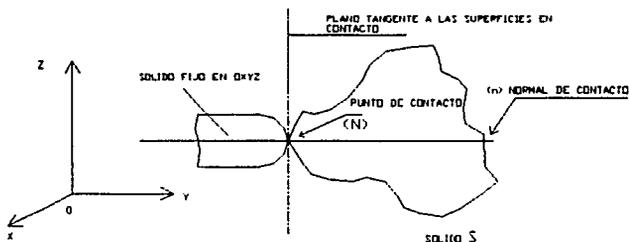
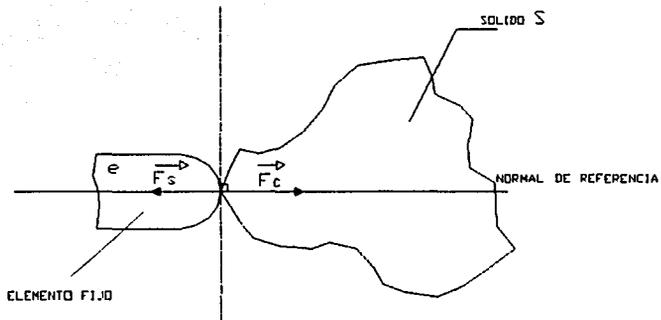


Figura 1.6.- Representación de la normal de contacto de los sólidos.

Las acciones recíprocas del elemento fijo sobre el sólido son iguales y de dirección opuesta sobre la normal de contacto (Figura 1.7).



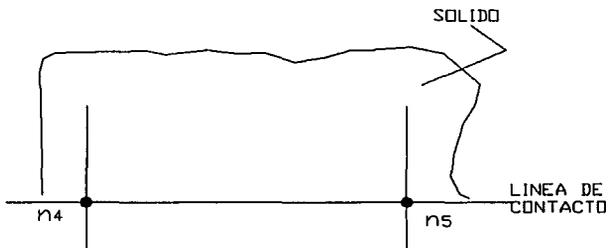
**Figura 1.7.-** Fuerzas iguales pero en dirección opuesta sobre la normal de contacto.

Además del punto de contacto, existe:

- a) La línea de contacto.
- b) El plano de contacto.

**a) Línea de contacto**

La línea de contacto (contacto lineal) se caracteriza por dos normales de referencia (por dos puntos se puede hacer pasar una línea recta como se ve en la figura 1.8).



**Figura 1.8.-** Línea de contacto entre dos puntos.

### b) El plano de contacto

Se caracteriza por lo siguiente:

- Un plano se materializa por tres normales de referencia.
- Tres contactos puntuales determinan un plano (figura 1.9).

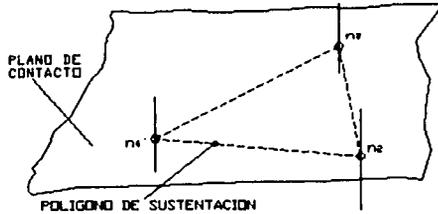


Figura 1.9.- Plano de contacto.

- Dos rectas secantes determinan un plano (figura 1.10).

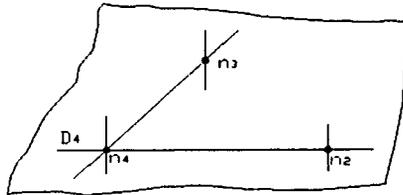


Figura 1.10.- Determinación de un plano por dos rectas secantes.

### 1.4.1.- Normal de localización

Se esquematiza cada contacto puntual teórico por un vector normal a la superficie considerada. El vector es llamado normal de localización.

La representación normalizada de una normal de localización está determinada en la figura 1.11a. Si es necesario, se puede efectuar una representación proyectada (figura 1.11b).

El símbolo será colocado de lado libre de la pieza en el lugar elegido (figura 1.12) Cuando no hay lugar y si no existe ambigüedad, el símbolo puede ponerse en un lugar sobre una línea de referencia (figura 1.12b).



Figura 1.11.- a) Representación de una normal de localización, b) Representación proyectada.



Figura 1.12.- Colocación del símbolo sobre la pieza.

### 1.4.2.- Reglas de disposición de las normales.

Con el fin de verificar si cada una de las normales de localización contribuye a eliminar un grado de libertad, es importante conocer algunas reglas usuales:

1. - La colocación de una normal de localización está determinada de tal manera que el grado de libertad que ella suprime no esté eliminado por alguna otra normal (figura 1.13).

2. - Nunca colocar más de tres normales paralelas y, en este caso, los puntos de contacto no deben pasar por otra línea recta (figura 1.14)
3. - Nunca poner más de tres normales no coplanares, concurrentes a un mismo punto (figura 1.15).
4. - Un posicionamiento sin grados de libertad impone que las seis normales sean relativas al menos a tres planos (figura 1.16).

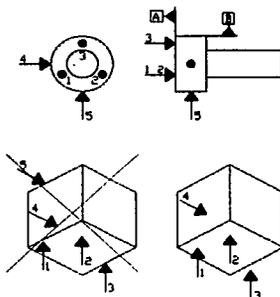


Figura 1.13.- Ubicación de las normales de la colocación.

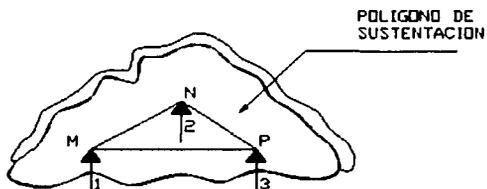
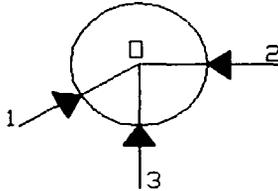
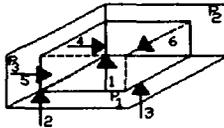


Figura 1.14.- Colocación de las tres normales paralelas.



**Figura 1.15.-** Normales no coplanares concurrentes a un mismo punto.



**Figura 1.16.-** Posicionamiento sin grados de libertad.

**Observaciones:**

1. Con objeto de aumentar la calidad del posicionamiento es necesario que:
  - Las normales de localización se coloquen tan distantes como sea posible unas de otras.
  - Cada normal debe ser puesta en la dirección del movimiento que elimina.
2. Las normales de localización definen las zonas preferentes de contacto de la pieza sobre sus apoyos: si es necesario sus posiciones deben ser acotadas.
3. El número y las posiciones de los normales de localización se deducen de las superficies del sistema de referencia.

### 1.4.3.- Determinación de las normales.

Las normales son determinadas si conocemos su número y sus posiciones.

El número y las posiciones de las normales se deducen de las superficies del sistema de referencia y de las cotas que le son ligadas, ellas deben respetar las reglas del isotatismo.

Ejemplo:

Sea la pieza de la figura 1.17 en la que se debe realizar un agujero con su caja.

Sobre el dibujo de definición se distingue:

- Las cotas de forma de los maquinados (a, b, c).
- Las cotas de posición (e, f y la tolerancia de localización h).

Las cotas de posición de los maquinados parten de las superficies de referencia **A**, **B** y **C**.

El orden de prioridad geométrico de las superficies **A**, **B** y **C** están especificadas por el orden determinado en los tres últimos casillas del cuadro de la tolerancia de localización.

Decimos que las referencias son ordenadas.

Con objeto de asegurar las desviaciones de perpendicularidad entre las superficies **B** y **C**, la tolerancia de posición, si la indicación del sistema de referencia es ambigua.

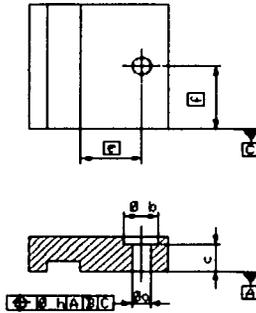
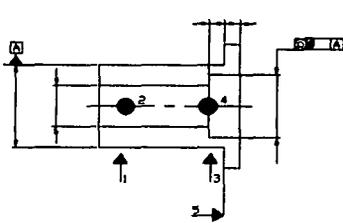


Figura 1.17.- Realización de un agujero con su caja.

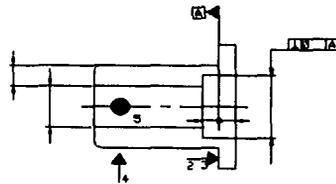
**SISTEMA DE REFERENCIA**  
(Referencias ordenadas)

Referencia	Orden geométrico	Número de normales
A	Referencia primaria	3
B	Referencia secundaria	2
C	Referencia terciaria	1

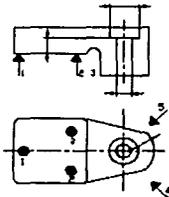
En la figuras 1.18 se muestran algunos ejemplos de referencias.



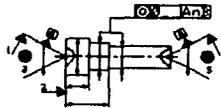
a)



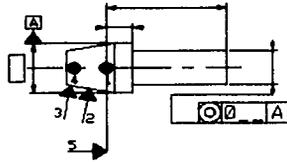
b)



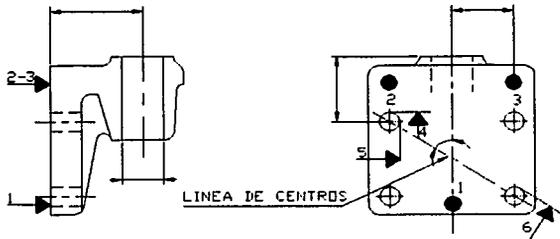
c)



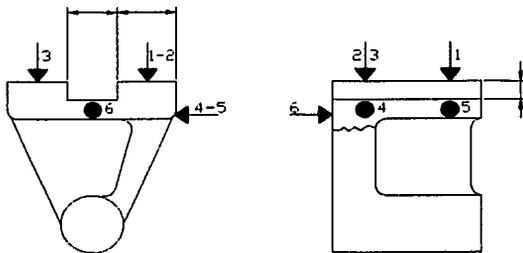
d)



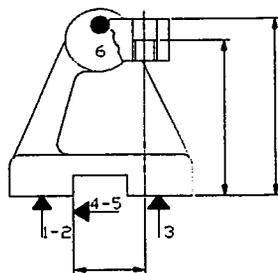
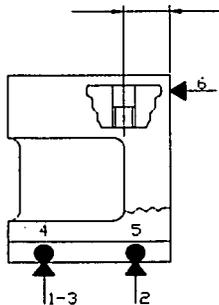
e)



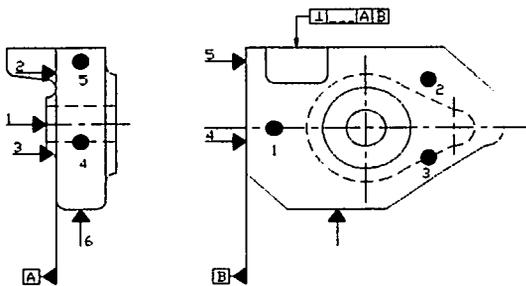
f)



g)



h)



i)

Figura 1.18.- Ejemplos de referencia.

#### 1.4.4.- Principio de utilización.

Se señala en cada superficie tanto la normal de localización como aquella donde deben eliminarse los grados de libertad.

- Dibujar los símbolos en las vistas y en su posición en los lugares más explícitos.
- Enumerar, en cada vista, los símbolos por un número del 1 al 6.
- Es recomendado limitar su número en función de las cotas de fabricación a realizar en la fase.
- Acotar eventualmente su posición (figura 1.19).

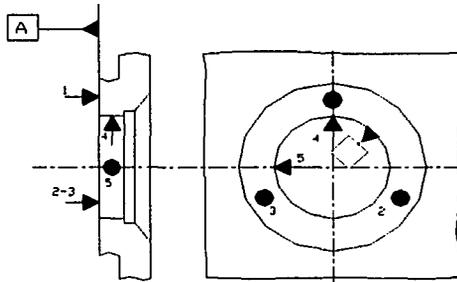


Figura 1.19.- Esquema que muestra el principio de utilización.

#### 1.5.- Preposicionamiento.

Con el fin de facilitar el posicionamiento de una pieza, en algunos casos es necesario efectuar un preposicionamiento.

El preposicionamiento debe asegurar:

- Un posicionamiento, sin ambigüedad, de la pieza sobre el montaje.
- Asegurar una sola dirección de entrada, de la pieza hacia sus apoyos.

### 1.5.1.- Topes.

Un tope es un elemento que permite asegurar una sola posición posible de la pieza sobre sus apoyos. Para el ejemplo seleccionado; la posición única de la pieza sobre sus apoyos es asegurada por un obstáculo localizado en forma asimétrica de la pieza (figura 1.20).

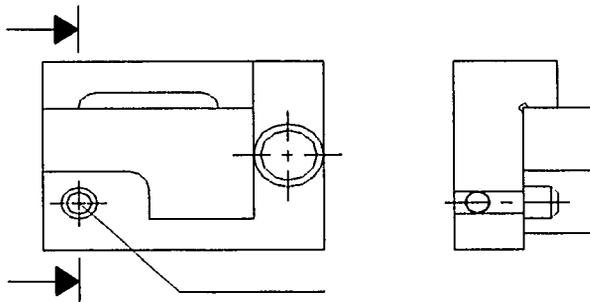


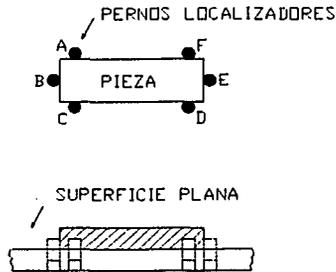
Figura 1.20.- Pieza asegurada mediante un tope.

### 1.5.2.- Apoyos.

Los apoyos cilíndricos localizadores son los elementos más sencillos. Se fabrican de aceros especiales. Para la colocación de un apoyo en su posición apropiada en un dispositivo de sujeción se requiere sólo un agujero redondo. El agujero necesita guardar una relación de ajuste con el vástago del apoyo para evitar que el apoyo tenga problemas de posicionamiento durante su empleo.

Los apoyos que forman el plano soportan el peso de la pieza. Si la operación efectuada aplica una fuerza considerable, la pieza de trabajo puede deformarse. De ahí que los elementos localizadores deban ser diseñados para proporcionar también un soporte adecuado para la pieza de trabajo contra las fuerzas que actúan sobre la misma. Muchas

piezas son esencialmente planas, o tienen una superficie plana que se puede utilizar para propósito de localización (figura 1.21).



**Figura 1.21.-** Piezas con apoyos localizadores.

Los contactos de apoyo, tope y orientación, son generalmente fijos; pero pueden ser regulables-fijos para toda la serie; suprimiendo cada grado de libertad.

Los contactos móviles son los elementos de sostén y no eliminan dos grados de libertad; los contactos largos eliminan cuatro grados de libertad.

Las ves móviles de contactos cortos eliminan un solo grado de libertad. Estos contactos, duros suaves; son planos, abombados, estriados, según el estado y la dureza de las superficies de apoyo de la pieza.

### **1.6.- ELEMENTOS DE SUJECIÓN.**

Los elementos de sujeción de un montaje deben mantener las piezas sujetas de modo firme y seguro. Tiene que poseer la fortaleza suficiente para que no se doblen. La dirección de la presión y el punto de ataque de la presión de trabajo tiene que elegirse de tal modo que quede totalmente eliminada la posibilidad de que la pieza pueda flexarse,

bascular o deformarse. Los elementos de sujeción no deben aflojarse por sí solos durante el trabajo; deben ser manejables y ser fácilmente accesibles. Además deben hacer posible la visión sobre el sitio en que se trabaja y permitir una fácil colocación y extracción de las piezas. Para evitar un rápido desgaste, los elementos de sujeción se someten por lo general a un temple superficial. Cabe mencionar que la fuerza de sujeción puede ser aplicada por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

A continuación se presenta una clasificación de los elementos de sujeción, además de algunos de sus principales y más usuales ejemplos.

### 1.6.1.- Elementos de sujeción rígidos.

Pertencen al grupo de elementos de sujeción rígidos los tornillos y tuercas, las cuñas, las excéntricas y las sujeciones de bayoneta.

#### 1.6.1.1.- Tornillos y tuercas.

Para sujetar las piezas en los montajes se emplean muy frecuentemente los tornillos y las tuercas. Son fáciles de fabricar y, combinados con las bridas, son piezas de sujeción de fácil utilización, seguras y eficaces.

Los tornillos y las tuercas pueden disponerse en los montajes de modo muy diverso para sujetar las piezas (figuras 1.22 y 1.23).

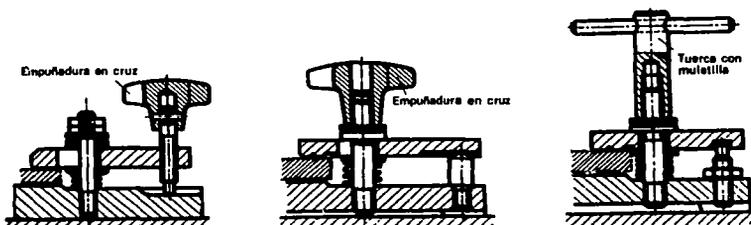
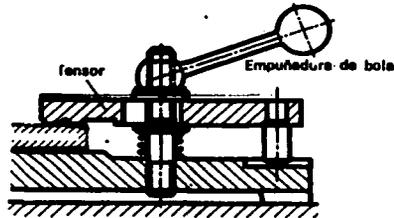


Figura 1.22.- Ejemplos de aplicación para sujeciones con tornillo



Figuras 1.23.- Sujeción con tornillo

### 1.6.1.2.- Cuñas de sujeción

Las cuñas de sujeción rectas solo se emplean en caso de pequeños montajes para la sujeción directa de las piezas como se muestran en la figura 1.24. Las cuñas tienen generalmente una inclinación de 1:10; siempre van templadas y rectificadas. En sus extremos llevan un rebaje o van bombeadas, con objeto de que las rebabas que pudiera producirse por martillazos poco cuidadosos para meterlas o sacarlas, no puedan dañar ni el montaje ni la pieza.

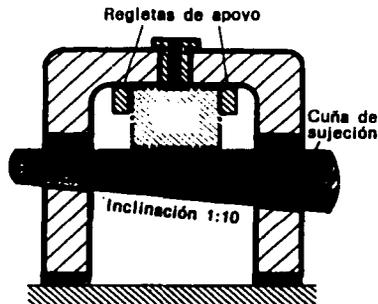
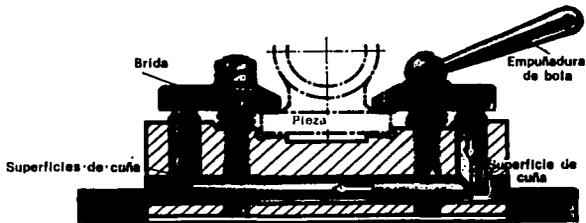


Figura 1.24.- Cuña de sujeción

El principal campo de las cuñas de sujeción lo constituyen los montajes múltiples o los montajes que poseen varios tipos de sujeción. A partir de un elemento de sujeción que produzca presión, se transmite la presión de sujeción a través de la cuña a todos los puntos de sujeción (figura 1.25).

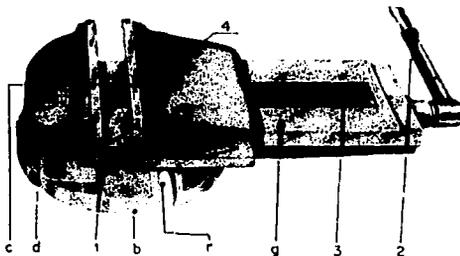
A menudo, también resulta conveniente la cuña en aquellos puntos de sujeción que sean de difícil acceso.



Figuras 1.25. Cuñas de sujeción para varios puntos de apriete

### 1.6.1.3.- Sujeción mediante mordazas

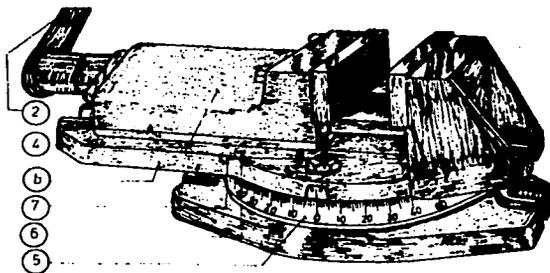
Las mordazas empleadas constan fundamentalmente de dos partes (figura 1.26): Una parte fija 1 que se atornilla a la mesa de la máquina-herramienta por medio de tornillos colocados en las ranuras r y una parte móvil 4 que sujeta por un lado a la pieza a mecanizar.



**Figura 1.26.** Sujeción por medio de mordazas

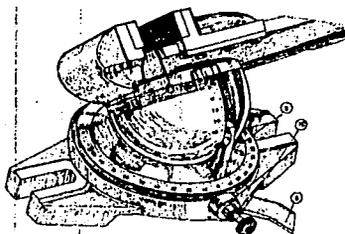
La parte fija forma la base **b**, una de las mandíbulas **m** de la boca de la mordaza y la guía **g** de la parte móvil. Además esta constituida por la palanca **2**, que accionada hace girar el husillo **3** que tiene bloqueado su desplazamiento longitudinal y por lo tanto obliga a avanzar la tuerca **l** fijada a la otra mandíbula **4** de la boca. Cada mandíbula consta de un taco **c** y una parte de sujeción **d** de acero templado y estriado.

La figura 1.27 presenta un tipo de mordaza giratoria. La base **b** va colocada sobre un plato-base **5** graduado, sobre el que puede pivotar, cuando se aflojan las tuercas **6**, el ángulo conveniente para la realización de un trabajo determinado.



**Figura 1.27.-** Mordazas giratorias

Si se coloca la mordaza de la figura 1.26 sobre una base especial, se constituye una mordaza giratoria universal como la mostrada en la figura 1.28, denominada así porque puede colocar la pieza con la inclinación precisa, sea cual sea esta, respecto a la herramienta. Este tipo de mordaza se puede bloquear en la posición que se desee mediante la palanca 8 colocada debajo de la base. Este bloqueo es simultáneo respecto a los giros en los planos horizontal y vertical. La fijación de la base giratoria 9 se hace automáticamente cada  $15^{\circ}$  con el perro resorte 10.



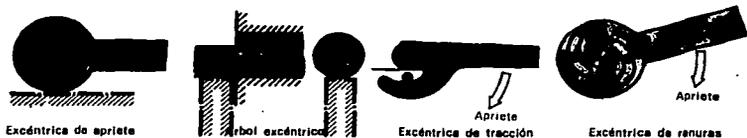
**Figura 1.28.** Mordaza giratoria universal

En todos estos tipos de mordazas, las mandíbulas **d** deben ser de acero templado; los tacos **e** y la guía **g** de acero moldeado; el husillo **3** y la tuerca **t** de acero aleado de alta resistencia.

#### **1.6.1.4.- Bridas de excéntrica**

Las bridas de excéntrica deben ser de autobloqueo, es decir, no deben aflojarse por sí solas.

La sujeción de excéntrica puede actuar directamente sobre la pieza o también sobre otro elemento de sujeción (figuras 1.29, 1.30 y 1.31). Las operaciones de sujetar la pieza y de soltarla se realizan con ellas de modo muy rápido y seguro.



Figuras 1.29.- Ejemplos de aplicación de la sujeción por excéntricas

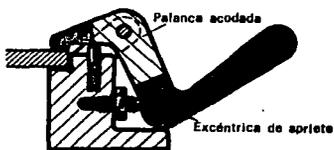


Figura 1.30.- Sujeción de excéntrica con palanca acodada

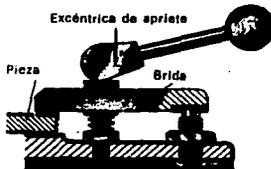


Figura 1.31.- Sujeción con brida y excéntrica

### 1.6.1.5.- Sujeción con palanca acodada.

En la sujeción mediante una palanca acodada (figura 1.32) basta un movimiento relativamente corto para sujetar la pieza de modo rápido y seguro. En la posición final la palanca acodada enclava el esfuerzo de sujeción de manera que resulta imposible el auto desbloqueo. Mediante estos dispositivos de palanca acodada pueden obtenerse esfuerzos de sujeción muy grandes.

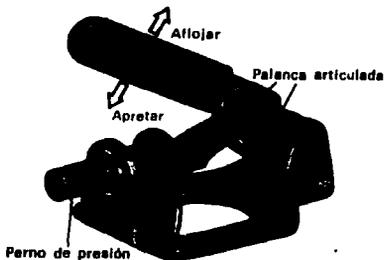


Figura 1.32.- Sujeción con palanca acodada

### 1.6.1.6.- Sujeción de bayoneta

Los pernos de sujeción, que deben al mismo tiempo hacer funciones de centrado, van muchas veces provistos de sujeción de bayoneta (figura 1.33). La leva tensora se fresa en un casquillo cilíndrico y se prolonga todavía un poco en dirección axial con objeto de que pueda tirarse hacia atrás el perno de apriete.

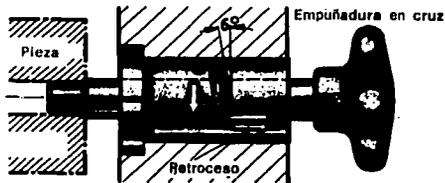


Figura 1.33.- Sujeción de bayoneta

La parte de ranura inclinada tiene un ángulo de paso de unos  $6^\circ$  con objeto de que al apretar se produzca una autorretención. Para conseguir que el perno de sujeción conserve la posición axial se dispone el montaje también con dos levas tensoras.

### 1.6.2.- Elementos de sujeción elásticos.

#### 1.6.2.1.- Resortes

En el caso de piezas que no estén expuestas a una presión de trabajo demasiado elevada puede muchas veces ser suficiente una sujeción mediante resorte siempre que lo permita el perfil de los asientos (figura 1.34). El resorte tiene que permitir un cierto recorrido para colocación de las piezas pero debe dar, no obstante, la fuerza necesaria de sujeción. Pueden emplearse resortes helicoidales o resortes en forma de ballestas (figura 1.35).

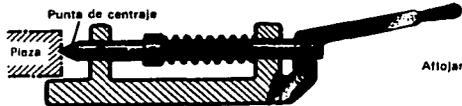


Figura 1.34.- Sujeción con resorte de presión

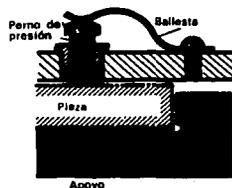


Figura 1.35.- Sujeción con resorte de ballesta

### 1.6.2.2.- Reparto de presiones mediante masillas plásticas

Mediante el empleo de masillas plásticas puede repartirse la presión necesaria para la sujeción de modo muy uniforme y suave desde un punto central a los diversos puntos de sujeción del montaje (figura 1.36).

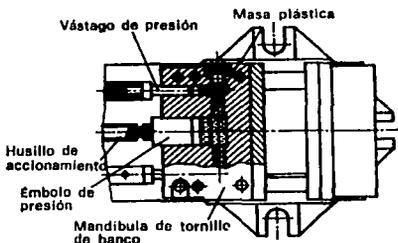


Figura 1.36.-Reparto de la presión por medio de masillas plásticas

Como medio de presión se utiliza el PVC (cloruro de polivinilo) reblandecido. Mediante un émbolo que es accionado por rosca o excéntrica se comprime la masilla; esta masilla transmite la presión a los elementos de sujeción. Para sujetar todas las piezas dispuestas en el montaje basta por lo tanto accionar un solo mango o palanca.

### 1.6.3.- Sujeción neumática e hidráulica

La sujeción de piezas con ayuda de aire comprimido o de aceite hidráulico reduce notablemente los tiempos invertidos en la operación. A veces es posible con una sola palanca manual centrar la pieza y sujetarla simultáneamente por varios sitios. En la figura 1.37 se muestran algunos ejemplos.

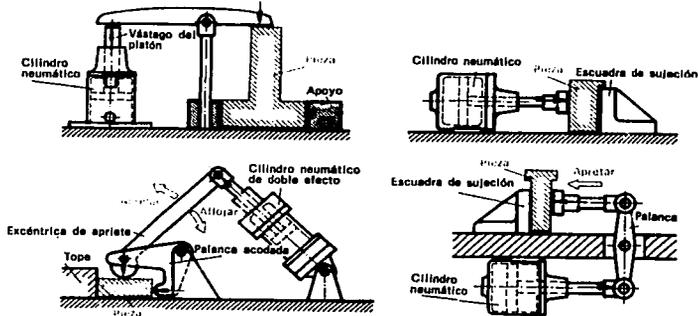
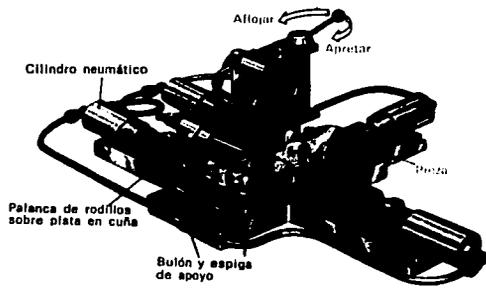


Figura 1.37.- Ejemplos de sujeción con aire a presión o con aceite hidráulico.

En los montajes pueden disponerse los cilindros de presión de tal modo que sujeten directamente la pieza mediante la fuerza axial del vástago del embolo. Pero las fuerzas de apriete pueden actuar también a través de otros elementos de sujeción tales como palancas, excéntricas o cuñas. Con esto pueden resultar multitud de posibilidades para sujetar las piezas de modo seguro y extraordinariamente rápido (figura 1.38).



**Figura 1.38.- Montaje para fresado con sujeción por aire a presión**

## **CAPITULO 2**

### **PRINCIPIOS DE NEUMATICA**

#### **2.1.- Definición de neumática.**

El término neumática proviene de la palabra griega Pneuma, que significa aliento o soplo. En su acepción original, la neumática se ocupaba de la dinámica del aire y de los fenómenos gaseosos, pero la técnica ha creado de ella un concepto propio, pues en neumática sólo se habla de la aplicación de la sobrepresión o de la depresión (vacío).

Las instalaciones neumáticas son máquinas y aparatos que trabajan con aire comprimido o con aire aspirado. La mayoría de las técnicas neumáticas se basan en el aprovechamiento de la energía de la sobrepresión, previamente generada, respecto a la presión atmosférica. El portador de la energía es el aire comprimido. El término aire a presión empleado antes, sólo se utiliza en la actualidad en casos aislados y relacionado con otros conceptos; en la neumática, según las normas, se dice exclusivamente aire comprimido:

*Aire a presión = aire comprimido*

En lo que concierne a las definiciones, símbolos y magnitudes fundamentales de la neumática, se optó por el término aire comprimido y así es empleado en las correspondientes hojas de normas **DIN** y en las normas **VDI**. Los elementos neumáticos son módulos o unidades normalizadas que pueden emplearse siempre en sistemas de mando sencillos o complejos

#### **2.2.- Actuadores neumáticos.**

Los actuadores neumáticos son aquellos componentes capaces de transformar la energía potencial latente en el aire comprimido en trabajo mecánico, para el accionamiento de máquinas o mecanismos.

### **2.2.1.- Clasificación y parámetros básicos.**

Según la forma de entregar este trabajo mecánico, se pueden clasificar a los actuadores en:

- Cilindros: entregan el trabajo en forma rectilíneo de empuje-tracción.
- Actuadores de giro: proporcionan movimientos angulares.
- Motores rotativos: tienen un eje que puede girar para accionar mecanismos rotativos.

Los parámetros básicos de los actuadores neumáticos son:

- Cilindros-----Fuerza y carrera.
- Actuadores de giro-----Par y ángulo.
- Motores neumáticos-----Par y revoluciones.

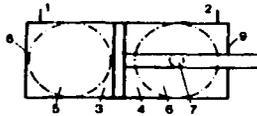
### **2.3.- Cilindros.**

El cilindro de aire comprimido es por regla general el elemento productor de trabajo (órgano motor) en un equipo neumático. Su misión es la de generar un movimiento rectilíneo, subdividido en carrera de avance y carrera de retroceso (a diferencia del motor de aire comprimido, que produce un movimiento de rotación), y de este modo transforma la energía estática en trabajo mecánico (fuerzas de movimiento y esfuerzos de compresión). El cilindro también puede ejercer misiones de regulación y mando dentro de sus funciones de trabajo, pudiendo realizar ambas de manera simultánea según su aplicación.

El cilindro de aire comprimido es un dispositivo motor en el que la energía estática (energía neumática del aire comprimido) se transforma en trabajo mecánico mediante la reducción de la sobrepresión hasta la presión atmosférica exterior.

Las definiciones características de un cilindro de aire comprimido, sus componentes y demás designaciones están normalizadas. En la figura 2.1 están representadas estas

definiciones y denominaciones, de las que sólo se mantendrán las definiciones básicas; introduciéndose nuevas definiciones con las distintas formas constructivas.



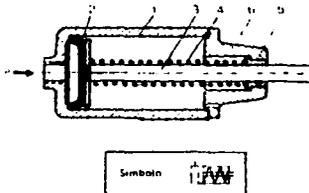
- 1.- Conexión para la salida (toma de aire comprimido en la tapa posterior).
- 2.- Conexión para la entrada (toma de aire comprimido en la tapa inferior).
- 3.- Cara del fondo.
- 4.- Cara de la cubierta.
- 5.- Área del embolo.
- 6.- Área anular.
- 7.- Área del vástago.
- 8.- Fondo.
- 9.- Cubierta.

Figura 2.1.- Definiciones de un cilindro neumático.

### 2.3.1.- Clasificación.

#### a).- Cilindros de simple efecto

El cilindro de aire comprimido de simple efecto sólo puede producir trabajo en una sola dirección del movimiento. Existen varios tipos de construcción básicos para los cilindros de simple efecto. En la figura 2.2 se muestran los elementos generales que constituyen un cilindro de simple efecto.



- 1.- Cuerpo del cilindro.
- 2.- Pistón en forma de vaso.
- 3.- Vástago.
- 4.- Muelle recuperador.
- 5.- Guía del vástago.
- 6.- Tapa anterior.
- P Toma de aire comprimido.

Figura 2.2.- Estructura general de un cilindro de simple efecto.

### b).- Cilindros de doble efecto

El cilindro de aire comprimido de doble efecto se construye siempre en forma de cilindro de émbolo y posee dos tomas para el aire comprimido situadas a ambos lados del émbolo y puede producir trabajo en los dos sentidos del movimiento. En la figura 2.3 se muestran las características partes de un cilindro de doble efecto.

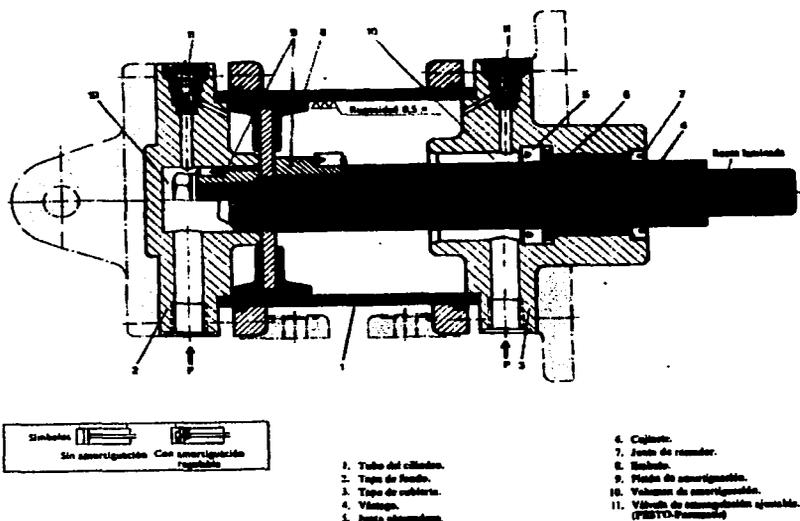
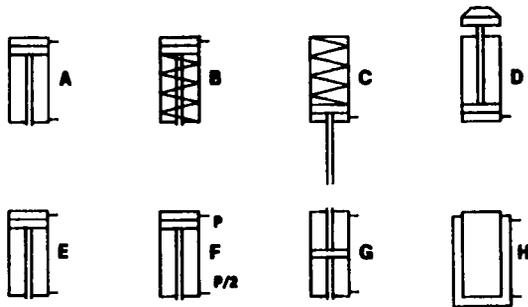


Figura 2.3.-Sección de un cilindro neumático de doble efecto, la mitad superior con amortiguación regulable; la mitad inferior sin amortiguación.

En la figura 2.4 se muestra la clasificación de los cilindros neumáticos en función de su accionamiento, para su mejor descripción se mencionan algunas de las características particulares de cada tipo.



**Figura 2.4.-** Distintas modalidades de cilindros neumáticos en función de su disposición interna y funcional.

**A) Es un cilindro de doble efecto.** Introduciendo aire comprimido por el orificio superior y comunicando con la atmósfera el orificio inferior, el vástago del cilindro sale venciendo la carga antagonista, Invirtiendo las conexiones, es decir, conectando el aire comprimido al orificio inferior y el orificio superior con la atmósfera, el vástago del cilindro se recoge.

Debe considerarse que no sólo es preciso conectar el aire comprimido a una cara del émbolo, sino que además es preciso conectar la cara opuesta con la atmósfera. Como se sabe, las superficies de una y otra cara del émbolo son diferentes, ya que en una de ellas ha de descontarse la superficie del vástago. Por lo tanto, a igualdad de presión, este cilindro hace más fuerza en el sentido de salida que en el de entrada.

**B) Es un cilindro de simple efecto con resorte en el lado del vástago.** En este cilindro al conectar el aire comprimido con la entrada, la fuerza producida empuja el émbolo hacia adelante, comprimiendo al resorte y haciendo salir al vástago. Al cesar la acción del aire comprimido por conectarse de nuevo la cámara trasera del cilindro con la atmósfera, el resorte recupera la posición primitiva y el vástago retrocede. La fuerza del resorte en este caso es un elemento negativo que hace al cilindro salir con menos empuje del que

corresponde a su diámetro; según los diferentes constructores, la fuerza del resorte, generalmente, oscila alrededor de un 15% de la fuerza normal del cilindro cuando funciona a 6 bar.

Debe recordarse que los resortes no ejercen la misma fuerza cuando están extendidos que cuando están comprimidos. La fuerza va creciendo según la disminución de la longitud siguiendo una ley lineal en sus límites prácticos (Ley de Hooke).

Los catálogos de los fabricantes de cilindros suelen dar el dato de la fuerza del resorte cuando el cilindro está retraído y cuando está extendido.

Constructivamente están provistos de un manguito o sufridera adecuado que, además de fijar exactamente la carrera del cilindro, impide que la fuerza final se ejerza sobre las espiras del resorte.

En la cámara del cilindro que contiene el resorte hay aire a presión atmosférica, por tanto, es preciso que exista un orificio del diámetro adecuado que permita la expulsión al exterior de dicho aire cuando sale el cilindro y la posterior aspiración de aire cuando se produce la carrera de retorno.

C) Es un cilindro de simple efecto con el resorte colocado de tal manera que el vástago se encuentra en extensión. Las características y disposición son similares a las del anterior con las salvedades oportunas.

D) El cilindro es de simple efecto. En este caso el retroceso del émbolo se produce por acción de la gravedad, debido al peso que es elevado al salir el vástago.

El descenso se verifica siempre que el peso sea superior a la fuerza de rozamiento del cilindro. Tiene, por lo tanto, el inconveniente de no poder hacer la carrera de retroceso con una carga de elevación por debajo de su valor mínimo.

E) Este cilindro se denomina diferencial. El diámetro del vástago es muy grande, en este caso, comparado con el diámetro interior del tubo; se emplea principalmente en aplicaciones de olco hidráulica.

F) El tipo de cilindro indicado es un cilindro normal. El émbolo se mueve cuando se alimentan simultáneamente las dos cámaras, pero con presiones sensiblemente diferentes.

G) Este cilindro se llama de doble efecto y doble vástago. Encuentran su aplicación en algunos sistemas neumáticos que resultan simplificados. También se emplean en sistemas que precisan la regulación exacta de la carrera con tope exterior ajustable.

H) A este cilindro se le denomina émbolo buzo. En este tipo de cilindro el vástago tiene un diámetro casi igual al del tubo. Tiene una aplicación típica que es la elevación de automóviles en los talleres. Disponen de un resalte en el vástago que impide la expulsión de éste cuando llega al final del recorrido.

### **2.3.2.- Elementos constructivos**

Actualmente, dada la situación del mercado nacional e internacional en cuanto a fabricantes de cilindros neumáticos, no tiene sentido fabricarlos de artesanía, es decir no es recomendable fabricarlos de acuerdo a las necesidades y geometría específicas de cada máquina o equipo ya que siempre es más fácil hacer las adaptaciones necesarias en las máquinas y utillaje que permitan acoplar los modelos normalizados.

En algunos caso se utiliza un fuelle protector de vástago para cilindros neumáticos o cilindros hidráulicos. Protegen el vástago contra el polvo abrasivo o los ambientes corrosivos. Reduce los intervalos de servicio o mantenimiento por la protección supletoria contra la entrada de suciedad y proporciona una vida más larga.

Se fabrican de muy diferentes materiales, según la compatibilidad ambiental, pudiendo ser de neopreno reforzado con nylon, silicón, cuero natural, etc.

### 2.3.3.- Parámetros básicos y funcionales.

Estos elementos son actuadores de acción lineal; transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico definido por:

$$T = F \times e = P \times S \times L$$

donde:

$T$  = trabajo mecánico,  $P$  = presión,  $S$  = superficie y  $L$  = carrera

Los cilindros tienen dos parámetros geométricos principales, a saber:

- sección y carrera (figura 2.5)

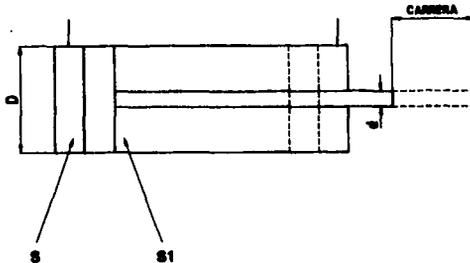


Figura 2.5.- Sección esquemática de un cilindro neumático de doble efecto con sus constantes indicadas.

La sección activa del cilindro, al ser éste generalmente circular, está dada por:

$$S = \pi \times R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

Por lo general se emplea la segunda expresión, puesto que en un cilindro es muy fácil medir el diámetro y muy difícil medir el radio.

### 2.3.4.- Fuerza.

La fuerza teórica que es capaz de ejercer un cilindro se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$F = p \times s = p \frac{\pi D^2}{4}$$

Utilizando el sistema internacional y expresando la presión en kilogramos por centímetro cuadrado y el diámetro en centímetros, la fuerza que se obtiene estará dada en kilogramos.

### 2.3.5.- Carrera.

La carrera es la otra constante del cilindro y esta definida por la diferencia de posición entre las dos situaciones extremas del émbolo.

Al efectuar los cálculos de fuerzas debe tenerse en cuenta que en el sentido de salida del vástago, se toma la superficie total del tubo. En cambio en el sentido de entrada del vástago la superficie es más pequeña, puesto que es preciso descontar la superficie del vástago.

Siendo  $D$  el diámetro interior del tubo y  $d$  el diámetro del vástago, la superficie activa se puede calcular por medio de:

$$S_1 = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

por lo tanto, la fuerza que efectúa el cilindro en el sentido de entrada es:

$$F_1 = p \times \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

Por tanto,  $F > F_1$  y si se conectan las dos entradas del cilindro a una misma fuente de presión, el vástago tenderá a salir.

### 2.3.6.- Consumo.

El consumo de aire en un cilindro neumático se mide en litros por metro en condiciones normales y depende de su diámetro, de su carrera y del número de ciclos de ida y vuelta que efectúa en la unidad de tiempo.

En cilindros grandes puede tenerse en cuenta la reducción del volumen del vástago, pero en cilindros pequeños esta diferencia de consumo resulta despreciable.

Así el volumen del cilindro en el sentido de salida del vástago para la carrera es igual a:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times C$$

y el volumen del cilindro en el sentido de entrada del vástago:

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \times C$$

La suma de  $V + V_1$  representa el volumen del cilindro en una carrera de ida y vuelta.

Como el cilindro se llena de aire a presión, es preciso corregir este volumen por medio de la aplicación de la ley de Boyle, multiplicando el volumen por la presión absoluta (presión manométrica + 1).

Por lo tanto, el volumen de aire consumido por el cilindro en cada ciclo viene dado por:

$$\text{consumo} = (V + V_1)(P + 1)$$

valor que, multiplicado por el número de ciclos que efectúa el cilindro en la unidad de tiempo nos proporcionará el consumo.

### 2.3.7.- Velocidad de accionamiento.

Una de las principales ventajas de la utilización del aire comprimido para accionar cilindros es su gran velocidad de desplazamiento. En cualquier caso la velocidad del cilindro depende de:

- La presión del aire.

- La sección y longitud de las tuberías y conexiones que condicionan la pérdida de presión.
- La relación superficie de émbolo / superficie de tubería de alimentación.
- La fuerza que ha de vencerse (fuerza de oposición).

La velocidad de los cilindros neumáticos puede oscilar entre 0.1 y 1 m/s. Por debajo de 0.1 m/s, puede producirse un funcionamiento irregular. Por encima de 1 m/s, debe cuidarse mucho la amortiguación de energía cinética y los tipos de aceite lubricante para obtener vidas razonables de los componentes.

La regulación de la velocidad en la práctica es necesaria para evitar movimientos incontrolados. La regulación de velocidad se consigue por medio de los estranguladores de caudal que limitan el caudal de aire que sale del cilindro hacia el escape.

Nunca debe estrangularse el aire de entrada hacia el cilindro, ya que produce movimientos del émbolo a saltos, lo que no es normalmente admisible en el accionamiento de mecanismos.

Recordar que siempre debe estrangularse el caudal de salida.

### **2.3.8.- Amortiguación.**

Cuando el émbolo llega al final de su recorrido, golpea contra la cabeza correspondiente si este golpeteo es repetitivo y representativo, entonces se producen deformaciones que acaban destruyendo el cilindro.

Se emplean las siguientes soluciones para evitar este golpeteo:

- La amortiguación elástica se utiliza en los pequeños cilindros que han de soportar golpeteos ligeros y consisten en anillos de material elástico (neopreno o similar), que evitan el choque metal – metal, y que con su deformación absorben la pequeña energía cinética del sistema móvil.

- La amortiguación neumática regulable se usa en todos aquellos cilindros que han de amortiguar repetitivamente a las masas en movimiento (energía cinética) de cuantía más representativa. La secuencia de este tipo de amortiguación se muestra en la figura 2.6

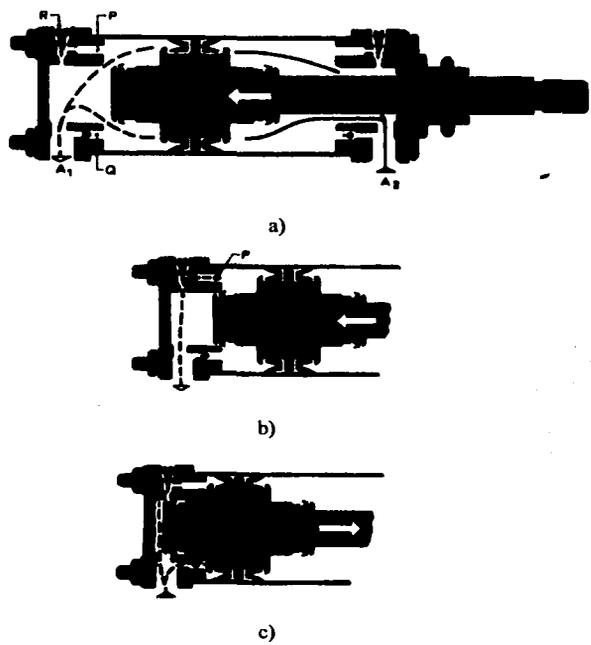


Figura 2.6.- Ilustración secuencial de la amortiguación neumática regulable.

De la figura 2.6 a el flujo de aire procedente del distribuidor entra por el orificio A<sub>2</sub>. El orificio A<sub>1</sub> está conectado con la atmósfera y el émbolo del cilindro se desplaza en el sentido de la flecha barriendo el aire. El conducto Q está cerrado.

De la figura 2.6 b el cilindro supletorio del émbolo se ajusta en la cabeza posterior. Entre las juntas de labios queda confinada una cantidad de aire que no tiene más remedio que escapar por P, creándose una compresión en la cámara que actúa en sentido contrario al movimiento y contribuye a desgastar la energía cinética del conjunto móvil.

En la figura 2.6 c cuando se invierte el distribuidor y entra aire por el orificio A<sub>1</sub>, empuja sobre el cilindro central y sobre la cámara anular, puesto que levanta el antirretorno Q, produciéndose la acción sobre la totalidad de la superficie y, por tanto, su arranque enérgico.

En los catálogos técnicos suele indicarse la capacidad de amortiguación de cada cilindro.

La amortiguación regulable consiste en dos émbolos supletorios del émbolo que en su final de recorrido se introducen en sendas, mecanizaciones cilíndricas que hay en la tapa sobre la cual va a finalizar el movimiento. Mientras el cilindro se desplazan lo largo de toda su carrera, el aire escapa por el orificio central.

Cuando en su momento el émbolo se introduce en la culata del cilindro, queda una cantidad de aire confinada, que no tiene más remedio que escapar a través de un orificio de paso ajustable, por medio de un tornillo cónico.

Este tornillo crea una resistencia al paso del aire que se opone al movimiento del émbolo, creándose un cojín amortiguador. Con el tornillo de ajuste puede conseguirse que en el final del recorrido no se advierta ningún sonido metálico.

No debe cerrarse demasiado este tornillo para no producir rebotes o incluso podría impedirse al cilindro completar su carrera.

Cuando el cilindro debe invertir el sentido de movimiento, el aire entrante levanta la bola antirretorno o sistema equivalente para actuar sobre la totalidad de la superficie del cilindro. Si no existiera este sistema, el cilindro en vez de arrancar con la superficie total, arrancaría sólo con la superficie del émbolo amortiguador. Esta bola hace la función de arranque rápido, para que éste se produzca de manera firme.

## **2.4.- VÁLVULAS.**

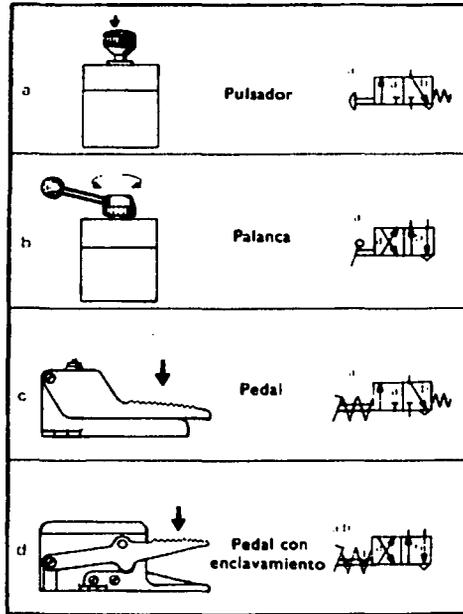
Son dispositivos que sirven para controlar o regular el arranque, parada y sentido así como la presión o el flujo del medio de presión, impulsado por una bomba hidráulica, un compresor, una bomba de vacío o acumulado en un depósito.

Las válvulas empleadas en neumática sirven principalmente para controlar un proceso actuando sobre las magnitudes que intervienen en él. Para poder controlar, se necesita una energía de control con la que debe intentarse conseguir el mayor efecto posible con un gasto mínimo. La energía de control viene determinada por la forma de accionamiento de una válvula y puede conseguirse manualmente o por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

### **2.4.1.- Accionamiento de las válvulas**

Una característica importante de toda válvula es su clase de accionamiento, debido a que, de acuerdo con ello, dentro de la cadena de mando de un equipo neumático se la empleará como elemento emisor de señal, órgano de control o de regulación. La clase de accionamiento de una válvula de vías no depende de su función ni de su forma constructiva, sino que el dispositivo accionamiento que se agrega a la válvula básica.

La clasificación se establece entre accionamiento directo y accionamiento a distancia (o telemando). En el accionamiento directo, el órgano de mando está directamente sobre la válvula, por ejemplo todas las clases de accionamiento manuales y mecánicas. Entre las musculares figuran todas las accionadas con la mano o con el pie, en la figura 2.7 se muestran algunos ejemplos de accionamientos musculares.



**Figura 2.7.-** Ejemplos de accionamientos musculares.

Los accionamientos mecánicos son necesarios en todas aquellas partes en las que la válvula deba ser accionada por un órgano mecánico del equipo, por ejemplo, levas en el vástago de un cilindro, discos de levas, carros de las máquinas, etc. La figura 2.8 contiene algunos ejemplos de accionamientos mecánicos para válvulas de vías.

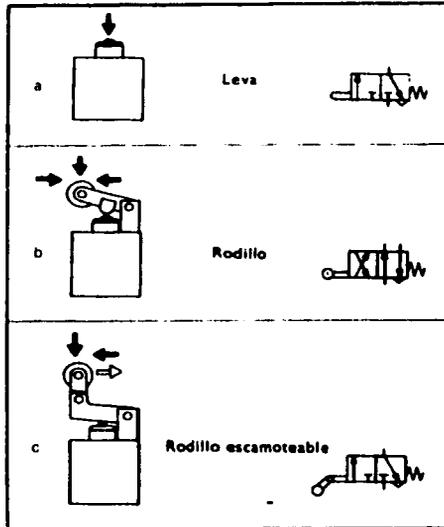


Figura 2.8.- Ejemplos de accionamientos mecánicos

En el mando a distancia de una válvula de vía, está separado de ella (en otro lugar) el órgano accionador (emisor de señales).

#### 2.4.2.- Características de las válvulas según la función

Según el número de vías controladas se le llama válvula de dos vías, de tres vías, de cuatro vías o de múltiples vías. Como vías se consideran: la conexión de entrada de aire comprimido, conexión(es) de alimentación para el consumidor y orificios de purga (escape). Los orificios de salida se consideran siempre como una sola vía controlada, aún cuando la válvula tenga varios de ellos.

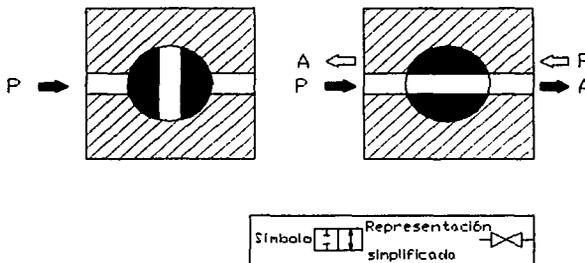
La conexión del aire comprimido (alimentación) se designa con la letra P.

Las tuberías de trabajo con letras mayúsculas en la secuencia A, B, C

Los orificios de purga con R, S, T

Las tuberías de control o accionamiento con Z, Y, X.

Al grupo de las válvulas de dos vías pertenecen todas las llaves de paso, ya que éstas poseen un orificio de entrada (1ª. vía) y otro de salida (2ª. vía). En ellas, si la válvula está abierta, el aire comprimido puede circular libremente de izquierda a derecha o viceversa. En la figura 2.9 se muestra el esquema de una válvula de dos vías.



**Figura 2.9.-** Esquema del funcionamiento de una válvula de dos vías (llave de paso) en la que el paso puede ser en los dos sentidos.

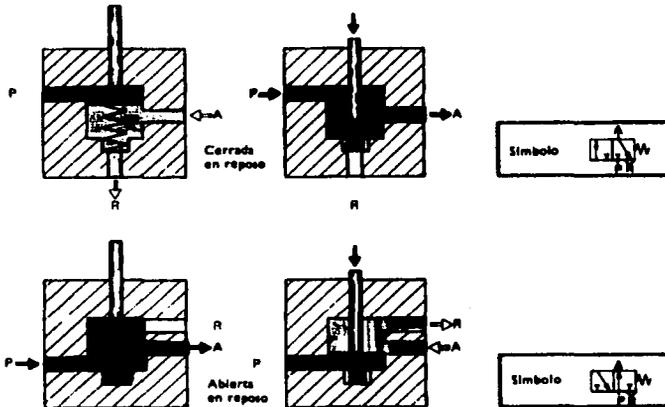
Todos los cilindros deben purgarse (dar salida al aire) después de realizar el trabajo con el fin de que pueda comenzar una nueva fase. Por consiguiente, se precisa una válvula de tres vías para accionar las tres tomas siguientes:

1ª. Vía: toma de la red (P) = alimentación

2ª Vía: conducción al consumidor (A) = utilización

3ª.Vía: purga (R) = escape

En la figura 2.10 se representa en dos posiciones de maniobra el funcionamiento de una válvula de tres vías para abierta y cerrada. En la posición de purga, la alimentación de la red (P) está cerrada y la tubería de utilización (A) está unida con la atmósfera exterior a través del escape (R). El aire comprimido ya utilizado sale del consumidor hacia el exterior. Una válvula de tres vías es el elemento básico para el accionamiento de un cilindro de simple efecto.



**Figura 2.10.-** Esquema del funcionamiento de una válvula de tres vías. Arriba: función de apertura.  
Abajo: función de cierre.

Un cilindro de doble efecto puede accionarse, por ejemplo, con dos válvulas de tres vías o también con una válvula de cuatro vías figura 2.11. En esta válvula se accionan alternativamente dos tuberías hacia el consumidor (A y B), y como también intervienen la toma de la red (P) y el escape (R y S), se tienen ahora cuatro vías para controlar. Aunque hay dos orificios de purga en la válvula, sólo cuentan como una vía controlada.

Si en la representación simbólica debe figurar la posición accionada o bien la segunda posición de una válvula, esta posición se realiza desplazando los campos hasta que las tuberías coincidan con las tomas.

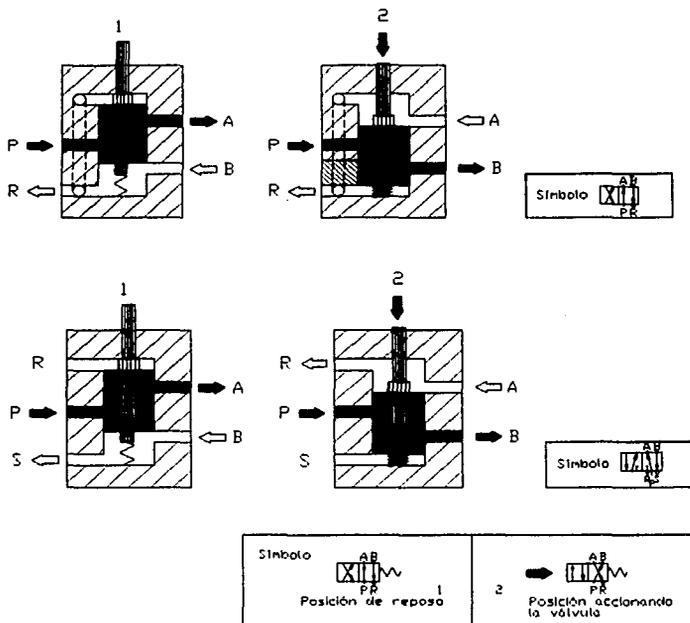


Figura 2.11.- Esquema del funcionamiento de una válvula de cuatro vías. Arriba: con un orificio de purga común. Abajo: con dos orificios de purga.

En neumática no son usuales las válvulas con más de cuatro vías, las de 5 y de 6 vías se utilizan más en hidráulica.

### 2.4.3.- Válvula antirretorno.

Este es un accesorio muy simple. Recibe distintos nombres: antirretorno, retención, diodo neumático, de pie, etc., y en todos los casos permite el flujo de aire en un sentido y lo impide en el contrario. El resorte de cierre genera una pequeña caída de presión como se puede observar en la figura 2.12.

En aplicaciones de aire comprimido la estanqueidad en el sentido de bloqueo se efectúa por medio elástico: junta tórica, junta de clapet, etc.

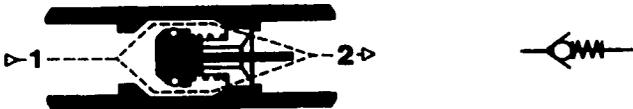


Figura 2.12.- Sección de válvula antirretorno simple.

En aplicaciones hidráulicas con aceite, la estanqueidad se efectúa por ajuste metal con metal con asiento de tipo esférico, plano o cónico, y la fuerza del resorte puede ser regulada para obtener presiones de retención en el sentido libre de un valor ajustable.

Las aplicaciones clásicas de estas válvulas pueden ser la retención de una carga en alto por medio de un cilindro neumático en el caso de fallo en el suministro de aire comprimido y mantener cargado un depósito acumulador en mandos de emergencia.

### 2.4.4.- Válvulas inversoras de un circuito.

Estas válvulas permiten la llegada de aire a un circuito procedente de dos mandos diferentes, tal y como se muestra en la sección de esta válvula en la figura 2.13. También son llamadas funciones o cuando se contempla su función lógica. En todo caso, permiten la salida del aire a través de la rosca 2 cuando llega aire por la rosca 1 o por la rosca 11, puesto que la clapeta móvil siempre ocluye la salida opuesta a aquella por la cual entra el aire.

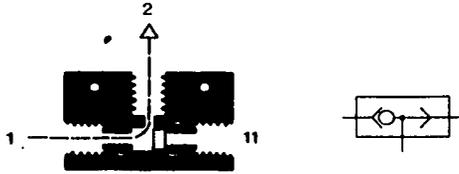


Figura 2.13.- Sección de una válvula inversora también llamada función O. Se indica su esquema ISO.

#### 2.4.5.- Válvulas de simultaneidad.

La válvula de simultaneidad cumple con la función lógica Y (AND). Esta válvula posee dos conexiones de entrada y una de salida. La señal de salida sólo se obtiene cuando se aplican las dos señales de entrada simultáneamente. Si cualquiera de las dos señales de entrada no está presente, no se produce la señal de salida.

En la figura 2.14 se puede apreciar el sistema constrictivo basado en un émbolo móvil flotante con estanqueidad obtenida por juntas tóricas. Una sola llegada de aire (señal) aplicada a cualquiera de las entradas 1 no provoca salida por el orificio 2. Dos señales aplicadas simultáneamente a ambas entradas 1 determinan la señal de salida por el orificio 2.

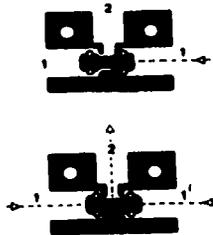
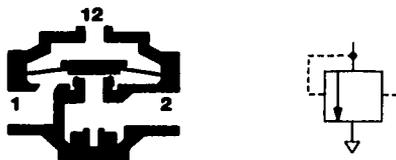


Figura 2.14.- Sección de una válvula de simultaneidad o función Y.

#### 2.4.6.- Limitadores de presión.

Una válvula limitadora de presión es aquella en la cual el escape del fluido es impedido convenientemente por un disco directamente cargado por un resorte, un peso directo, o una palanca con un peso en su extremo.

En el campo del aire comprimido el resorte es el único prácticamente empleado. La figura 2.15 muestra la sección de una válvula de presión pilotada a diafragma.



**Figura 2.15.-** Sección de válvula limitadora de presión pilotada a diafragma. Orificio 1 entrada de fluido; orificio 2 salida de fluido descargado al exterior (no tapar nunca); orificio 12 pilotaje para conexión del regulador de presión piloto.

Los limitadores de presión directamente cargados por un resorte se dividen en dos clases principales:

- a).- Pop, son las válvulas en las cuales el elemento de cierre (bola) es directamente apretado sobre el asiento por medio de un resorte.
- b).- Diafragma, son las limitadoras de presión en las cuales el resorte actúa sobre un diafragma que está sometido a la acción de la presión.

Debido a que cuando aumenta la sección de paso el resorte puede llegar a alcanzar dimensiones exageradas que impidan su manejo, se han desarrollado los modelos pilotados en los cuales dicho resorte es sustituido por la acción de una membrana cargada por la presión de un pequeño regulador auxiliar. Existen modelos con piloto integral en

los cuales la limitadora principal de membrana y el regulador piloto forman un conjunto monobloque.

La presión de ajuste es el valor de la presión en la cual la válvula empieza a abrir (ventear). La presión máxima es el valor de la presión en el cual la válvula permite el paso del máximo caudal nominal. Este valor es aproximadamente un 10% superior a la presión de ajuste. El reasiento de la limitadora de presión es el valor de la presión estática en el cual se reafirma de nuevo el cierre del disco obturador y la fuga se hace cero de nuevo.

En todo caso, los limitadores de presión deben ser diseñados o escogidos generosamente para que la presión máxima no exceda la presión de servicio del depósito o instalación que se desea proteger.

#### **2.4.7.- Válvulas de escape rápido.**

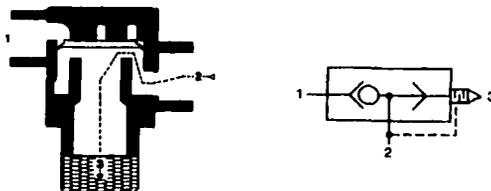
En algunos casos, cuando se desea poder reducir la velocidad de un cilindro, se intercalan estranguladores de caudal. Estos reductores de caudal originan una pérdida de carga añadida en las tuberías de escape.

En otros casos, al contrario, lo que se desea es dejar escapar el aire del cilindro sin retenciones, evitando su paso a través de conducciones, distribuidores, etc.

Esta función de escape inmediato sin retenciones a la atmósfera se realiza por medio de una válvula de escape rápido.

La válvula mostrada en la figura 2.16 consta de un disco o clapeta de bordes afilados en el interior de un cuerpo de válvula; cuando el aire procedente de un distribuidor accede por el orificio 1, desplaza la clapeta que, con un pequeño recorrido, tapa el orificio 3. En esta posición el aire comprimido deforma los bordes de la clapeta y sale por el orificio 2 hacia el cilindro.

Cuando el distribuidor en su maniobra pone a escape el orificio 1, la presión confinada, en contacto con el orificio 2, hace retroceder a la clapeta abriéndose a la atmósfera el orificio 3, permitiendo su escape brusco al exterior.



**Figura 2.16.-** Válvula de escape rápido en sección

El paso del orificio 3 suele tener una superficie tres o cuatro veces mayor que el correspondiente al orificio 1, para facilitar el escape.

Las válvulas de escape rápido suelen ser ruidosas, por lo que en funciones de automatismos suelen disponer de un silenciador de gran paso que produzca poca retención.

Debido a la gran velocidad de salida del aire a través del orificio 3, estas válvulas se utilizan también en la expulsión de piezas a contenedores en operaciones de estampación y en la rotura de las bóvedas que pueden formarse en tolvas de áridos. En estos casos se conecta un depósito acumulador a la conexión 2 y una tobera se conecta a la conexión 3.

#### **2.4.8.-Reguladores de flujo.**

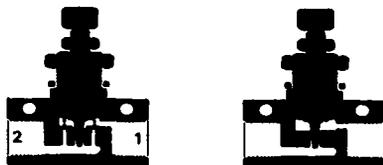
Los reguladores de flujo o reguladores de caudal tienen la misión de estrangular el caudal de aire cuando se conduce a donde es utilizado.

Los reguladores de caudal se dividen en dos grupos principales:

- Reguladores unidireccionales.
- Reguladores bidireccionales.

En la figura 2.17 puede apreciarse el tornillo de regulación y la contratuerca, que debe apretarse sin falta después del ajuste para evitar que el tornillo gire por efecto de las vibraciones de la máquina. En el modelo unidireccional se distingue la clapeta que hace la función de antirretorno. El paso del orificio 2 al orificio 1 es libre. El paso del 1 al 2 es controlado (estrangulado). El dibujo seccionado se denomina "en línea". Existen otros modelos con la misma función que se atornillan directamente sobre el cilindro.

Cuando se intenta controlar la velocidad de movimiento de un cilindro neumático de doble efecto, los reguladores de caudal se instalan con el sentido de libre paso hacia el cilindro y los reguladores actúan sobre el aire que escapa de él.



**Figura 2.17.-** Sección de reguladores de flujo uni y bidireccionales.

Los reguladores de caudal para el control de velocidad de cilindros tienen la aguja generalmente de punta cónica. Los reguladores de caudal que se utilizan en sistemas de temporización tienen una aguja de tipo parabólico para que la sección de paso sea aproximadamente lineal con el número de vueltas de tornillos de regulación.

Los reguladores de caudal unidireccionales disponen de dos caminos en paralelo para el paso de aire. En uno de ellos hay un antirretorno simple y en el otro está la regulación propiamente dicha.

La acción de regulación sólo se manifiesta en el sentido en el cuál el antirretorno impide el paso, puesto que el otro sentido el caudal de aire levanta la capleta y pasa libremente.

En los reguladores bidireccionales no existe la válvula antirretorno y, en consecuencia, el efecto estrangulador se manifiesta en ambos sentidos de paso.

Como variantes de estos reguladores básicos existen:

- Reguladores de caudal pilotados. En ellos existe una válvula de dos vías pilotada a voluntad que deja sin efecto la regulación, dejando el paso libre en ambos sentidos de paso.
- Reguladores de caudal con vertido al exterior. Tienen la válvula antirretorno colocada de tal manera que al hacerse la inversión de flujo se abre, conduciendo el aire de retorno a la atmósfera en lugar de volver el aire a la conducción.

Para obtener una gama de regulación amplia en el control de la velocidad de un cilindro es conveniente que el regulador de flujo tenga las mismas roscas que aquél.

En algunas aplicaciones los reguladores de flujo se colocan en los escapes del distribuidor, con lo cual quedan reunidos los mandos eléctricos y los controles de velocidad.

#### **2.4.9.- Presostatos.**

Los presostatos o interruptores eléctricos accionados por presión son aquellos componentes en los cuales la presión actúa sobre un pistón o membrana que al empujar un resorte regulable acciona un contacto eléctrico que cierra, abre o conmuta un circuito tal como se observa en el esquema ISO de la figura 2.18. En cuanto a su misión en los circuitos, vemos que los presostatos tienen una función opuesta a las electroválvulas:

- Un presostato convierte las señales neumáticas en señales eléctricas.
- Una electroválvula convierte las señales eléctricas en señales neumáticas.

En un presostato aparte de los elementos básicos y de sus características eléctricas, que pueden ser muy variadas, deben considerarse dos aspectos principales:

- Margen de actuación (rango).
- Diferencial. Puede ser fijo o regulable.

El margen de actuación se define como el campo de variación en el cual puede ajustarse el valor del cambio de estado.

Como diferencial entendemos la histéresis o retraso en la ruptura o cambio de estado para un mismo taraje, según suba o baje la presión.

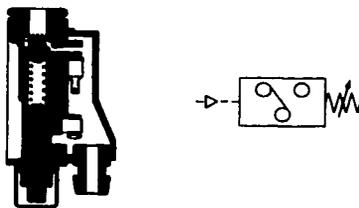


Figura 2.18.- Presostato o interruptor eléctrico accionado por presión.

#### 2.4.10.- Distribuidores diferenciales.

Estos pequeños distribuidores están exentos de resortes. El posicionamiento del émbolo se logra gracias al diseño diferencial (dos diámetros diferentes) de su carrete. Cambia de estado por actuación sobre el émbolo diferencial 12 de la figura 2.19. Se emplea en circuitos de temporización. Son pocos sensibles a los cambios de presión de alimentación.

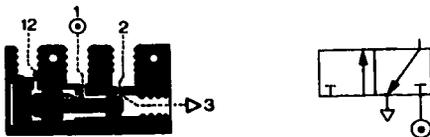


Figura 2.19.- Distribuidor diferencial

Quando se conecta con la presión del aire, el orificio 1 queda cerrado y el orificio 2 queda conectado con la atmósfera gracias al desplazamiento que produce el émbolo en el sentido de su extremo de mayor diámetro.

Aplicando la presión en el orificio 12, se anula el efecto diferencial, pasando el émbolo a la otra posición extrema, con lo que se conecta el orificio 1 con el 2, quedando el orificio 3 cerrado.

Estos distribuidores de pequeño tamaño tienen muy poco rozamiento y, al estar exentos de resorte, se manifiestan insensibles a las variaciones de presión, puesto que la diferencia entre las fuerzas actuantes es siempre constante. Esta propiedad los hace ideales en sistemas de temporización o retardo neumático.

#### 2.4.11.- Válvulas seleccionadoras.

Son distribuidores de 3 vías/2 posiciones, actuadas manualmente por medio de un manguito concéntrico moleteado. Permiten aislar una sección del circuito, evacuando a la atmósfera el aire comprimido contenido en ella. Son muy fáciles de instalar y quedan montadas en línea con la tubería.

En la figura 2.20 se muestra el funcionamiento de este tipo de válvula y se ve como la llegada del aire comprimido se efectúa por el orificio 1. El orificio 2 es la conexión que conduce al circuito que se pretende seleccionar. La salida 3 es el escape del aire a la atmósfera.

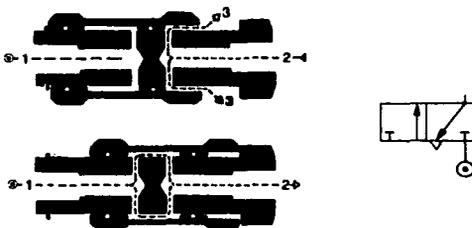


Figura 2.20.- Corte de válvula seleccionadora de tipo manguito con su esquema correspondiente.

## 2.5.- Accesorios de conexionado.

### 2.5.1.- Racordajes.

Es muy importante recordar que el aire comprimido que se dirige a los diferentes componentes del circuito debe ser conducido a través de racordajes y tuberías, en general de pequeño diámetro, que aseguren rapidez en la conexión, que permitan la instalación con ausencia de fugas y que resistan bien la acción de la corrosión, vibraciones y esfuerzos mecánicos.

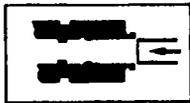
Los tipos o familias de racores de conexión se agrupan en los siguientes apartados:

- Racores instantáneos.
- Racores con bicono de compresión.
- Racores con espiga-tuerca moleteada.

El tipo instantáneo se utiliza principalmente para tuberías de nylon o poliuretano. El tipo de bicono de compresión se emplea indistintamente con tuberías plásticas de nylon, con tubos metálicos de cobre o con tubos de nylon armado interiormente de aluminio.

El sistema de espiga-tuerca moleteada se emplea con tubos de nylon, PVC y poliuretano, en todo caso para efectuar las últimas conexiones con los tubos de pequeño diámetro. En la figura 2.21 se muestra la sección de estas tres diferentes familias de racores.

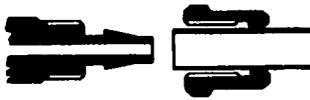
Por las necesidades derivadas de conectar debidamente en pequeños espacios disponibles, por las variantes de diámetro de tubos y por las modalidades de montaje, los racores de conexión de estas tres familias de racores abarcan una larga serie de variantes.



a);



b);



c);

**Figura 2.21.-** Sección convencional de un racores a); instantáneo, b); con bicono de compresión, c); con espiga-tuerca moleteada.

En la actualidad existen diferentes tipos de racores que se manejan en la industria, algunos de estos son los siguientes:

- Racor de entrada recto.
- Racor de entrada codo.
- Racor de entrada codo-giratorio.
- Racor en T tubo-tubo.
- Racor en T con conexión central roscada macho.
- Racor en T con conexión extremo roscada macho.
- Racor en codo tubo-tubo.
- Reducciones.
- Racor orientable (banjo).
- Racor orientable (banjo) doble.
- Pasatabiques.
- Pasatabiques en codo, etc.,

hasta completar una muy larga serie de variantes que cubren todas las necesidades de montaje sobre las máquinas.

En la fabricación de estos tipos de racores se emplea como material base el latón estampado, para asegurar que están exentos de poros, y un niquelado exterior que los protege de la corrosión ambiental.

En el caso de los racores instantáneos, la estanqueidad entre el racor y el tubo se efectúa por medio de una junta tórica, generalmente fabricada en nitrilo. Estos racores

instantáneos no deben, en principio, utilizarse en sistemas de frenos de vehículos, por necesitar de requisitos especiales.

### 2.5.2.- Enchufes rápidos.

Los denominados racores instantáneos, permiten un número limitado de conexiones-desconexiones, puesto que la superficie exterior del extremo del tubo queda marcada por las pequeñas huellas que deja la pinza de retención.

Si por la índole del mecanismo se piensa en frecuentes operaciones de conexión-desconexión, entonces es necesario utilizar los denominados enchufes rápidos que se representan en la figura 2.22.

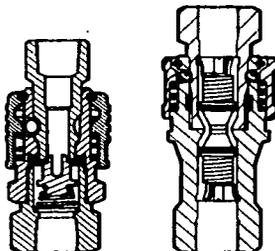


Figura 2.22.- Secciones de enchufes rápidos de simple obturación y doble obturación en posición de "conectados". Pueden distinguirse los elementos de estanqueidad.

Los enchufes rápidos se agrupan en tres familias principales:

a) Doble obturación. En éstos, al efectuar la desconexión, ambos extremos quedan cerrados por sendos obturadores, impidiendo el escape o el derrame del fluido. Cuando se efectúa la reconexión, se desplazan los obturadores y se restablece el paso. Este tipo de conexión rápida se emplea, sobre todo, en tubos que transportan líquidos.

b) Simple obturación. Al efectuarse la desconexión sólo uno de los extremos desconectados queda obturado. Este tipo es el más empleado, generalmente, en el conexionado de sistemas de aire comprimido, colocándose en las tomas de utilización.

c) Sin obturación. En esta familia de conexiones rápidas, ambos extremos quedan sin obturar al efectuarse la desconexión.

Las conexiones rápidas se fabrican en diversos materiales atendiendo a los diferentes fluidos a transportar. En sistemas de aire comprimido se emplea el latón con uñas de retención en acero inoxidable. Para sistemas hidráulicos de alta presión se emplea el acero al carbono como material base.

El acero inoxidable con juntas de estanqueidad interna en materiales que van desde el nitrilo al vitón, pasando por silicones, teflón, etileno-propileno, etc., se emplea para atender a las necesidades de resistencia a la agresión físico-química del fluido que se precise conducir.

### 2.5.3.- Racores giratorios.

En los casos en que es preciso transportar el aire comprimido a zonas de máquinas con movimiento giratorio, es preciso utilizar los racores rotativos como el mostrado en la figura 2.23.

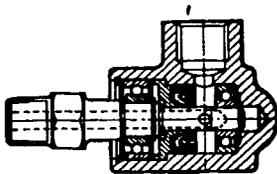


Figura 2.23.- Sección real de un racor giratorio para alto número de revoluciones por minuto.

Los racores rotativos se fabrican en dos tipos principales:

- Rotación lenta.
- Rotación rápida.

Los modelos para rotación lenta se fabrican, generalmente, con cuerpo de latón con guía central de acero y la estanqueidad la proporcionan juntas de vitón con perfil de labio.

Estos racores se utilizan sin problemas en instalaciones de aire comprimido o con aceites, pero se no se aconsejan en instalaciones de conducción de agua, ya que precisan una lubricación en la zona del contacto rotativo. El perfil de la junta de estanqueidad no se aconseja, generalmente, en instalaciones de vacío.

Los modelos de rotación rápida se construyen con cuerpo de latón y guía central de acero inoxidable con juntas de estanqueidad en nitrilo. Pueden emplearse con éxito en instalaciones de aire comprimido y con cualquier líquido compatible con el acero inoxidable y el nitrilo.

Los modelos adecuados para rotación rápida pueden adaptarse a sistemas de presión o de vacío.

#### **2.5.4.- Tuberías y flexibles.**

Las tuberías y flexibles que se emplean en los sistemas de conexión descritos son de medidas métricas de 4, 6, 8, 10, 12, 14 y más milímetros de diámetro exterior con diferentes espesores de pared. Las roscas de conexionado a los elementos de automatismo, en el continente europeo, son en general de roscas tipo B.S.P, con calibres de 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, etc.

En el continente americano los diámetros exteriores de los tubos son, generalmente, medidos en pulgadas y las roscas de adaptación a elementos de automatismo en roscas N.P.T (National Pipe Threading).

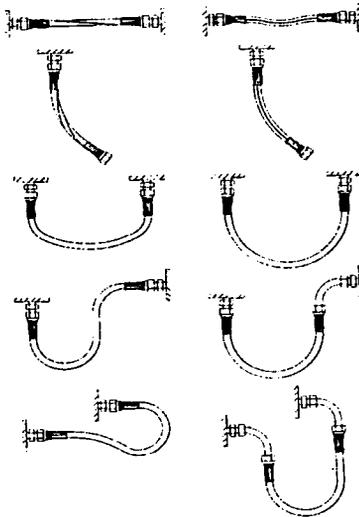
En cuanto a materiales se refiere, los tubos de diámetros métricos empleados se fabrican en nylon 11, poliuretano, polipropileno, etc. El nylon y poliuretano se fabrican en diferentes colores, permitiendo la selección de los diferentes circuitos. El color negro se emplea preferentemente en sistemas que deben resistir la intemperie.

Las tuberías rígidas empleadas suelen ser de cobre, cobre recubierto de PVC, acero, acero inoxidable, etc., empleándose para infinidad de fluidos además del aire comprimido, atendiendo siempre a las tablas de compatibilidades.

En cuanto se refiere a la instalación de flexibles para conducir el fluido a zonas de máquinas con movimientos relativos, es necesario cumplir cuatro condiciones principales:

- 1).- Los flexibles no deben ser sometidos a tracción.
- 2).- Los flexibles no deben ser sometidos a torsión.
- 3).- Los flexibles no deben someterse a curvaturas exageradas que sobrepasen las prescripciones del fabricante.
- 4).- En caso de limitación de espacio, utilizar codos y curvas rígidas de adaptación.

Como norma visual orientativa de la instalación de tuberías flexibles, se muestra la figura 2.24, que habla por sí sola y reúne suficientes posibilidades orientadoras de multitud de aplicaciones básicas.



**Figura 2.24.-** Montaje de tuberías flexibles. En la columna de la izquierda aparecen cinco montajes incorrectos que se corresponden con sus soluciones correctas en la columna de la derecha. Como resumen debe indicarse que la seguridad operacional de una fábrica y la vida de trabajo útil de los flexibles está muy ligada y depende en gran parte de su correcto montaje.

La instalación de tuberías de nylon tiende siempre a adquirir un aspecto desaliñado, por lo que, para la organización y presentación de las instalaciones con este tipo de tubos, es preciso utilizar elementos exteriores de ordenamiento como:

- Canaletas ranuradas con tapa, iguales a las empleadas en instalaciones eléctricas.
- Clip sujetos a elementos resistentes.
- Corbatillas de nylon para agrupar tubos de recorridos paralelos.

## **2.6.- Compresores y su entorno.**

### **2.6.1.- Descripción.**

Existen diversos sistemas y aplicaciones en los cuales la fuerza motriz y en algunos casos la fuerza sensorial, es el aire comprimido. Las máquinas destinadas a efectuar la compresión del aire son los compresores.

Estas máquinas son destinadas a comunicar energía potencial al aire, mediante su compresión y almacenamiento en uno o más recipientes en los cuales queda confinado a la presión deseada.

Desde estos recipientes, después de un mayor o menor tratamiento, el aire pasa a los diferentes sistemas y aplicaciones. Realmente, se puede hablar de compresores cuando la presión alcanzada sobrepasa los 3 bar, en el caso de presiones mas bajas no se consideran como tales y se conocen como sopladores. Si la presión obtenida es cercana a la atmosférica, entonces se denominan ventiladores.

El aire aspirado es una de las principales características que suelen fijar los fabricantes de compresores. Esta es la cantidad de aire que pasa a través del conducto de aspiración.

Un dato básico para la elección del compresor es el consumo de aire de todos los aparatos neumáticos y puede expresarse en condiciones normales.

Para una determinada aplicación debemos seleccionar un compresor que por lo menos aspire 1.5 a 2 veces el aire consumido en el circuito.

La otra variable decisiva para la elección del compresor es la presión de descarga que debe ser superior, por supuesto, a la mínima necesaria para que los cilindros, motores, etc., hagan las maniobras con las características previstas.

Para las aplicaciones consideradas en automatizaciones, tanto los caudales como las presiones son de tipo medio, y los compresores que se utilizan son de émbolos de dos

etapas, de tornillo o de paletas; estas dos últimas variantes cuando se precisa un caudal continuo con un bajo nivel sonoro.

Al instalar la sala de compresores es necesario definir el régimen de marcha del compresor. Para un solo compresor hay dos tipos principales:

- Por paro-marcha del motor de arrastre, cuando es controlado por un presostato.
- Por giro en carga-vacío, cuando es controlado por una válvula de venteo.

En el primero se utiliza un presostato que tomando la presión estabilizada del depósito actúa directamente, o por medio del contactor, sobre el motor de arrastre. Una vez detenido el motor, por haberse conseguido el nivel de presión ajustado, el consumo hace descender la presión del depósito según las necesidades; el presostato vuelve a dar la señal de arranque del motor eléctrico cuando se llega al nivel mínimo requerido para efectuar la reposición de aire.

En función del compresor elegido, del depósito acumulador y de las variaciones de la demanda de caudal, el motor debe arrancar de 10 a 15 veces por hora como máximo.

Por encima de este ritmo interesa utilizar el sistema de giro en carga-vacío (sin parar el compresor), ya que el consumo de energía en los arranques es mayor que el consumo del compresor cuando marcha en vacío.

En el caso de marcha en carga-vacío, existe una conducción sensora de presión que procedente del depósito actúa sobre la válvula de aspiración y la mantiene abierta; por tanto, en esta posición el émbolo no puede comprimir el aire, ya que en el sentido impulsión vuelve a la atmósfera haciendo de "respiradero".

Cuando por haber descendido la presión en el depósito a un valor predeterminado por causa del consumo, se produce la liberación de la válvula de aspiración, entonces el

compresor pasa a la posición de “en carga”, fluyendo el aire de nuevo hacia el depósito y reponiéndose la presión en éste.

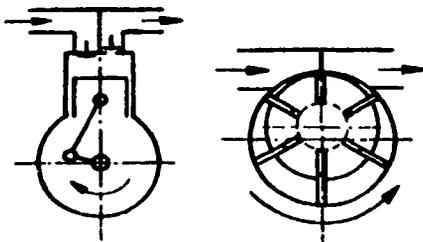
### 2.6.2.- Clasificación

Según el sistema de compresión, los compresores se agrupan en las siguientes familias:

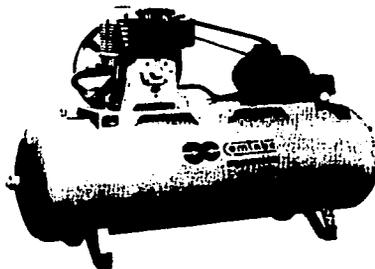
- Émbolo
- Paletas
- Tornillo
- Membrana
- Centrifugos

En la figura 2.25 se puede observar la disposición interna de un compresor de embolo y uno de paletas, y en la figura 2.26 la fotografía de un compresor tipo ligero de embolo con su deposito acumulador.

En aplicaciones normales, los compresores están accionados por un motor eléctrico o por un motor de combustión interna.



**Figura 2.25.-** Disposición de un compresor de émbolo de una etapa y disposición de un compresor rotativo de paletas.



**Figura 2.26.- Compresor tipo ligero de émbolo**

### **2.6.3.- Depósitos acumuladores.**

Los depósitos acumuladores de presión se instalan en la salida de los compresores. Tienen dos misiones principales:

- Eliminar las pulsaciones (cuando se producen en el compresor).
- Almacenar aire comprimido para hacer frente a las puntas de demanda.

Los depósitos acumuladores de presión están reglamentados muy estrechamente por las autoridades. El Reglamento de recipientes a presión es editado por el Ministerio de Industria y Energía, y regula las pruebas, los controles y las revisiones periódicas.

Los depósitos se construyen en modelos

- verticales
- horizontales

según las disposición de su eje principal y deben estar provistos de accesorios de protección y control. Los accesorios principales son:

- Manómetro
- Válvula de purga de condensados manual o automática

- Nivel visual de condensados
  - Válvulas manuales de aislamiento tipo bola
- y como accesorio principal e inevitable:
- Válvula de seguridad tarada según el Reglamento de recipientes a presión.

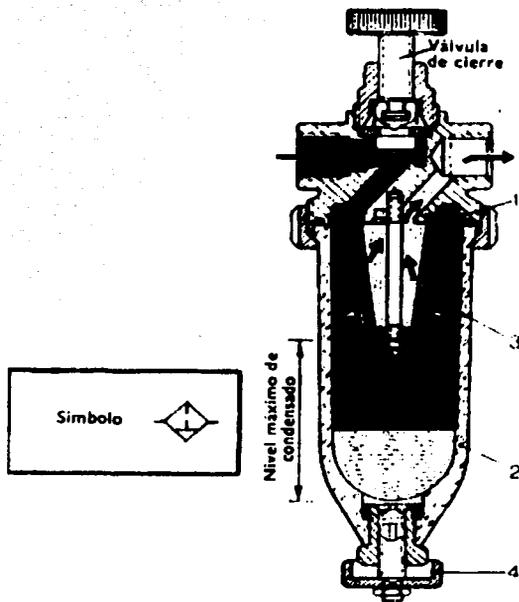
Las conexiones entre el depósito y el compresor deben ser elásticas para impedir la transmisión mecánica de las vibraciones.

### **2.7.- Preparación del aire comprimido**

Una unidad de mantenimiento está formada por el filtro, el regulador y el engrasador. El aire comprimido procedente de la red general, además de las impurezas que pueden pasar a él en la aspiración por el compresor, contiene también otras impurezas procedentes de la red de tuberías tales como, por ejemplo, polvo, cascarillas y residuos de la oxidación. Con un tendido adecuado de la red general, una gran parte de las impurezas se separan en los recipientes para la condensación, pero las más pequeñas son arrastradas en forma de suspensión por la corriente de aire y actuarían en las partes móviles de los elementos neumáticos como un abrasivo.

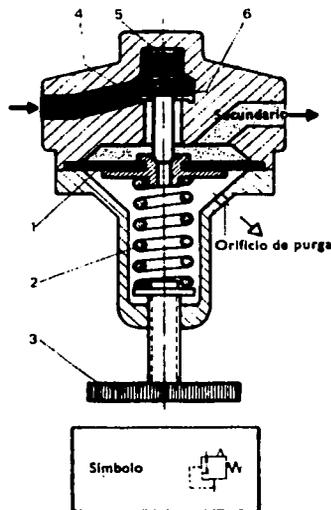
El aire comprimido sin preparación previa puede influir perjudicando la función de los elementos neumáticos o incluso hacerla imposible.

El filtro tiene la misión de liberar al aire comprimido circulante de todas las impurezas y del agua en suspensión, el regulador (una válvula de presión), tiene la misión de mantener constante el consumo de aire y la presión de trabajo (presión secundaria) con independencia de la presión de la red variable (presión primaria). La presión de entrada es siempre mayor que la presión de salida. En las figura 2.27 y 2.28 se representan estos dos elementos.



- 1.- Ranura directriz.
- 2.- Carcasa del filtro; de material plástico transparente o de latón para presiones superiores a 10 Kp/cm<sup>2</sup>
- 3.- Cartucho filtrante.
- 4.- Purga de condensación.

**Figura 2.27.-** Sección de un filtro de aire comprimido.

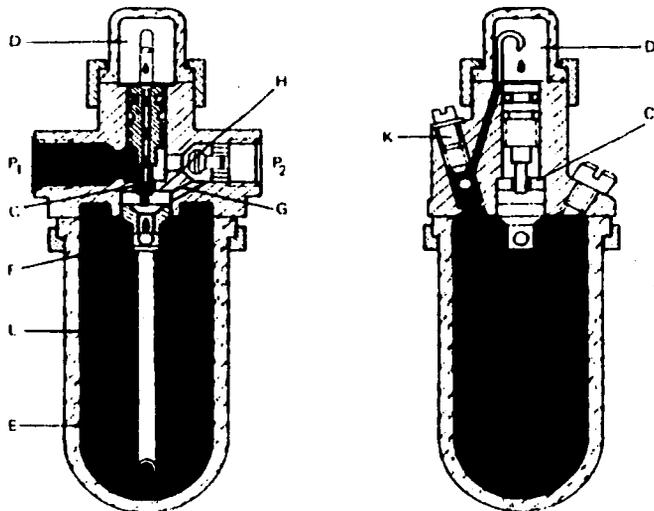


1. Membrana.
2. Muelle (contrapresión).
3. Tornillo de ajuste para la presión secundaria.
4. Válvula de asiento.
5. Muelle amortiguador (para las vibraciones que aparecen por el continuo abrir y cerrar).
6. Plato de válvula.

**Figura 2.28.-** Sección de un filtro de aire comprimido.

El engrasador tiene la misión de suministrar a los aparatos neumáticos el lubricante suficiente. La niebla oleosa debe ser lo suficientemente fina para que en los equipos grandes no se precipite en los primeros puntos de engrase o en las reducciones de sección. El aire que circula a través del engrasador produce una diferencia de presión (principio de Venturi) en función de las distintas secciones de las tuberías; de esta manera el aceite contenido en el depósito de alimentación es aspirado y pulverizado al entrar en contacto

con la corriente de aire. El engrasador empieza a funcionar cuando existe una corriente de circulación suficientemente grande; con una toma de aire demasiado pequeña, la velocidad de circulación en la tobera no es suficiente para aspirar el aceite. La figura 2.29 muestra la sección de un engrasador.



- C.- Tobera.
- D.- Recinto en forma de goteo.
- E.- Deposito de aceite.
- F.- Salida de aire.
- G.- Salida de aire a P<sub>2</sub>.
- H.- Válvula reguladora.
- K.- Tornillo de ajuste.
- L.- Tubo de plástico.

**Figura 2.29.-** Sección de un engrasador (principio de pulverización).

Con el fin de conseguir una unidad de mantenimiento completa, el filtro, el regulador y el engrasador se agrupan en un conjunto uniéndolos mediante dos manguitos dobles. En los diseños nuevos, el filtro y el regulador se combinan en una carcasa única a la que sólo hay que añadir el engrasador, pero pudiéndose agrupar la unidad de mantenimiento en una carcasa combinada.

En toda unidad de mantenimiento deben observarse los valores dados por el fabricante para los caudales de aire y para las presiones de servicio; por lo que la selección de una unidad de mantenimiento debe hacerse de acuerdo con estos dos valores.

La unidad de mantenimiento no debe estar montada a una distancia superior a los 5 m del último consumidor. Es preferible una distancia menor porque en las tuberías largas la niebla de aceite puede precipitarse antes de llegar a los consumidores de aire comprimido propiamente considerados. Las bifurcaciones (T o Y) y las curvaturas en las tuberías aceleran este proceso de precipitación de la niebla aceite.

## **CAPITULO 3.**

### **DISEÑO DE LA PRENSA.**

#### **3.1.- Introducción.**

En base a las normas oficiales de dibujo técnico se llevo a cabo la realización de los planos para el diseño y la posterior fabricación de la prensa de sujeción neumática. Estos planos incluyen: el dibujo de conjunto en el cual se muestran los componentes constituyentes para su formación y la forma en que se ensamblan; así como los dibujos de detalle de cada una de las piezas componentes de la prensa en donde se especifica la información requerida para su fabricación como son sus respectivas dimensiones, tolerancias, materiales, acabados, etc.

Con relación a lo explicado en el capítulo anterior, referente a los parámetros que involucran el funcionamiento de un cilindro de doble efecto, en este capítulo se realizan los cálculos necesarios para conocer las condiciones a las cuales opera el cilindro empleado en la semiautomatización de la prensa.

#### **3.2.- Cálculos de los parámetros básicos y funcionales del cilindro de doble efecto.**

De acuerdo al cilindro utilizado para la prensa y a la presión de aire comprimido disponible en los laboratorios de IME, se tienen los siguientes datos:

$\varnothing$  exterior del cilindro = 6.3 cm.

$\varnothing$  interior del cilindro =  $D = 6$  cm.

$\varnothing$  del vástago del cilindro =  $d = 5/8'' = 1.5875$  cm.

Longitud de carrera del cilindro =  $L = 7.46$  cm.

Presión del aire comprimido =  $6.6 \text{ kg/cm}^2$ .

Se procede a calcular el trabajo mecánico (T), que se produce al transformar la energía del aire comprimido de alimentación:

$$T = P \times S \times L \Rightarrow T = 6.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (6\text{cm})^2}{4} \times 7.46\text{cm}$$

$$T = 1392.11 \text{ kg} \cdot \text{cm}.$$

Ahora se calculan las fuerzas de entrada y de salida generadas por el cilindro:

La fuerza de salida del cilindro es igual a la fuerza de avance ( $F_A$ ), por lo tanto se tiene que:

$$F_A = P \times S \Rightarrow F_A = 6.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (6\text{cm})^2}{4}$$

$$F_A = 186.6 \text{ Kg}$$

La fuerza de entrada del cilindro es igual a la fuerza de retroceso ( $F_R$ ), por lo tanto se tiene que:

$$F_R = P \times S \Rightarrow F_R = 6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \pi \left[ \frac{(6\text{cm})^2 - (1.5875\text{cm})^2}{4} \right]$$

$$F_R = 173.54 \text{ Kg}$$

Para calcular el volumen de aire comprimido requerido, primero se deben calcular los volúmenes de entrada y de salida del cilindro, para después calcular el volumen por ciclo, por lo tanto se tiene que para el volumen de salida (V).

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times L \Rightarrow V = \frac{\pi \times (6\text{cm})^2}{4} \times 7.46\text{cm}$$

$$V = 210.92 \text{ cm}^3.$$

El volumen de entrada ( $V_1$ ) es:

$$V_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \times L \Rightarrow V_1 = \frac{\pi[(6cm)^2 - (1.5875cm)^2]}{4} \times 7.46cm$$
$$V_1 = 196.16 \text{ cm}^3$$

El volumen por ciclo es:

$$V_c = V + V_1 = 210.92 \text{ cm}^3 + 196.16 \text{ cm}^3$$
$$V_c = 407.08 \text{ cm}^3$$

Para obtener el consumo requerido de aire comprimido se tiene que:

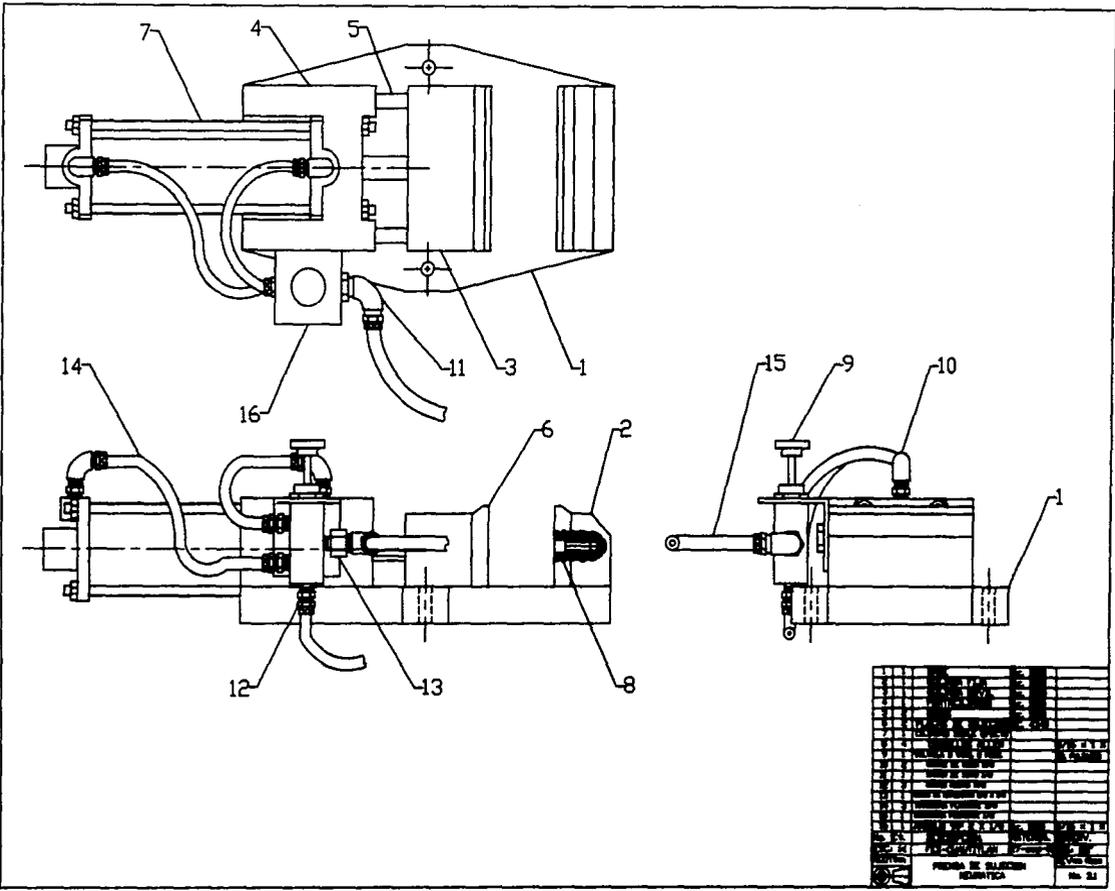
$$\text{Consumo} = V_c \times n$$

Considerando  $n = 1$  ciclo/minuto, debido a que el cilindro usado para la prensa no trabajará a ciclos repetitivos, ya que permanecerá en reposo durante entrada y salida para poder sujetar la pieza, por lo tanto se tiene que:

$$\text{Consumo} = 407.08 \text{ cm}^3 \times 1 \frac{\text{ciclo}}{\text{min}}$$
$$\text{Consumo} = 407.08 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 0.40708 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$$

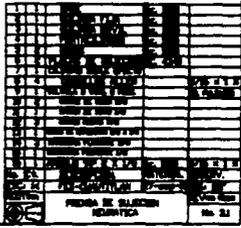
### 3.3.-Planos de diseño de la prensa de sujeción neumática.

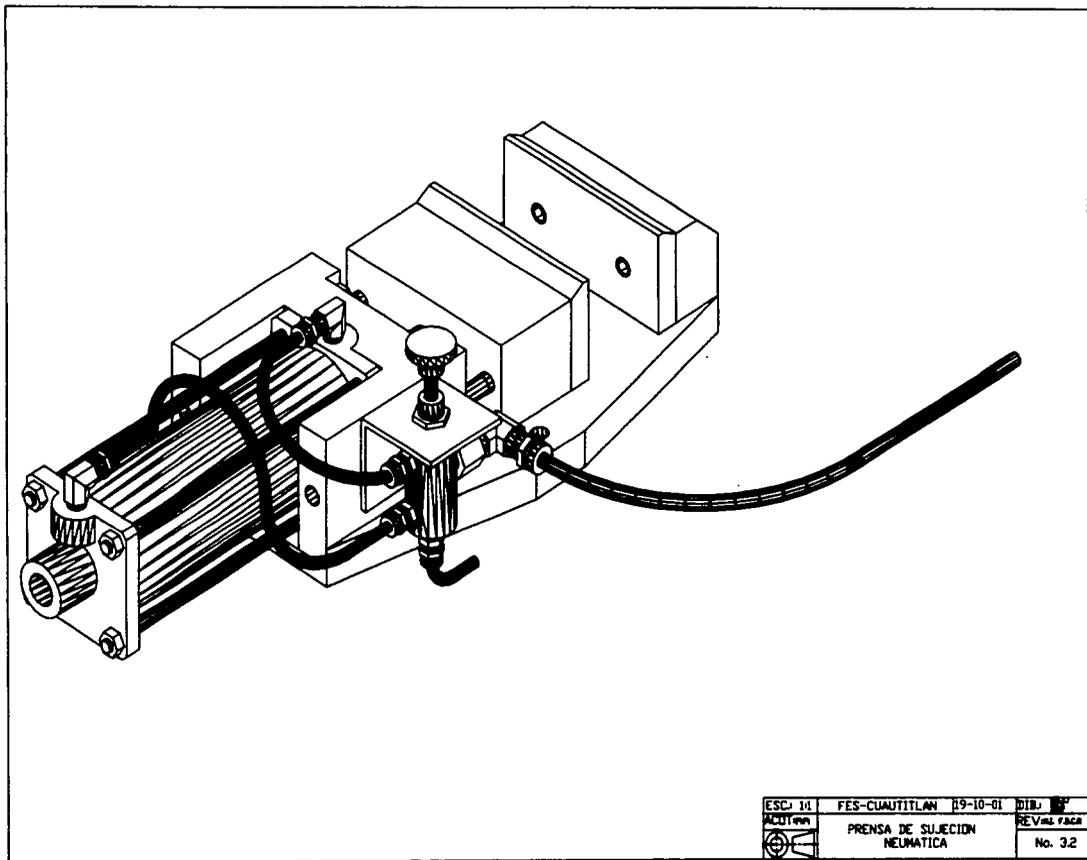
A continuación se presentan los planos de diseño de las diferentes piezas que componen la prensa de sujeción neumática en donde se especifican la forma, las dimensiones, los materiales, acabados y tolerancias de estas.



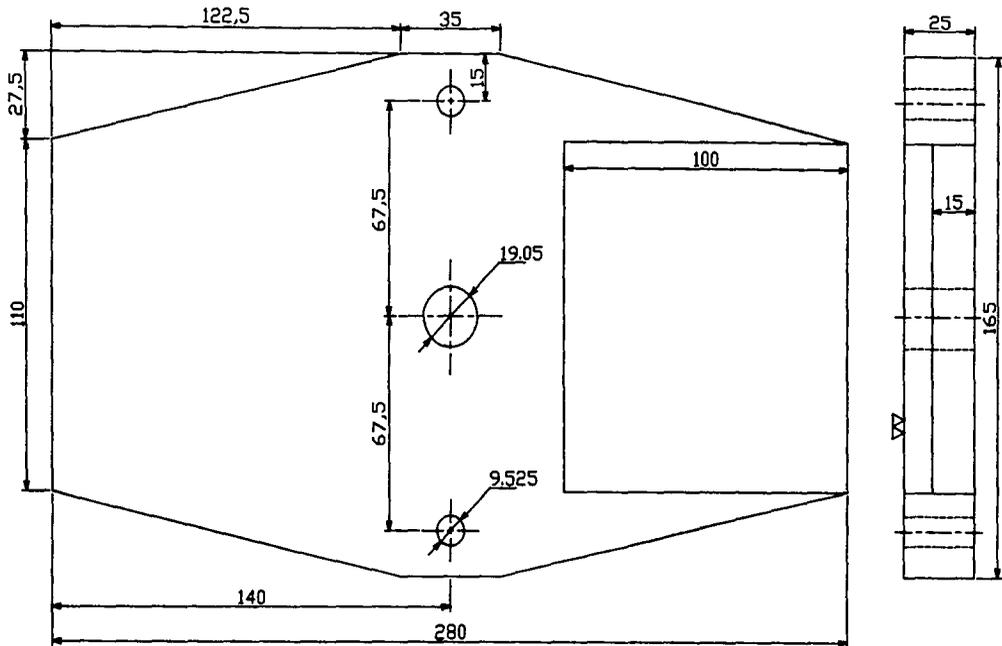
85

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

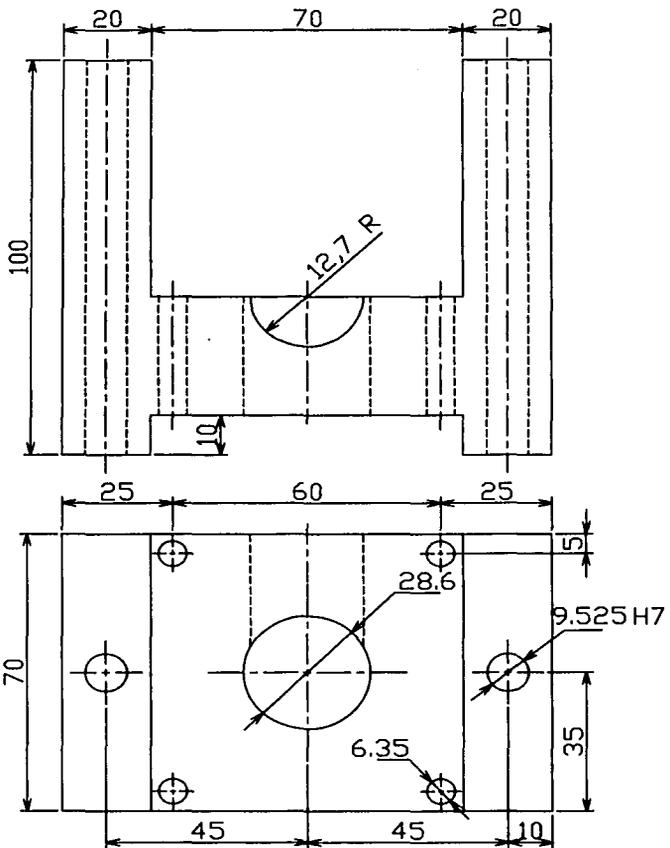




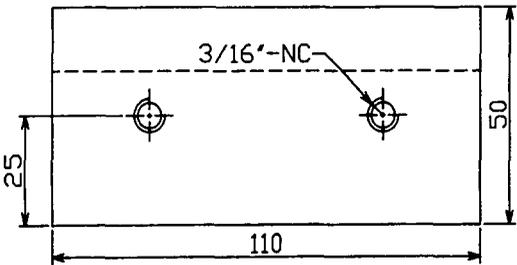
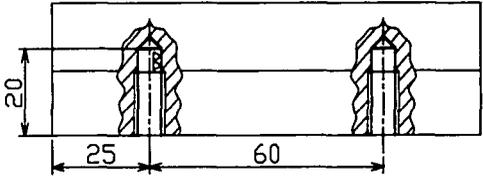
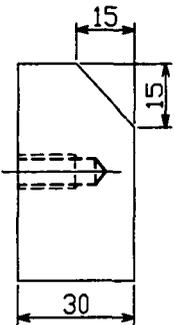
ESC: 14	FES-CUAUTITLAN 119-10-01	DIB: 10
ACTUADOR	PRENSA DE SILECCION NEUMATICA	REVISE PAGA No. 32



ESC: 1:1	FES-CUAUTILAN	19-10-01	DIB:
ACDT: mjm	BASE		REV: IRL F.BCR
	MAT: ACERO 1020 $\nabla$ ( $\nabla$ )		No. 3.3

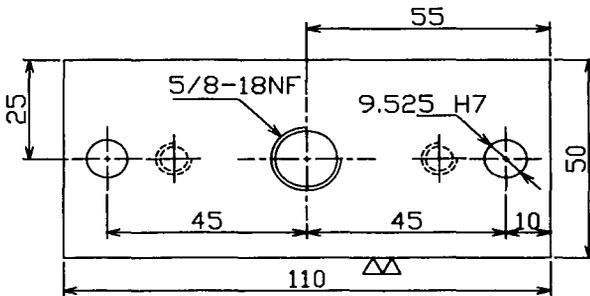
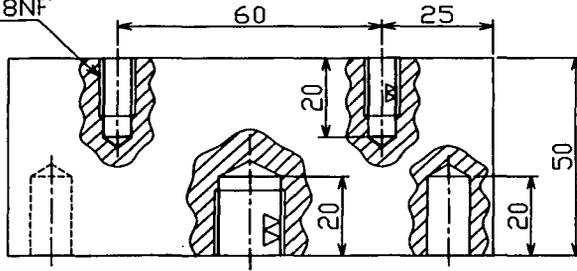


ESC.: 1:1	FES-CUAUTILAN	19-10-01	DIB.:
ACDT: mm	PORTACILINDRO		REV: M.I. F.D.C.R.
	MAT: ACERO 1020 ∇		No. 3.4



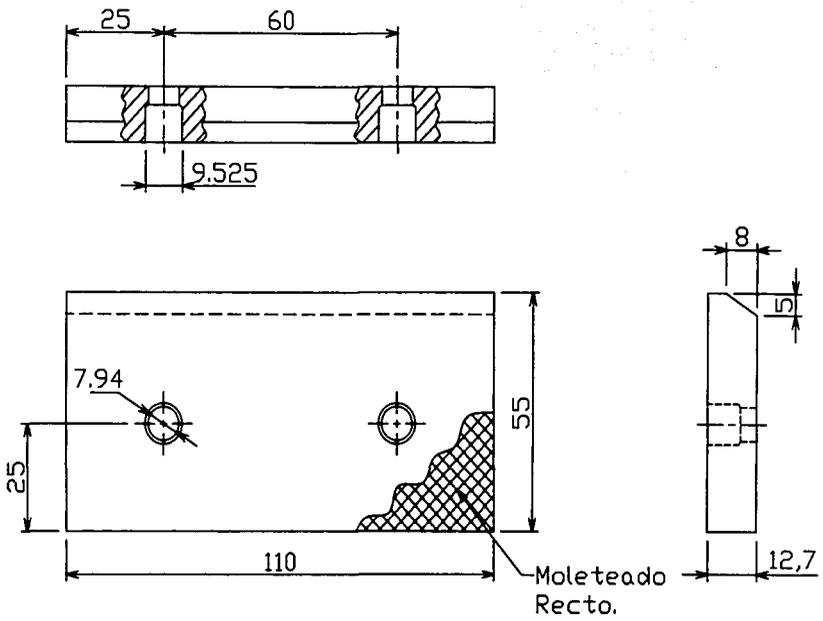
ESCI. 1:1 ACDT/mm	FES-CUAUITITLAN 19-10-01	DIB. 1:1 REV. INT. F.DCR
	QUIJADA FIJA MAT. ACERD 1020 $\nabla$ ( $\nabla\nabla$ )	No. 3:5

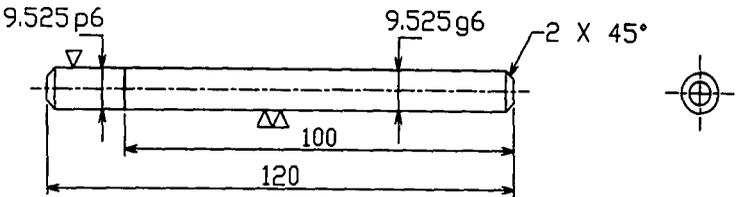
5/16-18NF



ESC.: 1:1	FES-CUAUTITLAN	19-10-01	DIB.: <small>GMJJ</small> <small>MTA</small> <small>UBT</small>
ACOT: mm	QUIJADA MOVIL MAT: ACERO 1020 $\nabla < \nabla$		REV: M.I. F.D.C.R
			No. 3.6

	ESCI: 1:1	FES CUAUTITLAN	19-10-01	DIB:
	ACDT: mm			REV: M.T. F.D.C.R
PLACAS DE SUJECION MAT: AC. 4340 ▽				
				Fig. 3.7





ESCA: 1:1	FES-CUAUTITLAN	19-10-01	DIB: <small>REV. 0</small>
ACOT: mm	GUIAS		REV: /ML. F.DGR
	MAT: ACERD 4340 (X VV)		No. 3.8

## **CAPITULO 4.**

### **FABRICACIÓN DE LA PRENSA.**

#### **4.1.-Introducción.**

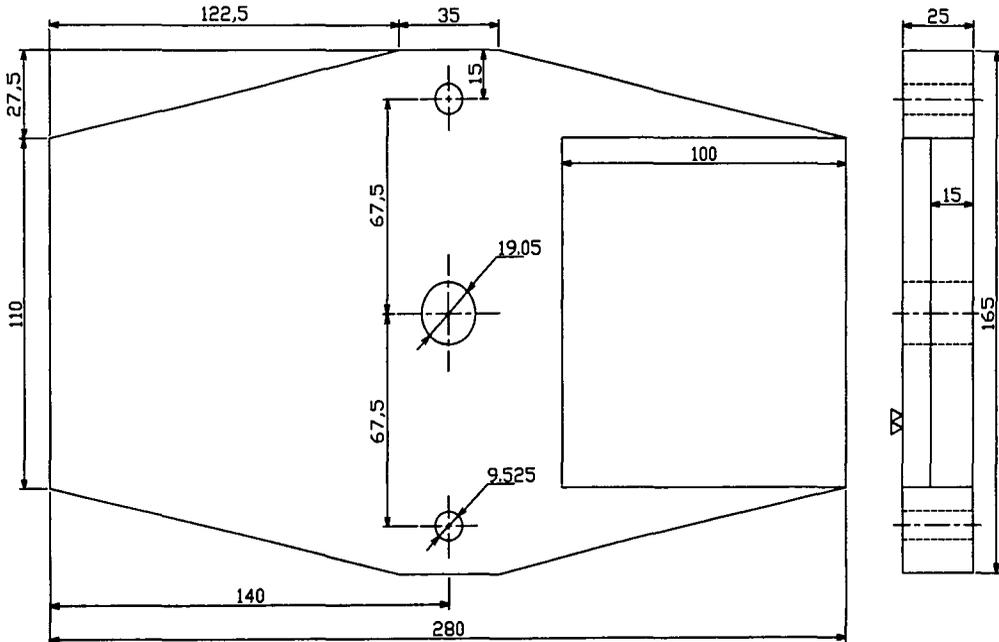
Para la fabricación de los elementos que componen la prensa de sujeción neumática se requiere de una secuencia de operaciones que faciliten el maquinado de las piezas, así como de dispositivos auxiliares que permitan la inmovilización de estas, obteniéndose así, una mayor aproximación a las dimensiones especificadas en los planos de diseño.

Para lograr lo antes mencionado se deben llevar a cabo las operaciones descritas en las hojas de fabricación (en el orden indicado), las cuales indican el equipo, la herramienta, el dispositivo de sujeción, el lubricante y los acabados adecuados; además se presentan los croquis que muestran la sujeción de las piezas a maquinar.

Luego en el presente capítulo se realizan dichas hojas de fabricación, junto con los croquis correspondientes para la elaboración de cada una de las piezas. Cabe mencionar que junto con cada una de las hojas de fabricación se incluye también el dibujo de detalle de la pieza a fabricar, ya que los croquis y dicha hoja de fabricación se realizan en base a éste.

#### **4.2.- Dibujos de detalle, hojas de fabricación y croquis.**

A continuación se muestran los dibujos, hojas de fabricación y croquis de cada una de las piezas a fabricar que componen la prensa de sujeción neumática con todos los parámetros de maquinado.



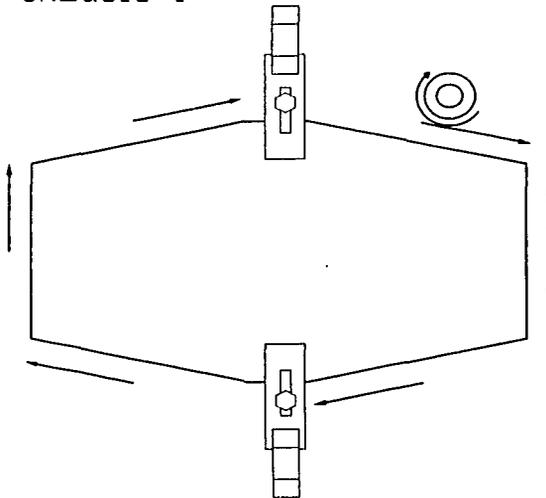
ESC: 1:1	FES-CUAUTILAN	19-10-01	DIB: <del>HP</del>
ACD: mm	BASE		REV: ML F.DCR
	MAT: ACERO 1020 ∇(∇∇)		No. 4.1

HOJA DE FABRICACION

PRODUCTO: PRENSA DE SUJECIÓN NEUMÁTICA.  
 SUB-PRODUCTO: BASE  
 MATERIAL: Ac. 1020

OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Maquinar contorno de la base removiendo 2.5 mm de espesor del material.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ . N.d = 4.	Bridas de altura ajustable.	Aceite soluble.	1
2	Maquinar ranura sobre superficie de desplazamiento a una profundidad de 10 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ . N.d = 4.	Bridas de altura ajustable.	Aceite soluble.	2
3	Taladrar 2 barrenos para sujetar base.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 3/8"$ .	Bridas de altura ajustable.	Aceite soluble.	3
4	Taladrar barreno central.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 3/4"$ .	Bridas de altura ajustable.	Aceite soluble.	3
5	Maquinar superficie de deslizamiento de quijada móvil hasta 25 mm.	Rectificadora.	Piedra abrasiva	Mesa magnetica.	Aceite soluble.	4

CROQUIS 1

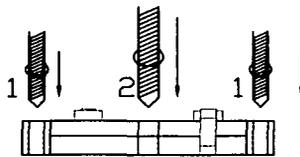


CROQUIS 2

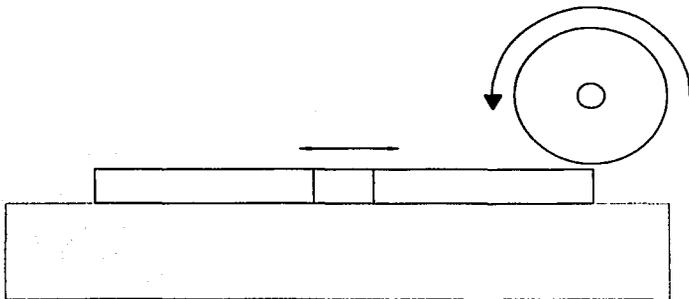


MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL DE  
LA MESA

CROQUIS 3



CROQUIS 4



MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL DE  
LA MESA

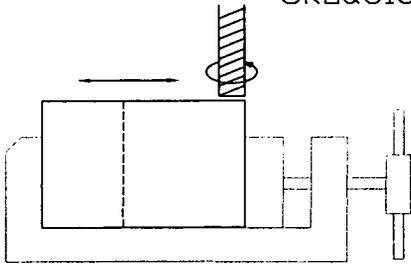


## HOJA DE FABRICACION

PRODUCTO:PRENSA DE SUJECION NEUMATICA  
 SUB-PRODUCTO:PORTACILINDRO  
 MATERIAL: Ac. 1020

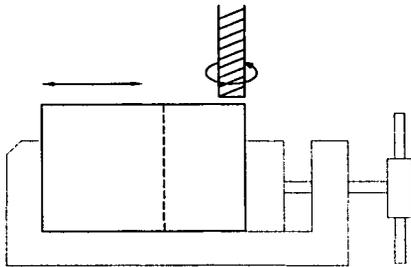
OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Maquinar cara superior hasta 72.5 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 4	Prensa.	Aceite soluble.	1
2	Maquinar cara inferior hasta 70 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 4	Prensa.	Aceite soluble.	2
3	Maquinar cara lateral derecha hasta 112.5 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 5	Prensa.	Aceite soluble.	3
4	Maquinar cara lateral izquierda hasta 110 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 6	Prensa.	Aceite soluble.	4
5	Maquinar cara frontal hasta 102.5 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 7	Prensa.	Aceite soluble.	5
6	Maquinar ranura pequeña sobre cara frontal de 10 mm de profundidad 70 mm de largo.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 8	Prensa.	Aceite soluble.	6
7	Maquinar cara posterior hasta 100 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 9	Prensa.	Aceite soluble.	7
8	Maquinar los 3 lados del boquete en cara posterior con una profundidad de 2.5 mm.	Fresadora vertical	Fresa de ranurado y costado, $\emptyset = 1"$ , N.d = 10	Prensa.	Aceite soluble.	8
9	Taladrar barreno en cara frontal de la ranura pequeña.	Taladro de columna	Broca de $\emptyset = 1/8"$	Prensa.	Aceite soluble.	9
10	Taladrar 4 barrenos en cara frontal de la ranura pequeña.	Taladro de columna	Broca de $\emptyset = 1/4"$	Prensa.	Aceite soluble.	9
11	Taladrar 2 barrenos en cara frontal	Taladro de columna	Broca de $\emptyset = 3/8"$	Prensa.	Aceite soluble.	9
12	Taladrar barreno en cara superior	Taladro de columna	Broca de $\emptyset = 1"$	Prensa.	Aceite soluble.	10

CROQUIS 1



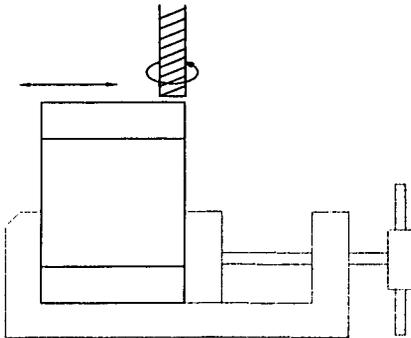
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 2



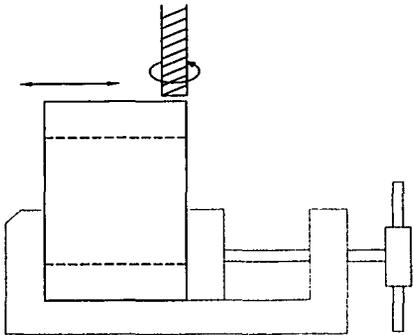
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 3



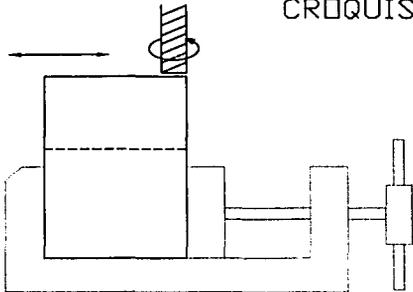
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 4



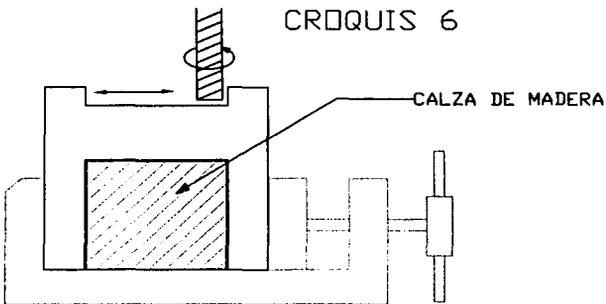
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 5



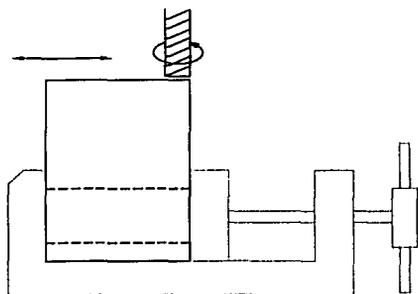
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 6



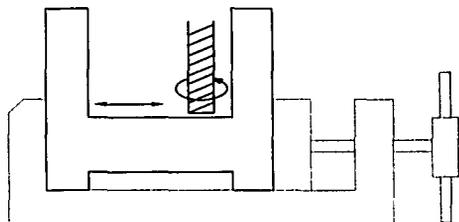
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 7



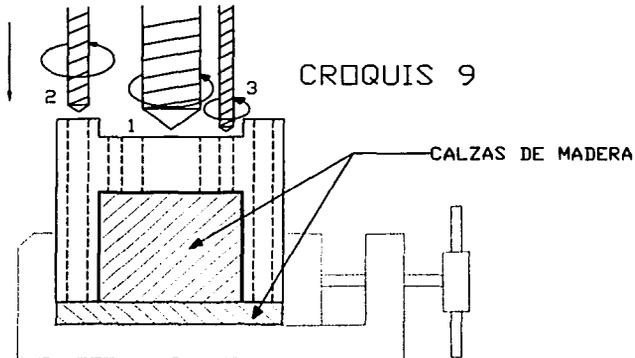
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 8



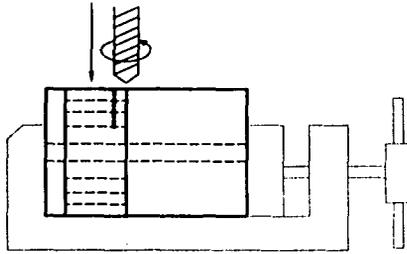
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

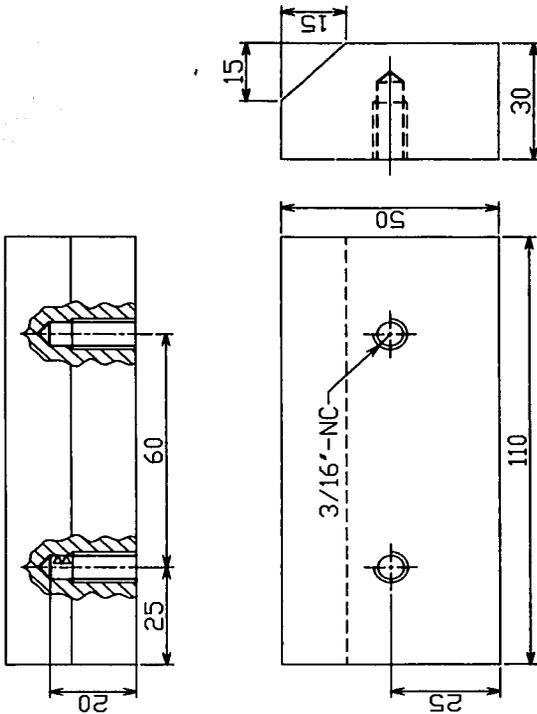
CROQUIS 9



CALZAS DE MADERA

CROQUIS 10





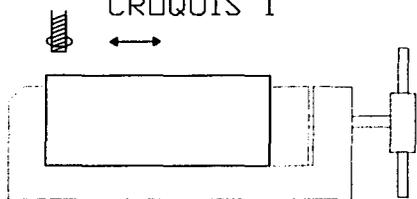
ESC.: 1:1	FES-CUAUTITLAN	19-10-01	DIB.: <sup>GHJ</sup> URF
ACOT: mm	QUIJADA FIJA		REV: M.I. F.D.C.R
	MAT: ACERO 1020 ∇ ( ∇ ∇ )		No. 4.3

## HOJA DE FABRICACION

PRODUCTO: PRENSA DE SUJECION NEUMATICA.  
 SUB-PRODUCTO: QUIJADA FIJA.  
 MATERIAL: Ac. 1020.

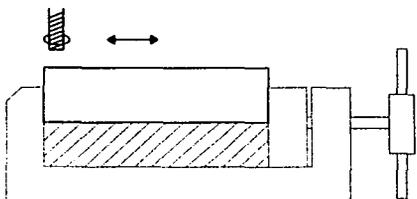
OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Maquinar cara superior hasta 50 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
2	Maquinar cara frontal hasta 32.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	2
3	Maquinar cara superior hasta 30 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	2
4	Maquinar cara lateral izquierda hasta 11.25 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
5	Maquinar cara lateral derecha hasta 11 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
6	Maquinar chiflón de 15 mm a 45 entre cara superior y posterior.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 3/4"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	4
7	Taladrar 2 barrenos en cara frontal para sujetar placa.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 9/32"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	5
8	Machuelelear 2 barrenos en cara frontal para tornillos.	Taladro de columna.	Machuelo de $\varnothing = 5/16"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	5

CROQUIS 1



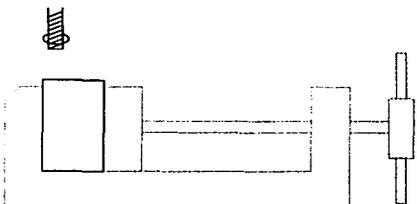
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 2



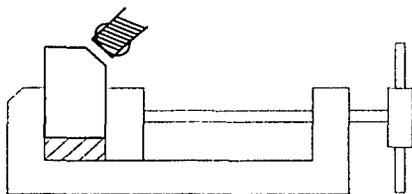
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 3



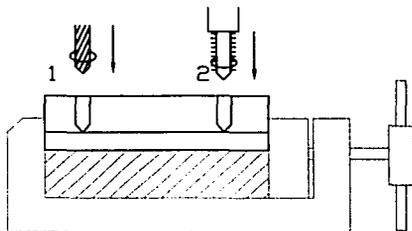
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

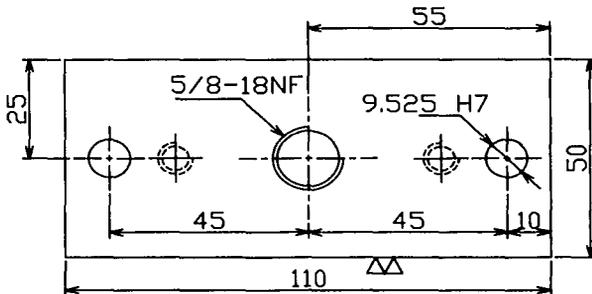
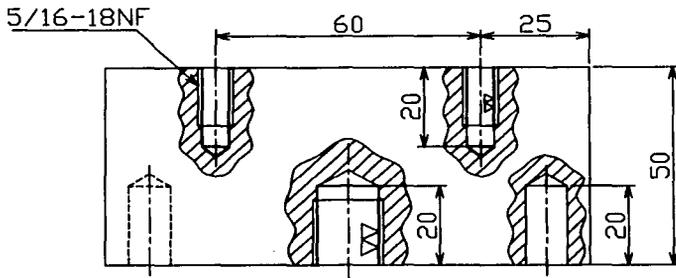
CROQUIS 4



MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL DE  
LA MESA

CROQUIS 5





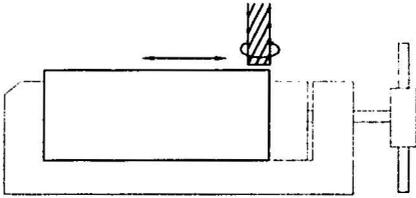
ESC.: 1:1	FES-CUAUTITLAN	19-10-01	DIB.: GHJJ ATA URF
ACOT: mm	QUIJADA MOVIL		REV: MI. F.D.C.R
	MAT: ACERO 1020 $\nabla$ ( $\nabla$ )		No. 4.4

HOJA DE FABRICACION

PRODUCTO: PRESNA DE SUJECION NEUMATICA.  
 SUB-PRODUCTO: QUIJADA MOVIL.  
 MATERIAL: Ac. 1020

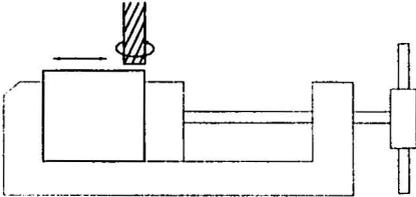
OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Maquinar cara superior hasta 52.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
2	Maquinar cara frontal hasta 50 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	2
3	Maquinar cara lateral izquierda hasta 112.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
4	Maquinar cara lateral derecha hasta 110 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
5	Maquinar cara inferior hasta 50.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
6	Maquinar cara inferior hasta 50 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1 \frac{1}{4}"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
7	Taladrar 2 barrenos en cara posterior para sujetar placa.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 5/16"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	4
8	Machuelear barrenos en cara posterior para tornillos de sujeción de placa.	Taladro de columna.	Machuelo de $\varnothing = 5/16"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	4
9	Taladrar barreno en cara frontal para vastago.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 19/32"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	5
10	Taladrar 2 barrenos en cara frontal para guías.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 3/8"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	5
11	Machuelear barrenos en cara frontal para vastago.	Taladro de columna.	Machuelo de $\varnothing = 5/8"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	6

CROQUIS 1



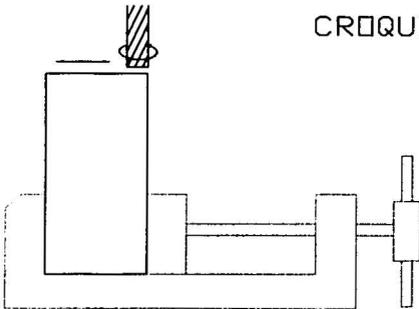
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 2



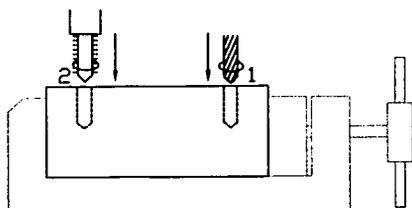
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 3

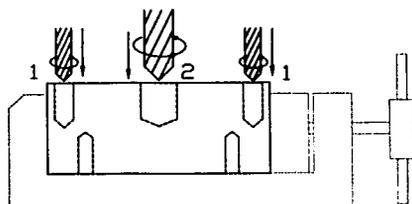


MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

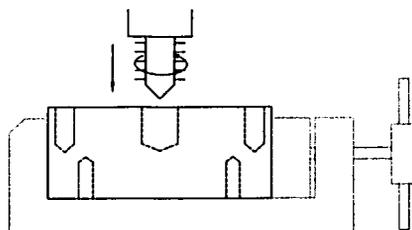
CROQUIS 4

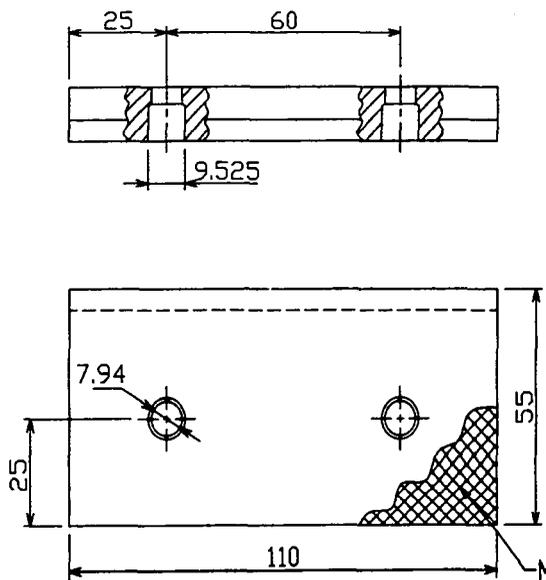
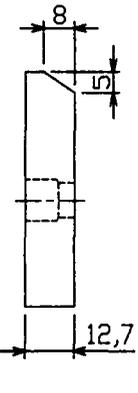


CROQUIS 5



CROQUIS 6





	ESC: 1:1 ACOT: mm	FES CUAUTITLAN PLACAS DE SUJECION MAT: AC. 4340 V	DIB: 
	19-10-01		REV/MIL FIDCR FIG. 4.5

HOJA DE FABRICACION

PRODUCTO: PRENSA DE SUJECION NEUMATICA.  
 SUB-PRODUCTO: PLACAS DE SUJECION.  
 MATERIAL: Ac. 4340.

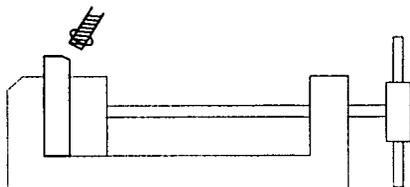
OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Maquinar cara superior hasta 57.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
2	Maquinar cara inferior hasta 55 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	1
3	Maquinar chaflán a 30 entre cara superior y posterior.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	2
4	Maquinar cara lateral derecha hasta 112.5 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
5	Maquinar cara lateral derecha hasta 110 mm.	Fresadora vertical.	Fresa de ranurado y costado, $\varnothing = 1/2"$ , N.d = 4.	Prensa.	Aceite soluble.	3
6	Taladrar 2 barrenos en cara frontal para tornillos.	Taladro de columna.	Broca de $\varnothing = 5/16"$ .	Prensa.	Aceite soluble.	4
7	Taladrar 2 barrenos en cara frontal para cabeza de allén.	Taladro de columna.	Broca de espiga.	Prensa.	Aceite soluble.	5

CROQUIS 1



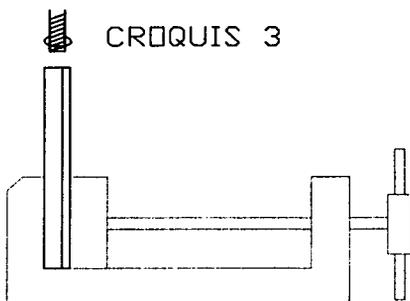
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 2



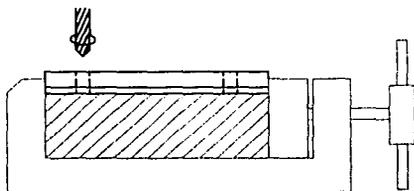
MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 3

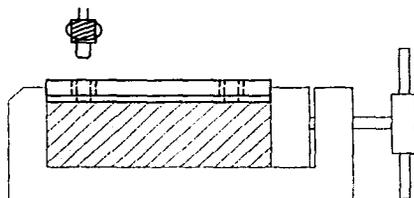


MOVIMIENTO  
TRANSVERSAL  
DE LA MESA

CROQUIS 4



CROQUIS 5





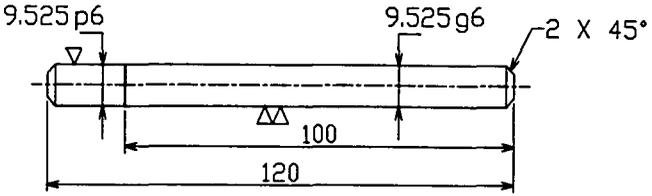
ESC: 1:1  
ACDT: mm

FES-CUAUTITLAN 19-10-01

MAT: ACERD 4340  $\nabla$   $\nabla$   $\nabla$  )  
GUIAS

DIB: ~~DF~~  
REV: M.I. FIDCR

No. 4,6

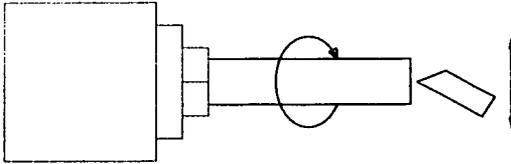


HOJA DE FABRICACION

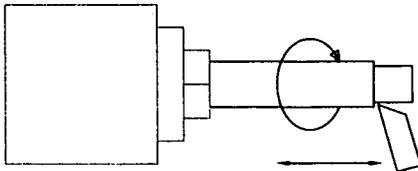
PRODUCTO: PRENSA DE SUJECION NEUMATICA.  
 SUB-PRODUCTO: GUIAS.  
 MATERIAL: Ac. 4340.

OP #	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	DISPOSITIVOS	LUBRICANTE	CROQUIS
1	Refrentar.	Tomo paralelo.	Buril de 1/4" (H.S)	Chuck	Aceite soluble.	1
2	Cilindrar a 9.549 mm.	Tomo paralelo.	Buril de 1/4" (H.S)	Chuck	Aceite soluble.	2
3	Cilindrar a 9.497 mm.	Tomo paralelo.	Buril de 1/4" (H.S)	Chuck	Aceite soluble.	2
4	Chafán ( 2 mm x 45)	Tomo paralelo.	Buril de 1/4" (H.S)	Chuck	Aceite soluble.	3

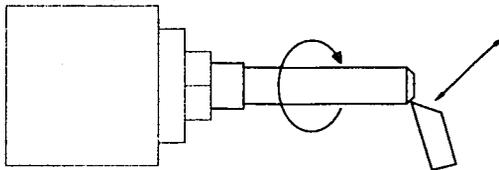
CROQUIS 1



CROQUIS 2



CROQUIS 3



#### 4.3.- Costos de fabricación de la prensa.

La fabricación de esta prensa trajo consigo los siguientes costos:

<b>MATERIAL O EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Cilindro de doble efecto	1 pza.	\$ 210.00	\$ 210.00
Válvula distribuidora de tres vías, 2 posiciones	1 pza.	\$ 75.00	\$ 75.00
Racor de ampliación de 3/8" a 1/2"	1 pza.	\$ 45.00	\$ 45.00
Racor en codo a 90° de 1/2"	1 pza.	\$ 30.00	\$ 30.00
Racor recto de 3/8"	3 pzas.	\$ 12.00	\$ 36.00
Racor en codo a 90° de 3/8"	2 pzas.	\$ 15.00	\$ 30.00
Manguera flexible de 1/2"	1/2 metro.	\$ 30.00	\$ 15.00
Manguera flexible de 3/8"	1 metro.	\$ 12.00	\$ 12.00
Placas de acero 1020 (Quijadas, base y portacilindro)	15 kg.	\$ 12.00	\$ 180.00
Acero 4340 (placas de sujeción)	1 kg.	\$ 50.00	\$ 50.00
Angulo de 90° de 1/8" x 2"	5 cm.	\$ 15.00	\$ 1.00
Tomillos allen de 5/16" x 1 1/4"	4 pzas.	\$ 2.00	\$ 8.00
Varilla roscada de 1/4"	1 metro.	\$ 5.00	\$ 5.00
Pintura de aerosol	2 latas.	\$ 25.00	\$ 50.00
Redondo de acero 4340 de 1/2"	0.25 kg.	\$ 50.00	12.50
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 759.50</b>

Los precios de los materiales empleados varían de acuerdo al lugar en donde se adquieran.

#### **4.4.- Puesta en operación de la prensa.**

Para hacer uso de la prensa neumática es necesario que se encuentre conectada a una toma de aire comprimido ( a una presión en le rango de  $90 \text{ lb/in}^2 - 200 \text{ lb/in}^2$  aproximadamente para su optimo funcionamiento) una vez que se encuentre sujeta sobre la mesa de trabajo.

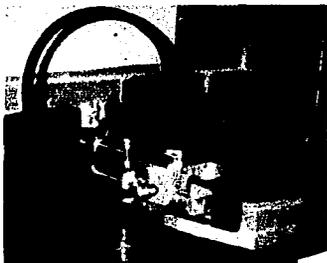
Para su operación se recomienda realizar los pasos siguientes:

- 1.- Verificar que la posición de la válvula de accionamiento se encuentre hacia arriba ( jalar botón).
- 2.- Abrir la válvula de alimentación de aire comprimido.
- 3.- Abrir prensa (oprimir botón).
- 4.- Colocar pieza.
- 5.- Cerrar prensa (jalar botón).
- 6.- Una vez terminada la operación realizada en la pieza, abrir la prensa (oprimir botón) y retirara la pieza.

NOTA: Por seguridad se recomienda que la prensa permanezca cerrada cuando no se este usando.

De la figura 4.7 a la figura 4.12 se muestran las fotografías de las vistas finales de la prensa de sujeción neumática.

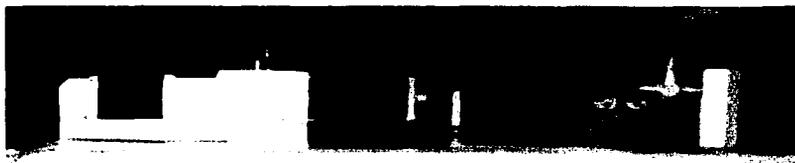
De la figura 4.13 a la figura 4.15 se muestran algunas fotografías de la prensa colocada sobre una maquina de control numérico con las cuales muestra una de varias aplicaciones de esta prensa.



**Figura 4.7.-** Perspectiva isométrica de la prensa sujetando una pieza..



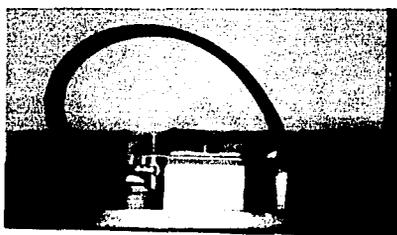
**Figura 4.8.-** Vista frontal sujetando una pieza.



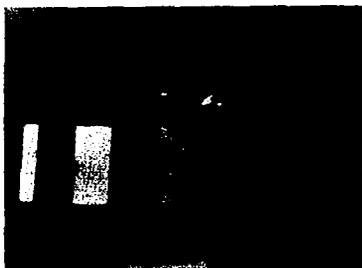
**Figura 4.9.-** Vista posterior.



**Figura 4.10.-** Vista lateral izquierda.



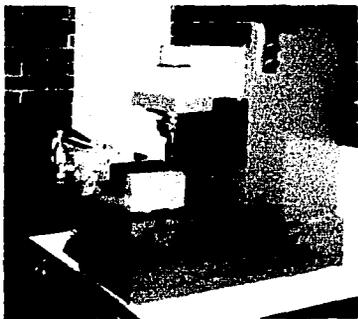
**Figura 4.11.-** Vista lateral derecha.



**Figura 4.12.-** Vista superior sujetando una pieza.



**Figura 4.13.-** Prensa de sujeción neumática colocada en la fresa CNC vista de frente.



**Figura 4.14.-** Vista desde una perspectiva del lado derecho.



**Figura 4.15.-** Vista desde una perspectiva del lado izquierdo.

## CONCLUSIONES.

Después del trabajo teórico-práctico realizado, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

1.- Actualmente la automatización y semiautomatización de los procesos de producción son técnicas indispensables en la industria para lograr una mayor producción a un menor costo, además de obtener una mejor calidad en los productos a fabricar y por lo tanto ser más competitivos, en lo que se refiere a esta tesis se emplea un sistema de semiautomatización para la sujeción de piezas durante el maquinado de las mismas.

2.- Las ventajas que se obtienen con el uso de esta prensa neumática con respecto a una prensa accionada manualmente podrían no ser muy significativas para pequeñas producciones, pero sí de mayor importancia en medianas producciones ya que se facilita la colocación y sujeción de las piezas reduciendo los tiempos y por lo tanto los costos de fabricación, además de su fácil operación.

3.- Un factor importante para la realización de este proyecto es resaltar las ventajas que nos proporciona el uso como fuente de energía del aire comprimido (el cual se encuentra disponible en los laboratorios de IME) entre las cuales destacan que es muy seguro para el operador debido a que no existen riesgos de descargas y explosiones, en caso de fuga no ensucia el lugar de trabajo, es de rápido desplazamiento por el interior de sus conducciones, es de fácil almacenamiento, disponible en cualquier momento y su uso no daña al medio ambiente.

4.- La fabricación de este proyecto resulta ser muy costeable debido a que los elementos empleados para su construcción son en su mayoría fáciles de conseguir y por lo tanto baratos, también es fácil su reparación en caso de una falla en su

**funcionamiento; además de que la maquinaria, herramienta y dispositivos empleados para su construcción se encuentran disponible en las instalaciones de los laboratorios por lo que no es necesario emplear otros lugares externos a las instalaciones de la escuela y por ende mayores gastos.**

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**1.- R. Lehnert**

**La construcción de herramientas**

**Editorial Reverté.**

**Barcelona. 1979.**

**2.- Frank W. Wilson**

**Principios fundamentales para el diseño de herramientas**

**Editorial Continental.**

**México. 1984.**

**3.- Abelardo García Mateos**

**Maquinas y herramientas para ingenieros**

**Editorial Urmo.**

**Bilbao. 1971.**

**4.- W. Deppert / K. Stoll**

**Dispositivos neumáticos**

**Editorial Marcombo.**

**Barcelona. 1994.**

**5.- W. Deppert / K. Stoll**

**Aplicaciones de la neumática**

**Editorial Marcombo.**

**Barcelona. 1991.**

**6.- Salvador Millán**

**Automatización neumática y electrneumática**

**Editorial Alfaomega Marcombo.**

**México. 1996.**

**7.- I. A. Romero / R. Cantenco / P. L. Grasa.**

**Teoría y practica en el diseño de dispositivos de sujeción para el maquinado de piezas.**

**UAM. División de ciencias básicas e ingeniería.**

**México. 1989.**

**8.- C. H. Jensen**

**Dibujo y diseño de ingeniería**

**Editorial Mc. Graw Hill.**

**9.- L. Altिंग.**

**Procesos para ingeniería de manufactura.**

**Editorial Alfaomega.**

**México. 1990.**

**10.- U. Scharrer**

**Ingeniería de manufactura**

**Editorial Continental.**

**México. 1989.**