

# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



## EMPLEO DE DISPOSITIVOS NEUMATICOS EN EL DISEÑO DE MAQUINAS INDUSTRIALES

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a :

**Marcelo López Parra**

Director: Ing. Alberto Camacho Sánchez

México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# INDICE

INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA	1
PANORAMA GENERAL DE LA NEUMATICA	7
PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO	17
VALVULAS NEUMATICAS	27
CILINDROS	42
MOTORES	70
APLICACIONES	78
APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS	104
CONCLUSIONES	139
SIMBOLOGIA	139-1
BIBLIOGRAFIA	140

I

# INTRODUCCION

## I - 1 OBJETIVO.

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

No obstante, sustituir actividades manuales por dispositivos mecánicos y neumáticos, sólo es un paso dentro del proceso de automatización de la producción industrial. Este paso está encaminado, al igual que otros muchos, a obte-

## I - INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA

ner el máximo provecho con un costo mínimo. La utilización de la máquina adecuada en cada caso será la forma de evitar que la adquisición de costosos equipos encarezcan el producto de forma desproporcionada, pudiéndose dar el caso de que una máquina especial construida con elementos de serie y que se adapte exactamente a las necesidades del proceso de fabricación, resulte más económica que una máquina estandar. Otro factor importante es el personal. Visto a largo plazo, se advierte una tendencia regresiva en el número de empleados de las industrias que realizan trabajos muy repetitivos, lo cual no solamente es debido a la creciente automatización, sino a que día a día los problemas laborales se van agudizando.

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

Principalmente, el aire comprimido ha sido utilizado en la industria como una fuente de energía. Una reciente evolución gradual ha creado una nueva tecnología neumática dirigida casi exclusivamente hacia una automatización y semiautomatización. Para apoyar esta nueva tecnología muchos dispositivos neumáticos han sido diseñados, permitiendo la construcción de sofisticados sistemas de control digital.

El objetivo de este trabajo es presentar, en forma organizada y accesible, la información acerca del tema "Empleo de Dispositivos Neumáticos en el Diseño de Máquinas Industriales" que se originó del diseño y construcción de un prototipo de máquina automática ensambladora de tuercas y tornillos.

## I - INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA

La explicación de cada uno de los dispositivos neumáticos es acompañada con ejemplos de aplicación, esperando que la información sea de utilidad para el desarrollo de futuros diseños.

### I - 2 ORGANIZACION DEL TRABAJO

Dentro del concepto de equipo ó dispositivos neumáticos quedan comprendidos la totalidad de los elementos neumáticos de mando y de trabajo unidos entre sí por tuberías, por lo que el equipo neumático puede estar constituido por una o varias cadenas de mando empleadas para la resolución de un determinado problema. Los elementos de mando son básicamente los dispositivos procesadores de la información, aquellos que ordenan la ejecución de las distintas operaciones en una máquina. Los elementos de trabajo son los transformadores de la energía.

Buscando una mayor claridad en la presentación de la información acerca de las diferentes aplicaciones de los dispositivos neumáticos, se explica en primer término qué es, como se produce y cuando puede aplicarse el aire comprimido (Capítulos II y III). A continuación se tratan algunos de los dispositivos de mando más utilizados (Capítulo IV). Los elementos de trabajo son presentados en los capítulos V y VI. En el capítulo VII se ilustran las diferentes aplicaciones en la operación y automatización de máquinas. Finalmente se presenta el empleo de distintos elementos de mando y trabajo en el diseño de una máquina automática ensambladora de tuercas y tornillos, (Capítulo VIII), desarrollada en el Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

## I - INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA

## I - 3 BREVE CRONICA DEL DESARROLLO DE LA NEUMATICA

Los hechos más notables sobre el avance en la utilización del aire comprimido, podemos resumirlos, por orden cronológico, como sigue:

- 1650    Ottovon Guericke inventa la bomba de aire.
- 1688    Denis Papin sugiere la utilización del --  
aire por tubos neumáticos.
- 1717    El Dr. Edmund Halley inventa la campana  
de buzo.
- 1762    John Smeaton inventa el cilindro soplante.
- 1776    La primera máquina soplante de la historia  
salió de las manos de Wilkinson y fué ins-  
talada en su factoría de Wilby, en - - - -  
Shropshirs (Inglaterra), siendo el prototi-  
po de todos los compresores mecánicos.
- 1800    Comienza a estudiarse el empleo del aire -  
comprimido como medio de transmisión de --  
energía, al comprobar que el vapor, debido  
a su rápido enfriamiento y condensación, -  
sólo podía emplearse en distancias cortas.
- 1810    M. Medhurst construye un compresor.
- 1822    Jalabert, en Francia, obtiene la primera -  
patente para un motor de aire comprimido.
- 1845    Triger envía el aire comprimido al fondo -  
de una mina francesa, a la profundidad de  
160 m.
- 1851    J. W. Fowle inventa el perforador a percu-  
sión.

## I - INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA

- 1857 La primera gran prueba de utilización del aire comprimido en gran escala, fué con motivo de la perforación del túnel de Mont - Cenis, en los Alpes Suizos, para ferrocarril de doble vía, con una longitud de 13.6 km.
- 1861 German Sommeiller, ingeniero jefe del túnel, construyó sus propias perforadoras de percusión, que fueron utilizadas en este túnel, siendo 40 las personas que trabajaron en el vagón perforador.
- 1865 Fue construida la instalación de correo neumático de París. Viena y Berlín le siguieron en el transcurso de los años '874 - 1875.
- 1869 Westinghouse inscribe la patente de invención del freno de aire comprimido.
- 1881 Se instaló en París una central de producción de aire comprimido para el mando de un nuevo tipo de reloj que siempre marcaba la hora exacta, accionado por los impulsos del aire que llegaban desde la planta.
- 1886 El Dr. J. G. Poblet inventa el ascensor de aire comprimido.
- 1888 Funciona en París la primera central de compresores. Victor Popp había obtenido permiso para utilizar el sistema de alcantarillado y montar una red distribuidora de aire comprimido que se extendería por toda la ciudad.



## I - INTRODUCCION Y RESEÑA HISTORICA

1891 El profesor Riedler construyó, para esta -  
instalación, el primer gran compresor de -  
dos etapas.

1890 - 1891 Se suscitaron vivas controversias -  
sobre la rentabilidad del aire com  
primido como fuerza motriz en compe  
tencia con la máquina de vapor, el  
motor de gas y la electricidad.

# II PANORAMA GENERAL

## II - 1 INTRODUCCION.

La técnica del aire comprimido -Neumática- se emplea cada vez más para la racionalización y automatización en los más diversos campos de la fabricación; el valor práctico - que puede atribuírsele, tanto para rebajar costos de producción como para conseguir gastos de inversión menos onerosos, comprende el alza general de rendimiento de la maquinaria, la aminora ción del esfuerzo en el operario, la aplicación de un sistema de medidas normalizadas y otras ventajas que sea posible encontrarle. Todo ello convierte la Neumática en el centro principal de la automatización de dispositivos, así como de máquinas pequeñas y medianas.

El aire comprimido puede utilizarse: a) directamente, como elemento de trabajo; b) para accionamiento de moto res, embragues, cilindros o herramientas; c) regulado por medio de válvulas y elementos accesorios, para impulsar una gran variedad de movimientos mecánicos; d) en combinación con equipos oleohidráulicos, para obtener con un costo reducido, ciclos

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

de trabajo precisos y a base de grandes presiones; e) con la electricidad, para accionamientos a larga distancia y, sobre todo, para los movimientos rotativos.

Habrán casos en los cuales el aire comprimido no deberá utilizarse. El objetivo de este capítulo es presentar un análisis imparcial que pueda servir de orientación para la adopción de otros tipos de accionamiento o fuentes de energía, así como un panorama general de la aplicación de los diferentes dispositivos y controles neumáticos.

### II - 2 COMPOSICION DEL AIRE

El primer hombre de quien sepamos con seguridad que se ocupó del aire comprimido como fuente de energía, fue el griego Ktesibios, quien hace más de 2000 años construyó una catapulta impulsada por aire comprimido. Uno de los primeros libros concernientes a la aplicación del aire comprimido como energía, fue originado en el primer siglo D.C. y describe algunos inventos que trabajaron con aire caliente.

De los griegos proviene el término "Pneuma", que significa "Aliento" o "Soplo", de "Pneuma" se derivó entre otros el concepto de "Neumática".

El aire es un gas incoloro, insípido e inodoro. Es una mezcla de gases. La masa total de aire en la atmósfera se calcula en unos  $15.17 \times 10^{17}$  kg. Algo menos que la millonésima parte de la masa del planeta. La composición del aire -- permanece relativamente constante al menos hasta unos 20 kilómetros de altura.

Siendo el aire una mezcla y no una combinación química, sus componentes se pueden separar. Normalmente esta

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

separación se realiza enfriándolo hasta  $-196^{\circ}\text{C}$ . A esta temperatura, varios de sus componentes se separan por destilación - fraccionada.

## COMPOSICION DEL AIRE SECO

Componente	Porcentaje en volumen	Porcentaje en masa
Nitrógeno	78.09	75.51
Oxígeno	20.95	23.15
Argón	0.93	1.28
Dióxido de carbono	0.03	0.046
Neón	0.0018	0.00125
Helio	0.00052	0.000072
Metano	0.00015	0.000094
Criptón	0.0001	0.00029
Monóxido de carbono	0.00001	0.00002
Oxido nitroso	0.00005	0.00008
Hidrógeno	0.00005	0.0000035
Ozono	0.00004	0.000007
Xenón	0.000008	0.000036
Dióxido de nitrógeno	0.0000001	0.0000002
Iodo	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-10}$
Radón	$6 \times 10^{-10}$	$5 \times 10^{-17}$

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

### II - 3 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO

La primera pregunta que formula el empresario cuando se le propone que emplee el aire comprimido en su industria es: ¿porqué el aire comprimido?

La razón es: por su versatilidad y su rapidéz de respuesta en el trabajo. Su acción no es tan inmediata como la eléctrica, pero sí es notablemente más rápida que la hidráulica.

Hemos de pensar que la Neumática se sirve, como materia prima, del aire atmosférico que nos circunda, el cual podemos tomarlo en la cantidad que sea necesario para comprimirlo y transformar su energía en trabajo. La compresión se hace en una central de compresores que se puede situar en cualquier punto de la fábrica, pues el aire comprimido es fácilmente transportable, aun en largas distancias, por medio de tuberías, las cuales distribuyen la presión de trabajo uniformemente hacia los puestos de consumo.

Por ser el aire un fluido compresible, podemos almacenarlo fácilmente en depósitos, los cuales sirven, además, para regular la entrada en funcionamiento del compresor y reponer el aire comprimido consumido con el ahorro consiguiente de KW/hora.

El mantenimiento de las instalaciones de aire comprimido es de bajo costo y puede confiarse a personas normalmente entrenadas en instalaciones.

Otras características del aire comprimido son:

1. Costos que no son muy superiores a los de otros sistemas de energía.

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMATICA

2. No implica riesgos graves ni peligros de accidentes. No existe ningún riesgo de explosión ni incendio en ambientes peligrosos.
3. El escape de aire no es tóxico.
4. Tiene gran capacidad de regulación y control. Las velocidades y fuerzas son fácilmente regulables.
5. Los circuitos de aire no están expuestos a los golpes de ariete como los hidráulicos.
6. La concepción de los diferentes elementos es simple y de fácil comprensión para el personal de mantenimiento.
7. Es un medio muy limpio que en caso de averías no perjudica a los elementos circundantes; -- muy importante en las industrias químicas, - alimentarias, textiles, de madera, etc.
8. Admite su combinación con otras formas de - - - energía.
9. El aire comprimido es poco sensible a las variaciones de temperatura: mantiene su confiabilidad incluso a temperaturas extremas.
10. Los elementos de trabajo neumáticos son utilizables hasta su parada completa, sin riesgo - alguno de sobrecargas.

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

### II - 4 CRITERIOS DE APLICACION

Durante el proceso de diseño de una máquina es importante el poder contar con algunos criterios que nos digan si es ventajosa la aplicación de la Neumática para la realización de una determinada operación. Estos criterios se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Condiciones de fuerza. Es preciso conocer la fuerza necesaria. La potencia alcanzable por el émbolo depende del diámetro del cilindro. Cuanto mayor sea el diámetro del cilindro, mayor será también el volumen del mismo, y necesariamente, el consumo de aire comprimido.

2. Condiciones de exactitud. Es necesario conocer con rigor cuál es la exactitud que exige la operación de trabajo en relación con el movimiento de avance.

La compresibilidad del aire no permite emplearlo para aquellos procesos de trabajo en los que se requieren movimientos de avance exactos con distintas demandas de fuerzas.

3. Condiciones de velocidad. La respuesta neumática no es tan "inmediata" como la eléctrica; en cambio, es notablemente más rápida que la hidráulica.

El estado gaseoso permite altas velocidades de flujo. De 50 a 100 m/seg. en las tuberías neumáticas, contra 5 a 10 m/seg. en las hidráulicas, resultado de ello es un plazo de reacción corto y una rápida transformación de la energía en trabajo.

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

4. Condiciones de simplicidad. La mayor ventaja de los sistemas neumáticos se resume en una sola palabra: "simplicidad". Para casos elementales, los procedimientos de fabricación pueden automatizarse parcialmente con el empleo de un corto número de cilindros y de elementos de mando neumático. Con una fuente de energía neumática, un cilindro y una válvula de vías, se puede realizar una maniobra sencilla correspondiente a un movimiento rectilíneo alternativo, sin palancas, levas, muelles o ruedas dentadas.
5. Conclusiones. Es obvio que el sistema a elegir debe planificarse correctamente, desde su fase inicial, a través de la investigación de sus principales aspectos. El campo de los componentes mandados neumáticamente es muy amplio y sus limitaciones están impuestas tan sólo por las operaciones a realizar y el trabajo encomendado.

### II - 5 COMPARACION DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS CON LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS E HIDRÁULICOS

Con objeto de facilitar el análisis sobre las posibles aplicaciones de la Neumática, se presentan, en las tablas II.5.1 y II.5.2, sus ventajas y desventajas sobre otro tipo de sistemas.



## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

Tabla II.5.1

Comparación entre sistemas neumáticos y eléctricos

Tema	Sistema neumático	Sistema eléctrico
Como fuente de accionamiento		
Servicio intermitente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cilindro neumático sencillo</li> <li>2) Velocidad de operación fácilmente regulable (válvulas o limitadores de presión)</li> <li>3) Puesta en marcha y detención sencillas</li> <li>4) Esfuerzos comparativamente grandes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Complicado (leva, cruz de malta o manivela)</li> <li>2 Necesita caja reductora, regulador de velocidad o de tensión</li> <li>3 Necesita acomplamiento o freno</li> <li>4. Los grandes esfuerzos requieren instalaciones</li> </ol>
Servicio Continuo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Consumo grande de aire</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Muy sencillo (motor)</li> </ol>
Exactitud del periodo de trabajo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tiempo de detención ajustable a elección</li> <li>2 Retardo del ciclo de trabajo, y susceptible de fallar en altas velocidades</li> <li>3 Mediana exactitud de trabajo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Necesita acomplamiento o freno</li> <li>2) Tiempos de trabajo muy precisos</li> <li>3) No necesita puestas a punto posteriores. Adaptable a trabajo ininterrumpido</li> </ol>
Costos de diseño	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Elementos normalizados fácilmente adquiribles</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Las levas y transmisiones deben ser construidas especialmente para cada instalación</li> </ol>
Como órgano de reconocimiento y mando		
Condiciones del medio ambiente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Habitualmente estable, respecto a la temperatura</li> <li>2 Deben tomarse las precauciones necesarias contra la congelación en la salida</li> <li>3) No presenta sensibilidad a la humedad</li> <li>4) No sufre influencias por campos eléctricos y magnéticos</li> <li>5) Seguridad en atmósfera gaseosa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los semiconductores son sensibles a la temperatura</li> <li>2) Sin dificultades en bajas temperaturas</li> <li>3 Necesita muy buen aislamiento</li> <li>4 Ruidos por inducción y perturbaciones eléctricas</li> <li>5 Peligro de explosión por descarga de chispas</li> </ol>

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMATICA

Como órgano de reconocimiento y mando		
Mantenimiento	1) Construcción sencilla y robusta 2) No son necesarios conocimientos especiales de electricidad	1 Duración limitada de los contactos 2 Necesita experto en electricidad para las reparaciones
Costo de los equipos	1 Normalización y producción en serie aún no desarrolladas	1) Las piezas del equipo -- son generalmente baratas

Tabla II.5.1

## II - PANORAMA GENERAL DE LA NEUMÁTICA

## Comparación entre sistemas neumáticos e hidráulicos

Tema	Sistema neumático	Sistema hidráulico
Energía	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Obtenida en la red de la planta</li> <li>2) Energía almacenada, fluido compresible</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Debe proveerse mediante bomba hidráulica</li> <li>2 La energía es difícilmente almacenable</li> </ol>
Tubería	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fácilmente trasladable - para bajas presiones</li> <li>2) No necesita retorno</li> <li>3) Las pequeñas pérdidas por defectos de estanquidad - no presentan problemas</li> <li>4) Derivaciones y desmontajes de accesorios neumáticos, muy sencillos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Para altas presiones se necesitan cuidados especiales</li> <li>2 Necesita depósito para retorno</li> <li>3 Las pérdidas de aceite ensucian el lugar de trabajo y son peligrosas</li> <li>4 Debe vaciarse la tubería</li> </ol>
Desarrollo del trabajo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Normalmente, altas velocidades</li> <li>2 Ajuste fino imposible</li> <li>3 Movimiento de un extremo al otro</li> <li>4 Golpe relativamente potente</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Las altas velocidades requieren bombas de gran potencia y fuertes tuberías</li> <li>2) Regulación continua</li> <li>3) Posicionado exacto</li> <li>4) Puntas de presión fácilmente controlables</li> </ol>
Presión permanente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Consumo reducido de energía</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Necesita bombeo continuo</li> </ol>
Esfuerzos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Hasta 1 CV</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Para grandes esfuerzos - se ocupa poco espacio</li> </ol>
Lubricación y mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El mantenimiento requiere experiencia</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) El aceite usado como fluido es a su vez lubricante</li> </ol>
Costos de la instalación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Normalmente bajos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Normalmente altos</li> </ol>

Tabla II.5.2

# III

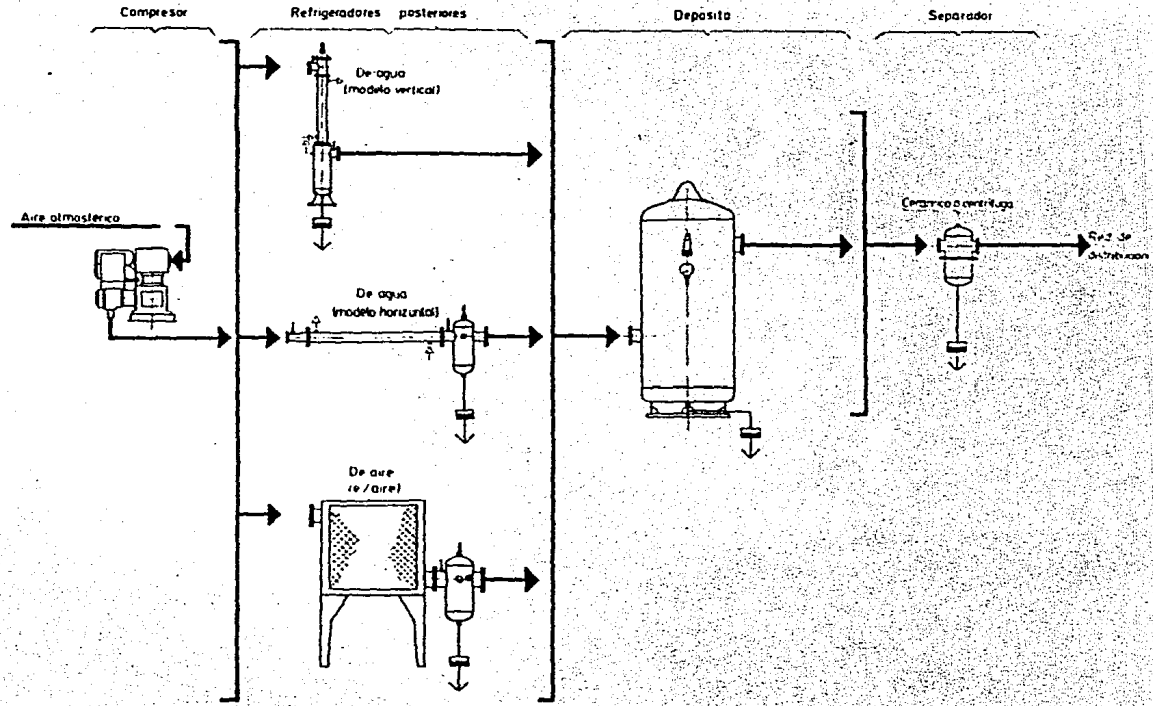
## PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

### III - 1 INTRODUCCION

Los sistemas neumáticos de mando consumen aire comprimido, que debe estar disponible en el caudal suficiente y con una presión determinada según el rendimiento de trabajo.

El grupo principal de una instalación productora de aire comprimido es el compresor, del que existen varios tipos para las distintas posibilidades de utilización. Se llama compresor a toda máquina que impulsa aire, gases o vapores, -- ejerciendo influencia sobre las condiciones de presión. Los compresores se valoran por el gasto suministrado en l/min (para compresores pequeños) o en m<sup>3</sup>/min y por la relación de compresión.

Para la Neumática sólo son aptos una parte de los distintos tipos de compresores, condicionado por la presión de trabajo requerida. Los sistemas neumáticos de mando trabajan normalmente con aire comprimido a 6 bar.



Instalación convencional de aire comprimido

### III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

#### III - 2 TIPOS DE COMPRESORES

El compresor más frecuentemente empleado es el de émbolo (fig. III-2-1), pudiendo emplearse como unidad estacionaria (fija) o móvil y existiendo desde los equipos más pequeños hasta los que entregan gastos superiores a los 500 m<sup>3</sup>/min. Los compresores de émbolo de una etapa comprimen el aire hasta la presión final de 6 bar y en casos excepcionales llegan - - hasta los 10 bar; los compresores de dos etapas llegan normalmente hasta los 15 bar; pudiendo conseguir los compresores de émbolo de alta compresión con tres y cuatro etapas, presiones finales de hasta 250 bar.

Los compresores rotativos de paletas (fig. III-2-2), constan de un rotor con láminas radiales. El eje del rotor -- está excéntricamente situado en el interior de un cilindro. De este modo se origina una cámara de compresión en forma de hoz. Las ventajas más notables de este tipo de compresores son su - marcha silenciosa y un suministro de aire casi exento de sacudidas.

Los compresores de rotación de una etapa comprimen hasta 4 bar y hasta 8 bar los de dos etapas. Los gastos suministrados pueden llegar hasta 100 m<sup>3</sup>/min, según el tamaño.

#### III - 3 PREPARACION DEL AIRE COMPRIMIDO

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 y residuos de la oxidación. Con un tendido adecuado de la red general, - una gran parte de las impurezas se separan en los recipientes

III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

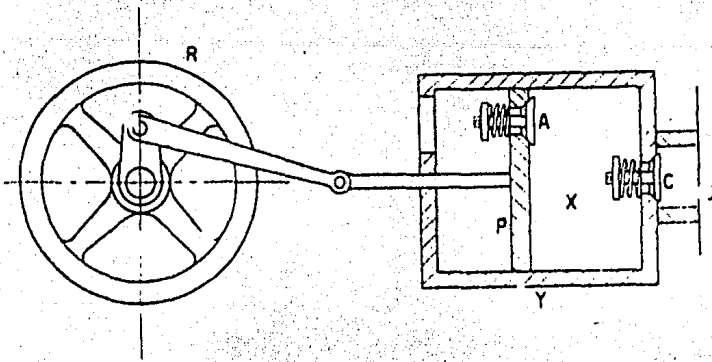


Fig. III-2-1 (a)  
Compresor de émbolo

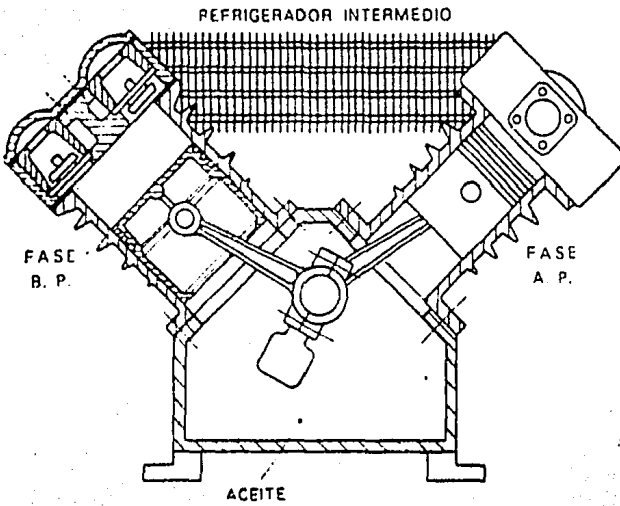


Fig. III-2-1 (b)  
Compresor alternativo de dos etapas

## III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

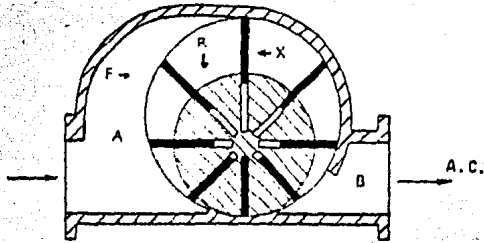
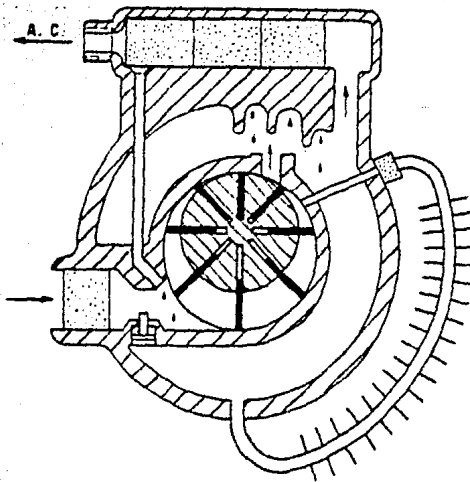


Fig. III-2-2

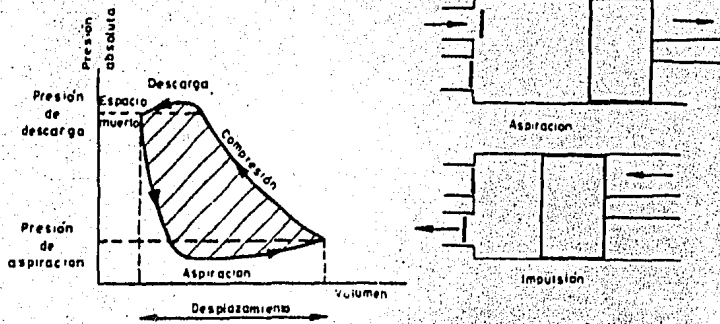
Principio de funcionamiento de -  
un compresor rotativo de paletas



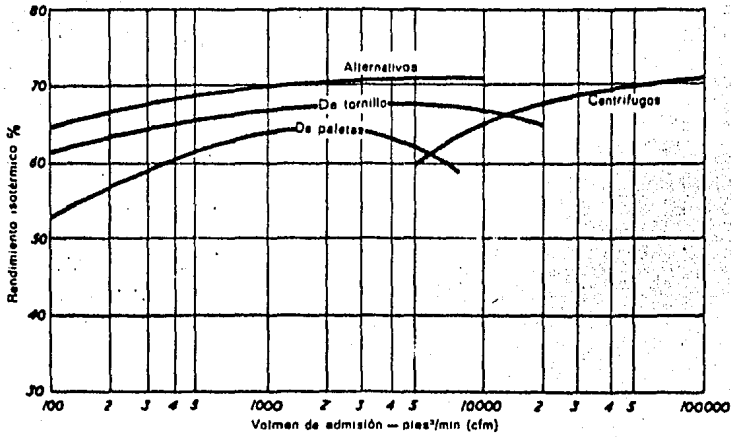
Compresor rotativo de paletas con  
circuito de lubricación



III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO



Ciclo real de trabajo de un compresor de émbolo.



Rendimiento de distintos tipos de compresores

## III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

## CARACTERISTICAS QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE UN COMPRESOR

	Coste inicial	Rendimiento	Instalación	Vibración	Nivel de ruido	Mantenimiento	Observaciones
ALTERNATIVO	De bajo a moderado	Elevado		Reduce en las configuraciones "L" y "W"	Muy alto		Elección normal para capacidades hasta 3500 cfm para suministro a redes neumáticas
DIAFRAMA	Bajo	Elevado		Elevado	Elevado		Capacidad limitada, pero muy adecuada para gases tóxicos o corrosivos
PALETAS	De bajo a moderado	Ligeramente inferior al de los alternativos	Sencilla	Nula	Bajo (sobre todo en el tipo refrigerado por agua)	Las paletas y los anillos de retención se gastan	Ideal para aplicaciones de presión media y poco caudal
ROOTS	Bajo	Bajo, pero crece con el tamaño	Sencilla	Poca si el rotor está bien equilibrado	Elevado	Precisa poco	Ideal para baja presión (soplante) y gran volumen
DE TORNILLO	Elevado	Alto (equiparable al de los alternativos)			Muy alto		Los modelos actuales pueden competir con los alternativos y con las turbomáquinas
CENTRIFUGO	Elevado	Exceso en los de tamaño reducido, crece con el tamaño	Precisa un firme adecuado	Muy importante el equilibrio por las grandes velocidades implicadas	Se rebaja por filtración	Bajo	Máquinas esencialmente rápidas, para buen rendimiento. No suelen ser competitivas para menos de 5000 cfm
AXIAL	Elevado	Elevado	Precisa un firme adecuado		Se rebaja por filtración	Bajo	Sin competencia para grandes caudales (desde los 10 000 cfm)

### III - PRODUCCION DE AIRE COMPRIMIDO

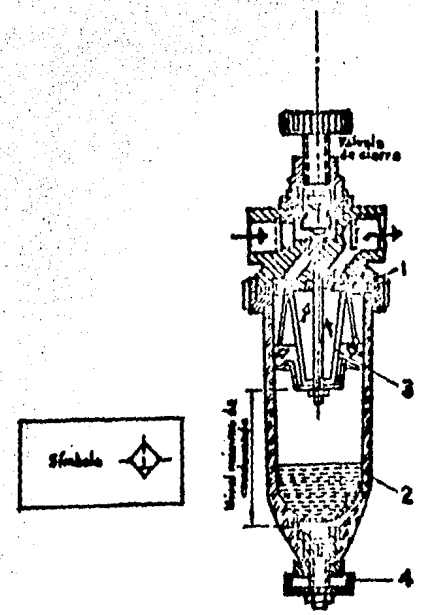
para la condensación, pero las más pequeñas son arrastradas en forma de suspensión por la corriente de aire actuando en las partes móviles de los elementos neumáticos como un abrasivo. Además, la corriente de aire en la red fluctúa, aunque sólo sea en los puntos de arranque y parada del compresor en función de la presión en el depósito acumulador. No obstante, los diferentes dispositivos neumáticos deben trabajar siempre con la misma presión de aire; a lo anterior ha de añadirse el hecho de que las partes móviles de los elementos neumáticos también necesitan una lubricación.

El filtro de la figura III-3-1 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, (fig. III-3-2).

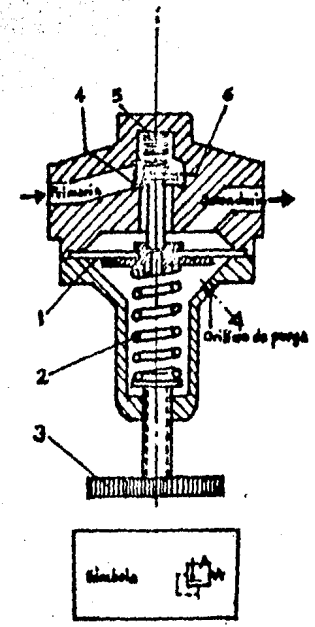
El lubricador tiene la misión de suministrar a los aparatos neumáticos el lubricante suficiente. La niebla oleosa debe ser lo suficientemente fina para que en los equipos grandes no se precipite en los primeros puntos de engrase o en las reducciones de sección. La figura III-3-3 representa la sección de un lubricador.

Fig. III-3-1 Filtro de aire.



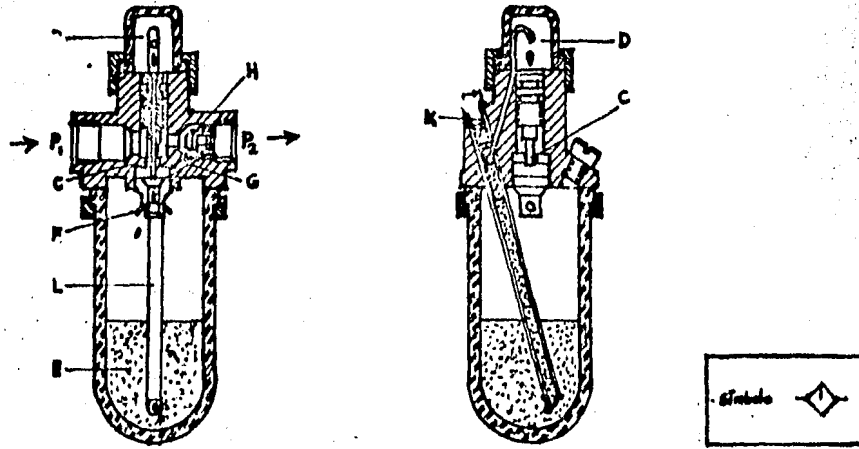
1. Ranura directriz
2. Carcasa del filtro
3. Cartucho filtrante
4. Purga de condensación

Fig. III-3-2 Regulador



1. Membrana
2. Muelle
3. Tornillo de ajuste
4. Válvula de asiento
5. Muelle amortiguador
6. Plato de válvula

Fig. III-3-3 Lubricador



- G - Conducto
- H - Válvula reguladora
- C - Tobera
- E - Depósito de aceite
- L - Tubo de plástico
- D - Recinto de goteo
- K - Tornillo de ajuste
- F - Salida

# IV

## VALVULAS NEUMATICAS

### IV - 1 INTRODUCCION

Genéricamente, se denomina válvula a una pieza -- que sirve para cerrar o abrir un orificio o conducto, o para -- interrumpir la comunicación entre dos de sus órganos.

En Neumática, la válvula es el elemento de mando que determina las características del circuito, debiendo poseer cualidades decisivas para actuar sobre los elementos o parámetros que intervienen en el proceso operativo del circuito neumático. Por consiguiente, dentro de un circuito de automatización, la válvula desempeña la misión de mantener, o de cambiar, según unas órdenes o señales recibidas, las fases de trabajo -- entre los conductos a ellas enlazados, a fin de lograr respuestas de salida conforme al programa establecido.

Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan el aire comprimido; gobiernan la salida y entrada, el paro y la dirección, la presión y el gasto del aire comprimido.

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

El cambio en las señales de respuesta dadas por una válvula, a través de elementos auxiliares, se proyecta sobre las dos magnitudes que definen al fluido neumático: la presión y el gasto.

La presión del aire motriz puede amplificarse o reducirse; o perpetuarse en un valor convenido mediante una regulación. Más en lo que atañe al gasto de aire, una disminución de su contenido origina un retardo en la señal de respuesta. Los componentes neumáticos que proporcionan estas modificaciones se conocen con el nombre de reguladores, existiendo tanto para el gasto como para la presión.

Salvo aplicaciones muy particulares, las válvulas o distribuidores neumáticos no trabajan de forma proporcional, puesto que se comportan de una manera absoluta: o todo o nada. Ello significa que permiten el paso del aire o lo impiden.

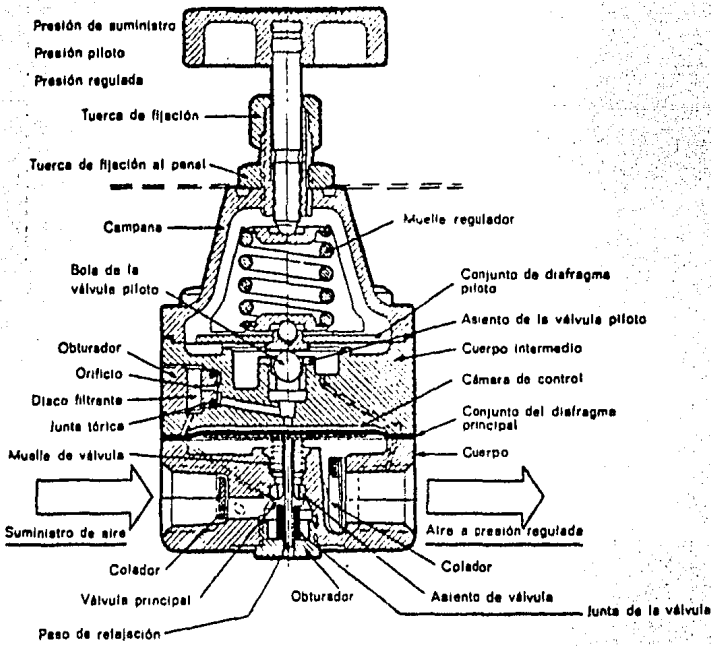
Las válvulas neumáticas se clasifican en los grupos siguientes:

1. Válvulas de control de dirección
2. Válvulas de control de gasto
3. Válvulas de control de presión

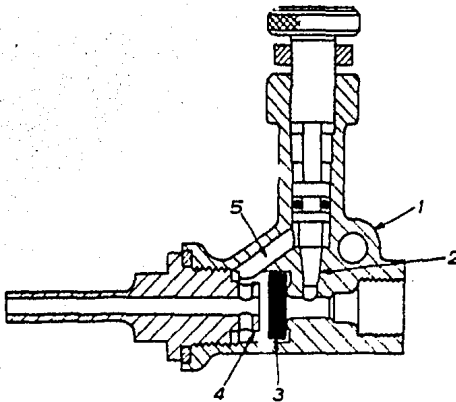
#### IV - 2 VALVULAS DISTRIBUIDORAS

Son las que con una rápida intervención, interrumpen, dejan pasar o desvían un fluido neumático de presión y gasto determinados.

Para llevar a cabo la elección de una válvula neumática, es conveniente recurrir a ciertos criterios de selección, los cuales pueden abarcar tres conceptos distintos; sin



Válvula reguladora, de precisión, con válvula piloto de descarga constante que controla la presión sobre el diafragma de la válvula principal.



Válvula reguladora de gasto

1. Cuerpo
2. Válvula de estrangulamiento
3. Válvula antirretorno
4. Admisión de flujo regulado
5. Derivación.



#### IV - VÁLVULAS NEUMATICAS

embargo, éstos, en conjunto, resumen las características propi-  
ciatorias para una elección acertada.

Esos tres conceptos son:

- Número de vías y condiciones de reposo
- Características del dispositivo de mando
- Características del gasto

El número de vías corresponde al número de los --  
orificio. que, teniendo funciones precisas, se han efectuado --  
en la misma válvula a fin de permitir el paso del aire compri-  
mido; por consiguiente, cabe definirlo como el número máximo --  
de conexiones que pueden interconectarse a través de la válvula  
y se designan por el número de vías.

Una válvula le tres vías consta de un orificio de  
entrada, otro de salida y, además de éstos, tiene un tercer ori-  
ficio para la descarga del aire, conocido como escape. El accio-  
namiento de la válvula comunica la entrada con la salida, que-  
dando el escape bloqueado. Al retornar la válvula a su posi-  
ción inicial, se cierra la entrada de aire y se comunica la sa-  
lida con el escape, permitiendo la descarga al exterior del --  
aire que vuelve por la tubería de salida.

La válvula de cinco vías consta de un orificio --  
para la entrada, de dos salidas para utilización con las dos --  
descargas o escapes correspondientes. Se utilizan para el con-  
trol de cilindros de doble efecto o para accionamientos de vál-  
vulas piloto de mayor tamaño.

Se entiende por número de posiciones, (condicio-  
nes de reposo), al número de variantes que pueden localizarse  
de una manera estable entre las vías del distribuidor.

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

Con la denominación "normalmente cerrada" se indica una válvula de vías donde, en la condición de reposo, los orificios de entrada y de utilización no se comunican entre sí. La válvula normalmente abierta presupone la condición contraria es decir, en la condición de reposo la vía está libre y, en -- accionamiento, cerrada.

Conforme al tipo de construcción, las válvulas de vías se perfilan, principalmente, en dos modelos: válvulas de asiento y válvulas de corredera.

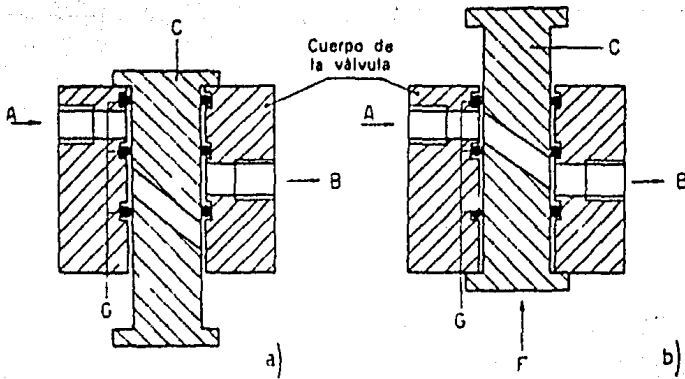
El principio de la válvula de asiento garantiza un funcionamiento sin interferencias; es decir, el escape de aire se cierra antes de que se abra el aire de entrada. En las válvulas de asiento el paso es de cierre y apertura simples; requiriéndose dos de ellas para el control de la entrada y salida del aire en un cilindro de simple efecto, y cuatro unidades para un cilindro de doble efecto.

El tiempo de apertura es rápido e, igualmente, su respuesta, pues con una pequeña elevación del cierre queda libre la sección de la válvula. Por su sencilla construcción, tienen pocas piezas sometidas al desgaste y, la suciedad, interfiere muy poco en su funcionamiento. Se construyen con asiento de bola y con asiento plano. Se mantienen en posición "normalmente cerrada" mediante resorte de retorno. En este modelo de válvulas, la fuerza de maniobra resulta elevada, ya que es necesario vencer la resistencia de los muelles y la presión.

En las válvulas de corredera, existen los siguientes modelos:

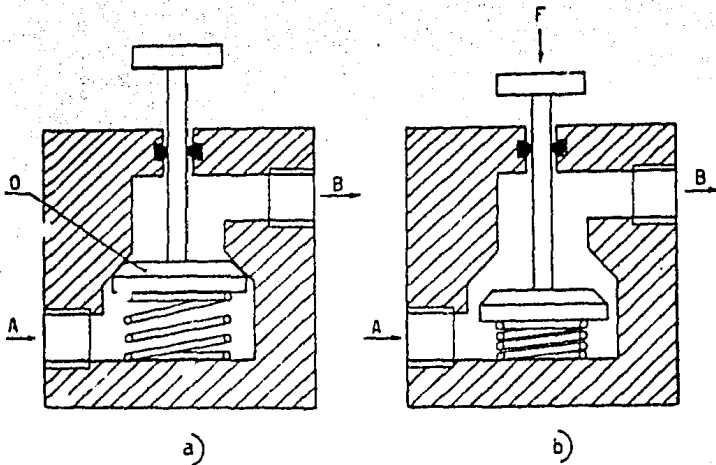
- Válvulas de distribución axial, corredera
- Válvulas de curso plano axial
- Válvulas de disco

## IV - VALVULAS NEUMATICAS



Válvula neumática tipo corredera.

El aire entra por A y no puede salir por B -- por efecto de las juntas de cierre G; aplicando la fuerza F a la corredera C, ésta se desplaza hacia la posición indicada en b) poniendo en comunicación A con B



Válvula de tipo de conmutación por obturador. Aplicando la fuerza F sobre el eje de mando el obturador O desciende tal como se indica en b).

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

Las más extendidas, y que tienen una preferencia dominante, son las de distribución axial, conocidas como válvulas de corredera, las cuales poseen, como principio de funcionamiento, un émbolo móvil deslizante que abre o cierra, por desplazamiento longitudinal, las vías de comunicación en función de las condiciones de conmutación de la propia válvula.

Las válvulas de corredera prestan funciones generales, destacando, entre ellas, el mando de cilindros de doble efecto que requieren 5 vías. Presentan un equilibrio de presiones casi perfecto, por lo que resultan, aún cuando funcionen a alta presión, de fácil manejo, con pequeños esfuerzos.

Otro modelo de válvula está constituido por las de disco distribuidor, o válvulas de cierre rotativo, en las cuales el movimiento de giro de la pieza móvil abre o cierra las lumbreras de comunicación entre los distintos orificios. Por lo general, se fabrican para mando manual, por pie o por interruptor, debido a que se precisa un giro para la inversión de la válvula, siendo este giro de  $42^\circ$  para 2 posiciones y de  $48^\circ$  para 3 posiciones. Preferentemente, estas válvulas se construyen para 3/3 vías o 4/3 vías.

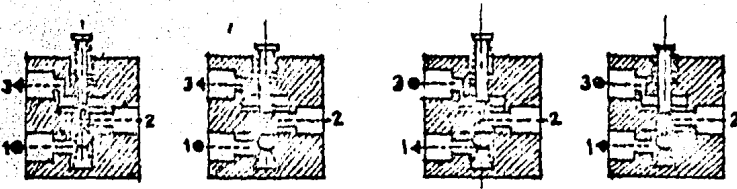
Los sistemas de accionamiento de las válvulas, o dispositivos de mando, pueden clasificarse en:

- a) Accionable mediante órganos de máquina (mecánico)

A través de él es posible hacer depender una acción neumática del movimiento de un órgano mecánico (por ejemplo, levas, palancas, etc.)

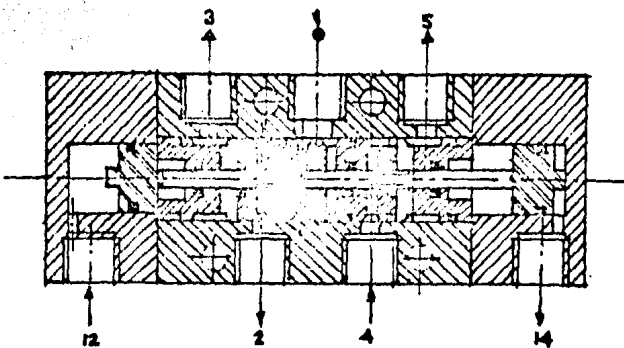
- b) Accionable por operador. Por medio de este mando es posible supeditar una acción neumática a lo ordenado por el operario que se encarga

## IV - VALVULAS NEUMATICAS



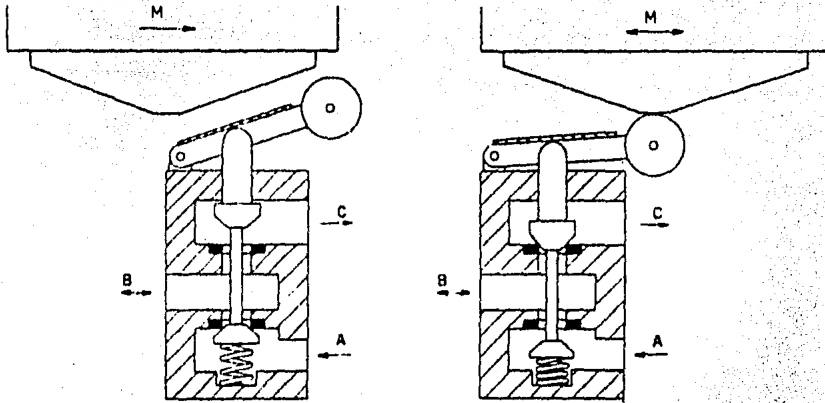
Principio de funcionamiento de las válvulas de 2 y 3 vías

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| - 3/2 normalmente cerrada | - 3/2 normalmente abierta |
| 1. entrada de aire        | 1. escape                 |
| 2. utilización            | 2. utilización            |
| 3. escape                 | 3. entrada de aire        |
| - 2/2 normalmente cerrada | - 2/2 normalmente abierta |
| 1. entrada de aire        | 1. obturado               |
| 2. utilización            | 2. utilización            |
| 3. obturado               | 3. entrada de aire        |

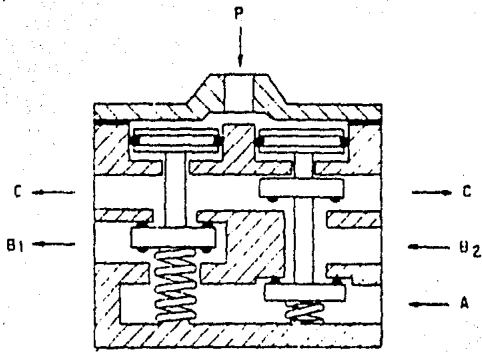


Válvula distribuidora de 5 vías

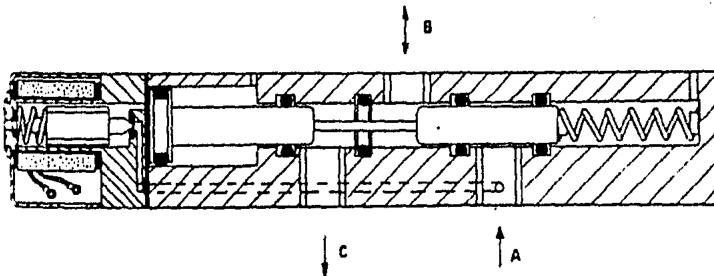
- |          |                 |
|----------|-----------------|
| 1.       | entrada de aire |
| 2 y 4.   | utilización     |
| 3 y 5.   | escape          |
| 12 y 14. | pilotaje        |



Válvula de tres vías con mando mecánico bidireccional



Válvula de cuatro vías con mando neumático



Válvula de tres vías y accionamiento electro-neumático

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

ga de actuarla a voluntad.

- c) Neumático. Con él, se disciplina una acción neumática por uno o más flujos de aire.
- d) Electroneumático. Por medio de este mando - se subordina una acción neumática por el paso de la corriente de un electroimán. Las válvulas provistas de este dispositivo de mando reciben el nombre de electroválvulas
- e) Sin dispositivo de mando. Válvulas automáticas en las cuales la dirección del flujo que se intercepta hace, él mismo, de piloto para la válvula.

#### IV - 3 VALVULAS DE CONTROL DE GASTO

Las válvulas de control de gasto son las que transmiten una presión de un punto a otro en un tiempo regulable, dosificando la cantidad de fluido que pasa por ellas.

A fin de conseguir una elección apropiada, conviene tener en cuenta unos criterios que agrupan, en los tres puntos distintos siguientes, las características de una válvula neumática de control de caudal, y que son:

- a) Colocación o situación dentro de la instalación. Si la regulación debe efectuarse sobre una tubería, basta con colocar un regulador de línea.
- b) Precisión y sentido de la regulación. Se refiere al grado de precisión de la aguja y del tornillo de control. En cuanto al sentido -- del flujo, se construyen reguladores de línea

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

de distintos modelos, dotados de válvula direccional, o sin ella.

- c) Características del gasto. Las válvulas de control de dirección son válvulas de gasto -- constante, la característica principal de las válvulas de control de caudal es la de poder variar el propio caudal (gasto) desde cero -- como mínimo hasta un máximo de un cierto número de litros por minuto. En efecto, esta característica pone de manifiesto la cantidad de fluido circulante, en función de la presión y del número de vueltas del tornillo de regulación.

#### IV - 4 VALVULAS DE CONTROL DE PRESION

Las válvulas de presión influyen sobre la presión del aire comprimido en circulación. La válvula limitadora de presión (fig. IV.4.1) impide la elevación de la presión máxima admisible en un sistema. Es un componente de todo equipo productor de aire comprimido, pero apenas se emplea en los equipos neumáticos. La válvula limitadora de presión sirve para seguridad, puesto que al sobrepasarse la presión máxima permitida en el sistema abre hacia la atmósfera libre un orificio y escapa el exceso de presión hasta el valor nominal; cerrándose el orificio de escape por la fuerza de un resorte cuando se alcanza aquel valor nominal.

La válvula de secuencia (fig. IV.4.2) es completamente similar en su funcionamiento a una válvula limitadora de presión, diferenciándose únicamente en la aplicación. La salida A de una válvula de secuencia permanece bloqueada hasta que



#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

de distintos modelos, dotados de válvula direccional, o sin ella.

- c) Características del gasto. Las válvulas de control de dirección son válvulas de gasto constante, la característica principal de las válvulas de control de caudal es la de poder variar el propio caudal (gasto) desde cero como mínimo hasta un máximo de un cierto número de litros por minuto. En efecto, esta característica pone de manifiesto la cantidad de fluido circulante, en función de la presión y del número de vueltas del tornillo de regulación.

#### IV - 4 VALVULAS DE CONTROL DE PRESION

Las válvulas de presión influyen sobre la presión del aire comprimido en circulación. La válvula limitadora de presión (fig. IV.4.1) impide la elevación de la presión máxima admisible en un sistema. Es un componente de todo equipo productor de aire comprimido, pero apenas se emplea en los equipos neumáticos. La válvula limitadora de presión sirve para seguridad, puesto que al sobrepasarse la presión máxima permitida en el sistema abre hacia la atmósfera libre un orificio y escapa el exceso de presión hasta el valor nominal; cerrándose el orificio de escape por la fuerza de un resorte cuando se alcanza aquel valor nominal.

La válvula de secuencia (fig. IV.4.2) es completamente similar en su funcionamiento a una válvula limitadora de presión, diferenciándose únicamente en la aplicación. La salida A de una válvula de secuencia permanece bloqueada hasta que

IV - VALVULAS NEUMATICAS

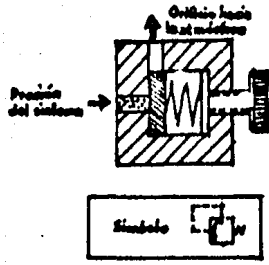


Fig. IV-4-1  
Válvula limitadora de presión

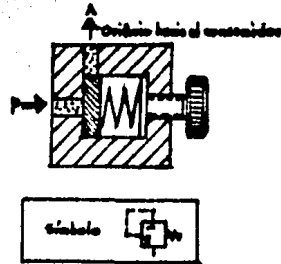


Fig. IV-4-2  
Válvula de secuencia

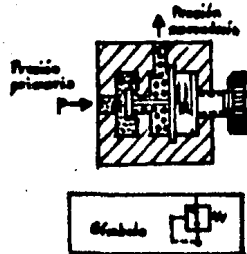


Fig. IV-4-3  
Válvula reguladora de presión

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

se alcanza la presión seleccionada; sólo entonces la válvula se abre y permite circular al aire comprimido desde P hacia A. En los equipos neumáticos, las válvulas de secuencia se prevén en donde deba garantizarse una presión mínima determinada para el funcionamiento y por lo tanto deba evitarse el proceso de la maniobra con una presión inferior. Además, se emplean también donde deben conectarse consumidores con preferencia y los restantes consumidores sólo deban alimentarse cuando hay suficiente presión.

La válvula reguladora de presión o válvula reductora de presión (fig. IV.4.3) regulan la presión de trabajo deseada o presión secundaria a un valor constante, que debe ser independiente de la presión primaria y del consumidor. La válvula se abre o se cierra por una membrana, por lo que la regulación de la presión se efectúa a través del movimiento de la membrana.

#### IV - 5 TEMPORIZADORES

Como una particularidad en el accionamiento de las válvulas, debe presentarse una válvula accionada neumáticamente cuyo órgano de accionamiento permite simultáneamente una función de tiempo (fig. IV.5.1). En la línea de mando Z entra aire comprimido a través de una válvula de estrangulación (1) en un acumulador. De acuerdo con el ajuste del tornillo, fluye más o menos aire en un intervalo de tiempo al acumulador en el que, al cabo de un cierto tiempo, alcanza una presión determinada. La inversión de la válvula sólo se efectúa si se ha alcanzado la presión de mando necesaria. El tiempo ajustable necesario para el llenado del acumulador es el de retardo entre la entrada de la señal y la inversión de la válvula. Para la reposición de la válvula debe purgarse la línea de mando. El

## IV - VALVULAS NEUMATICAS

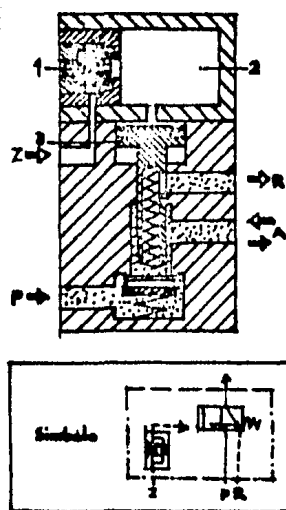


Fig. IV-5-1 Temporizador  
(normalmente cerrado)

1. Estrangulación graduable
2. Espacio de acumulación
3. Pistón de mando

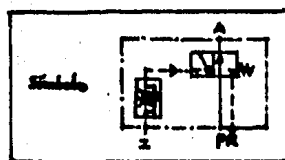


Fig. IV-5-2 Temporizador  
(normalmente abierto)

#### IV - VALVULAS NEUMATICAS

aire del acumulador escapa rápidamente a través de la retención en la válvula de bloqueo, y la válvula pasa a su posición de re poso. El esquema de funcionamiento (fig. IV.5.1) muestra una válvula retardadora que trabaja como -cerrada-, siendo también posible la ejecución de abierta en reposo (fig. IV.5.2).

# V

## CILINDROS

### V - 1 RESEÑA HISTORICA

Hay tres nombres señeros que tienen una clara preponderancia en el empleo del cilindro: Papin, Watt y Wolff. Un francés, Denis Papin, en 1690, fue el primero que hizo subir - el émbolo en virtud de la fuerza expansiva del vapor, colocando, directamente sobre el hogar, un cilindro que contenía una pequeña cantidad de agua. Había comenzado la era del vapor. James Watt, en 1774, acometió la construcción de la primera máquina de vapor, utilizando ya un cilindro que, según algunos - biógrafos, tenía 450 mm de diámetro, y haciendo que el vapor, de manera alterna, penetrase por ambos extremos del cilindro. Posteriormente, Wolff perfeccionó la máquina de vapor y la construyó con dos cilindros y expansión.

Por otra parte, la aparición de la máquina de combustión interna vendría a revolucionar el concepto social de - la época. En 1786, William Murdock, físico escocés que trabajó mucho con Watt para perfeccionar la máquina de vapor, decidió construir un "carruaje sin caballos" movido por vapor. En 1860 el francés Etienne Lenoir, construyó el primer motor de comb

## V - CILINDROS

tión interna y, en 1876, el alemán Nikolaus August Otto diseñó un motor de cuatro tiempos. Un escocés, Dugald Clerk, añadió un segundo cilindro, de forma que trabajara un pistón mientras el otro está en estado de recuperación. En 1885, los alemanes Gottlieb Daimler y Karl Benz, construyeron independientemente, el primer automóvil funcional.

Asimismo, en otros campos de la ciencia también se experimentaba. En 1650, Otto von Guericke, inventó la bomba de extraer aire accionada por la fuerza muscular. En 1698, Thomas Newcomen construyó una máquina que funcionaba a bajas presiones; tenía pistón y cilindro, empleándose la presión del aire para mover hacia abajo el pistón. M. Medhurst, en 1810, construye un compresor. En 1822, Jalabert, en Francia, obtiene la primera patente para un motor de aire comprimido. El inglés George Stephenson elabora, en el año 1814, la primera locomotora funcional de vapor haciendo girar las ruedas por el movimiento alternativo de los pistones accionados por el vapor. Alrededor de 1850 se hablaba de locomotoras por aire comprimido. En 1869, Westinghouse inscribe la patente de invención del freno de aire comprimido, en donde el cilindro neumático tiene ya una utilidad definida.

### V - 2 TIPOS DE CILINDROS

Los cilindros son elementos (motores neumáticos lineales), de movimiento rectilíneo, que transforman la energía neumática en energía mecánica, definiéndose el tipo cilindro de pistón como aquel en que la fuerza mecánica se produce en virtud de la presión del fluido que actúa sobre la superficie del émbolo.

El cilindro consiste, en principio (fig. V.2.1),

## V - CILINDROS

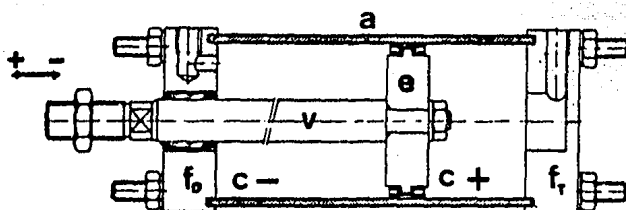
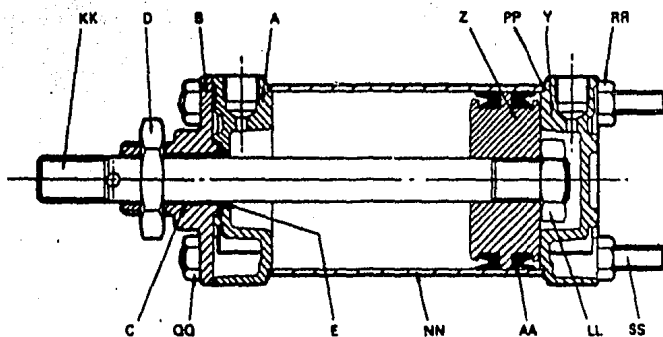


FIG. 2.1. Cilindro de aire.

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| a = Tubo cerrado      | c + = Cámara positiva |
| e = Embolo            | c - = Cámara negativa |
| v = Vástago           | f_r = Fondo trasero   |
| f_b = Fondo delantero |                       |

Fig. V-2-1

## Cilindro de aire



- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| AA — Juntas del pistón              | A — Tapa frontal              |
| KK — Vástago                        | B — Cojinete del vástago      |
| LL — Tuerca de fijación             | C — Casquillo del vástago     |
| NN — Tubo                           | D — Tuerca de fijación        |
| PP — Guarniciones                   | E — Empaquetadura del vástago |
| QQ — Tuerca de los tirantes (del.)  | Y — Tapa del extremo ciego    |
| RR — Tuerca de los tirantes (tras.) | Z — Pistón                    |
| SS — Tirantes                       |                               |

## Cilindro no amortiguado de doble efecto



## V - CILINDROS

de un tubo circular (a) cerrado en cada extremo por dos fondos (f), en el cual el émbolo (e) se desliza sobre juntas convenientemente situadas para evitar pérdidas o fugas de aire; este émbolo es solidario de un vástago (v) que atraviesa uno de los fondos, el cual lleva una guía para el vástago.

Según la forma en que lleva a cabo el retroceso del vástago, los cilindros se dividen en dos grupos:

- a) Cilindros de simple efecto
- b) Cilindros de doble efecto.

### V - 2 - 1 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

En este modelo de cilindros el desplazamiento del émbolo, por la presión del aire comprimido, tiene lugar en un solo sentido, pues vuelve a su posición inicial por efecto de la acción de otra fuerza (interna o externa).

El retroceso del émbolo se logra mediante:

- a) Resorte de retorno incorporado
- b) Por fuerzas exteriores:
  - b<sub>1</sub>) Fuerza de gravedad de la carga
  - b<sub>2</sub>) Por resorte exterior

En la fig. V.2.2 se aprecia, esquemáticamente, la manera de comportarse de un cilindro de simple efecto con resorte de retorno incorporado.

La única ventaja que aportan estos cilindros es su reducido consumo de aire; por razones prácticas, son de diámetro pequeño y de carrera corta (salvo excepciones), por lo que su destino queda vinculado a servir como elementos auxiliares

## V - CILINDROS

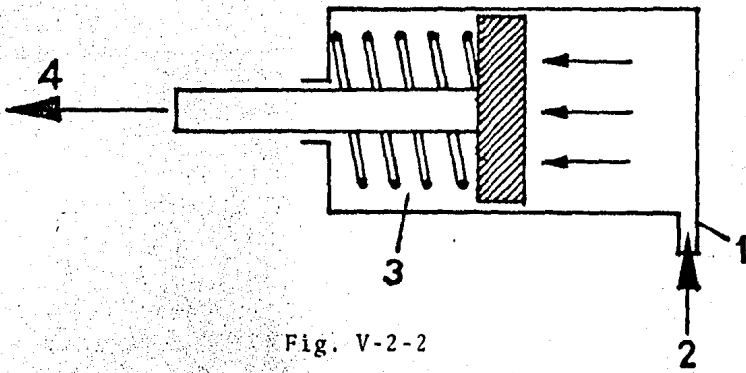
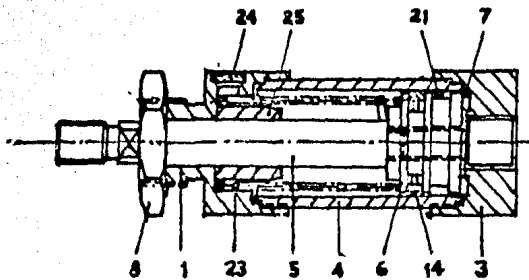


Fig. V-2-2

## Cilindro de simple efecto

1. Orificio de conexión
2. Entrada de aire
3. Resorte
4. Fuerza



## Cilindro de simple efecto, con retroceso por resorte

1. Tapa delantera
3. Tapa trasera
4. Camisa
5. Vástago del pistón
6. Pistón
7. Disco
8. Contratuerca
14. Junta
21. Anillo de guía
23. Resorte
24. Filtro
25. Forro de guía

## V - CILINDROS

en las automatizaciones.

### V - 2 - 2 CILINDROS DE DOBLE EFECTO

En este modelo de cilindro, las carreras de avance y retroceso se consiguen por medio de la presión del aire comprimido en cualquier lado del émbolo, es decir, el aire comprimido ejerce su acción en las dos cámaras del cilindro.

Los cilindros de doble efecto pueden ser:

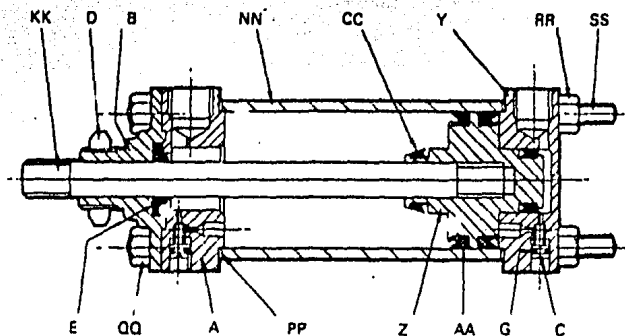
- a) Sin amortiguación
- b) Con amortiguación

Los cilindros sin amortiguación se fabrican con un orificio en el fondo delantero y otro en el fondo trasero para entrada y salida de aire. Los segundos, de igual manera, pero complementados con el dispositivo de amortiguación regulable.

Los cilindros de doble efecto presentan las siguientes ventajas sobre los cilindros de simple efecto:

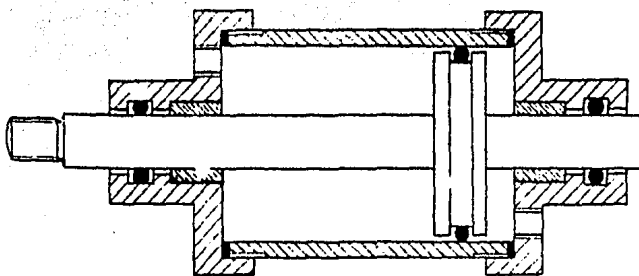
- Producen trabajo en los dos sentidos
- No hay pérdida de fuerza para comprimir el muelle
- El retorno es independiente de la carga
- Se puede ajustar con precisión su régimen de funcionamiento
- Se aprovecha como carrera útil toda la longitud del cuerpo del cilindro
- La carrera de retroceso no depende del factor carga ni de ningún otro elemento mecánico.

## V - CILINDROS



- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| A — Juntas del pistón           | A — Tapa del.                                     |
| CC — Juntas amortiguadoras      | B — Cojinete del vástago                          |
| KK — Vástago del pistón         | C — Tornillo de ajuste                            |
| NN — Tubo                       | D — Tuerca de fijación                            |
| PP — Guarniciones               | E — Empaquetadura del vástago                     |
| QQ — Tuercas del vástago (del.) | G — Juntas de ajuste de amortiguación del vástago |
| RR — Tuercas del vástago (es.)  | Y — Tapa tras.                                    |
| SS — Tirantes                   | Z — Pistón  |

Cilindro de doble efecto con amortiguación



Cilindro neumático de doble efecto con doble eje y doble pistón

## V - CILINDROS

- Por contra, tienen el inconveniente de que consumen doble cantidad de aire comprimido que un cilindro de simple efecto.

### V - 3 CILINDROS ESPECIALES

Los cilindros especiales son distintos según los fabricantes, y así lo que para unos es un tipo especial para otros es una ejecución estándar. Relacionados con los cilindros de doble efecto mencionados, pueden considerarse como ejecuciones especiales las formas representadas en la figura V-3-1.

En los cilindros tandem (fig. V-3-2) se reúnen en un mismo tubo dos cilindros de doble efecto colocados en serie de tal modo que se suman las fuerzas producidas por ambos. Mediante esta disposición se duplica aproximadamente la fuerza del cilindro. Los cilindros tandem se emplean en aquellos casos en que se precisa un diámetro pequeño y una fuerza superior a la de su diámetro correspondiente.

El cilindro de múltiples posiciones es asimismo una combinación de al menos dos cilindros neumáticos de doble efecto, dispuestos con las tapas posteriores encaradas - - - - (fig. V-3-3); obteniéndose así un cilindro de cuatro posiciones.

En los cilindros rotativos, el movimiento de vaivén rectilíneo del émbolo se transmite a una rueda dentada a través de una cremallera situada en el vástago del émbolo, y puede tomarse como un movimiento de rotación (fig. V-3-4).

El cilindro de impacto (fig. V-3-5), recibe este nombre debido a su elevada velocidad de avance, que se produce porque en el cilindro existe una precámara en la que el aire -

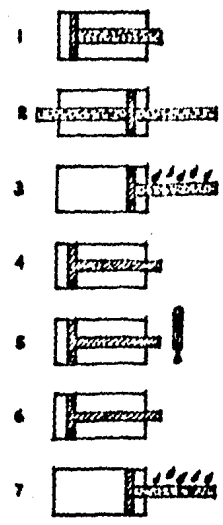


Fig. V-3-1 Ejecuciones especiales

1. Con vástago reforzado
2. Con doble vástago
3. Con vástago resistente a los ácidos
4. Con superficies de deslizamiento del cilindro de cromo duro
5. Con juntas resistentes al calor
6. Con tubo del cilindro de latón
7. Con recubrimiento exterior de plástico

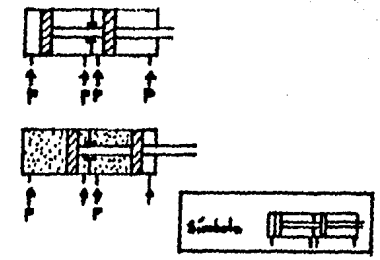


Fig. V-3-2

Cilindros Tandem

V - CILINDROS

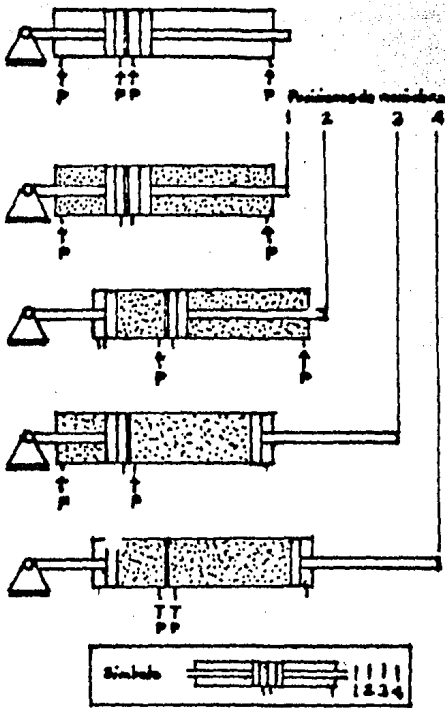


Fig. V-3-3  
Cilindro de varias posiciones

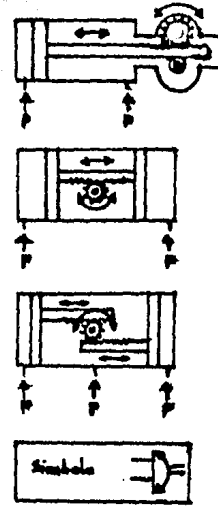


Fig. V-3-4  
Cilindro giratorio

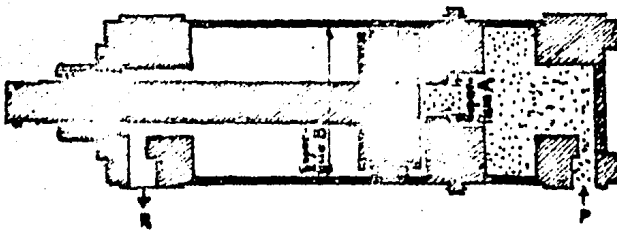


Fig. V-3-5  
Cilindro de impacto

## V - CILINDROS

se acumula hasta una determinada presión; al alcanzarse ésta, pasa a actuar bruscamente sobre la parte posterior del émbolo, estando la anterior al valor atmosférico. El efecto de impacto sólo actúa en un sentido y la carrera de retroceso se efectúa como en los cilindros normales. Para el cilindro de impacto se presentan buenas posibilidades de aplicación en la técnica de conformación, por ejemplo para taladrar, remachar, estampar y perforar.

Uno de los cilindros de simple efecto, (producen trabajo en una sola dirección del movimiento), de más sencilla construcción es el cilindro de membrana (fig. V-3-6). En este tipo, se tensa una membrana de goma dura (ebonita), de plástico o de metal entre dos láminas metálicas abombadas. El vástago del émbolo está fijado al centro de la membrana. En algunos cilindros de membrana el vástago puede adoptar la forma plana (fig. V-3-7), y formar de este modo una superficie de sujeción. Con los cilindros de membrana sólo pueden conseguirse carreras cortas, desde algunos milímetros hasta un máximo de aproximadamente 50 mm. Este tipo es particularmente apto para emplearlo en procesos de sujeción. La carrera de retorno se realiza mediante un resorte antagonista o para carreras muy cortas por la misma tensión de la membrana.



## V - CILINDROS

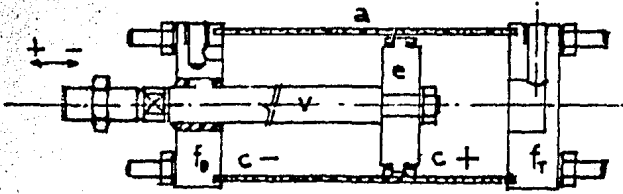


Fig. V-3-5  
Cilindro de impacto

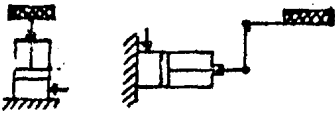


Fig. V-3-3  
Cilindro de varias posiciones

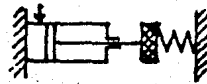


Fig. V-3-4  
Cilindro giratorio

V - CILINDROS

CILINDROS DE MEMBRANA  
(Simple efecto)

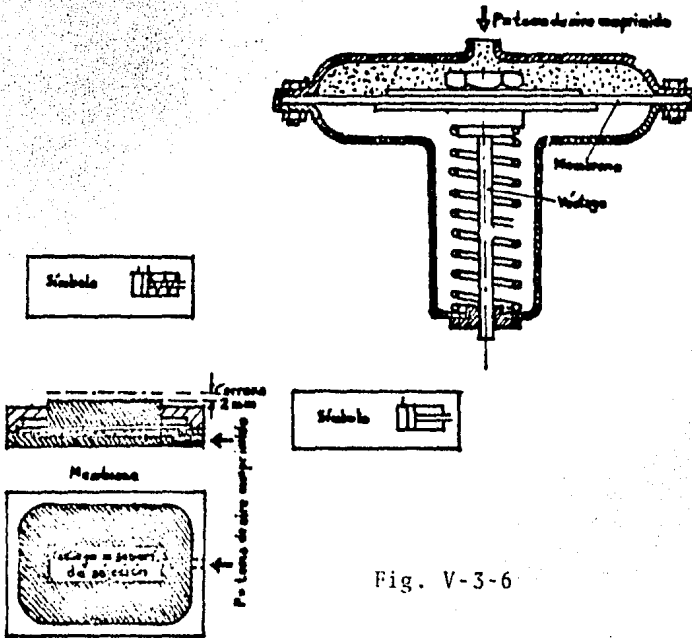


Fig. V-3-6

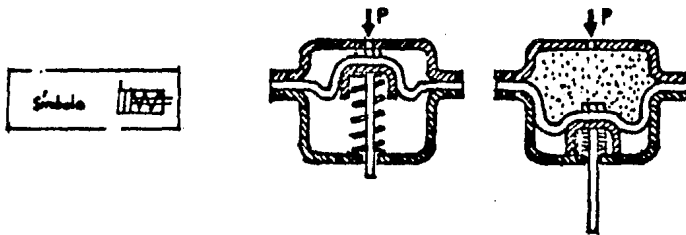


Fig. V-3-7

## V - CILINDROS

### V - 4 SELECCION DE UN CILINDRO NEUMATICO

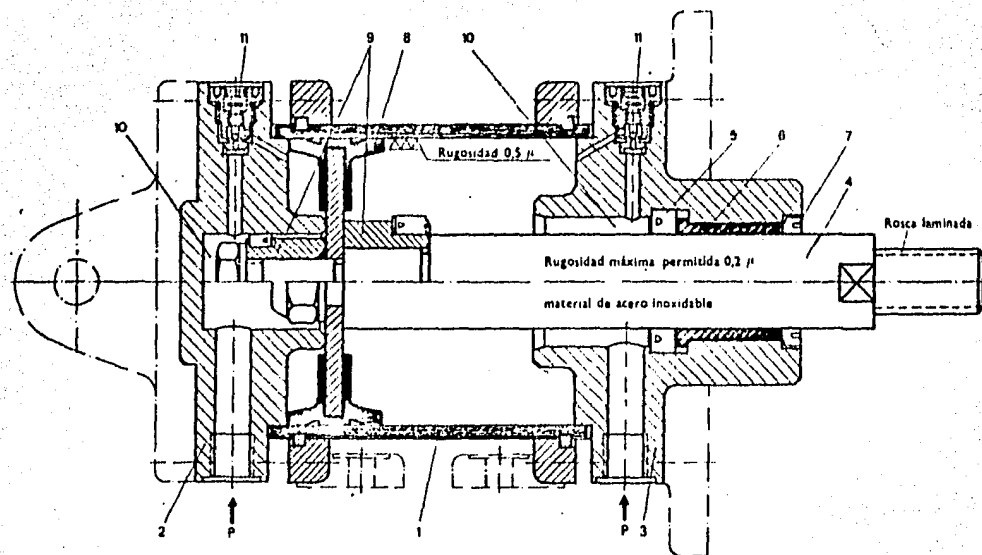
Indudablemente cuando a un cilindro se le fija un trabajo a realizar, significa que quedan determinadas la carrera y la fuerza, así como la masa que debe mover y la velocidad a la que tiene que desplazarse.

Los datos que permiten establecer las características mecánicas y neumáticas del cilindro son:

- Diámetro interior del cilindro en mm
- Diámetro del vástago en mm
- Velocidad del émbolo en cm/s o m/min
- Fuerza del émbolo (empuje y tracción) en Newton
- Tipo de cilindro (simple o doble efecto)
- Con amortiguación o sin ella
- Forma de fijación (fija u oscilante)
- Fijación por el extremo del vástago
- Temperatura de trabajo (ambiental) en °C
- Presión en la red de alimentación en bars
- Presión de trabajo en bars
- Forma de trabajo (carga estática o dinámica)
- Peso de la carga movida (en caso de trabajo dinámico)
- Posición del cilindro (vertical u horizontal)

Conviene hacer la distinción entre carga estática y carga dinámica de un cilindro. Para un trabajo estático - - (apriete de una pieza), no hay que tomar en consideración las pérdidas por rozamiento. Sin embargo, en el caso de una carga dinámica, es necesario tener presente tanto la aceleración como

## SECCION DE UN CILINDRO NEUMATICO DE DOBLE EFECTO



- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Tubo del cilindro | 8. Embolo                               |
| 2. Tapa de fondo     | 9. Pistón de amortiguación              |
| 3. Tapa de cubierta  | 10. Volumen de amortiguación            |
| 4. Vástago           | 11. Válvula de estrangulación ajustable |
| 5. Junta obturadora  |   |
| 6. Cojinete          |   |

## V - CILINDROS

la velocidad a la que el cilindro debe trabajar.

## V - 4 - 1 CALCULO DEL CILINDRO NEUMATICO

En el cálculo de cilindros se identifican tres tipos de fuerzas:

Fuerza teórica (Ft), la cual se considera como la resultante del producto de la presión por la superficie útil del émbolo, sin tener en cuenta las pérdidas por frotamiento.

Fuerza nominal (Fn), o sea, la disponible en el vástago teniendo en cuenta las pérdidas debidas al frotamiento.

Fuerza efectiva (Fe), es decir, la que realmente transmite el vástago del cilindro en determinadas condiciones de servicio.

## V-4-1-1 FUERZA TEORICA

El aire comprimido actúa sobre la superficie S -- (sección del émbolo) con una presión P. La fuerza teórica que puede proporcionar el vástago del émbolo en su movimiento de empuje o tracción será igual al producto de la presión por la superficie, (fig. V-4-1).

$$F_t = S(\text{cm}^2) \cdot P(\text{bars}) \quad \text{o} \quad F_t = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P$$

de donde

$$D = \text{Diámetro del émbolo} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_t}{\pi \cdot P}} \quad \text{ec. V-4-1}$$

## V - CILINDROS

A partir de las fórmulas descritas, que dan fuerzas teóricas, hay que considerar que, en la práctica, no se alcanzan rigurosamente los valores encontrados, pues ningún cilindro rinde el ciento por ciento, resultando, por consiguiente, que habrá que contar con unos coeficientes de rendimiento, los cuales dependen del estado de la superficie interior del cilindro, del rozamiento de las juntas, del tipo de engrase, de la presión del aire, de las condiciones de utilización, de la fricción entre el cilindro y la carga, etc. Estos coeficientes de rendimiento varían desde 40-50% a 2 bars hasta 90-95% entre 8-10 bars. Por lo general, puede aceptarse:

- 70%: superficie en buen estado, presión entre 4 y 5 bars, tuberías muy largas, cilindros de diámetro grande
- 80-85%: valor medio para una mecánica general de cilindros
- 90%: en cilindros pequeños con muy buen estado de la superficie de deslizamiento, presión 7 bars.

Por lo tanto:

$$F_e = F_t \times \text{rendimiento } (\%) \quad \text{ec. V-4-2}$$

## V-4-1-2 DIAGRAMA PRESION-FUERZA

Con el diagrama presión-fuerza de la figura V-4-2 se puede descifrar la incógnita que representa la fuerza nominal de un cilindro, en la carrera de avance y en la carrera de retroceso, ya que dicho diagrama está confeccionado una vez deducidas las pérdidas causadas por el frotamiento.

V - CILINDROS

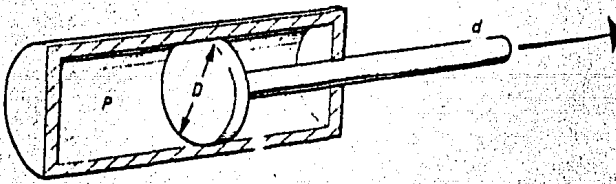


Fig. V-4-1  
Fuerza teórica de un cilindro

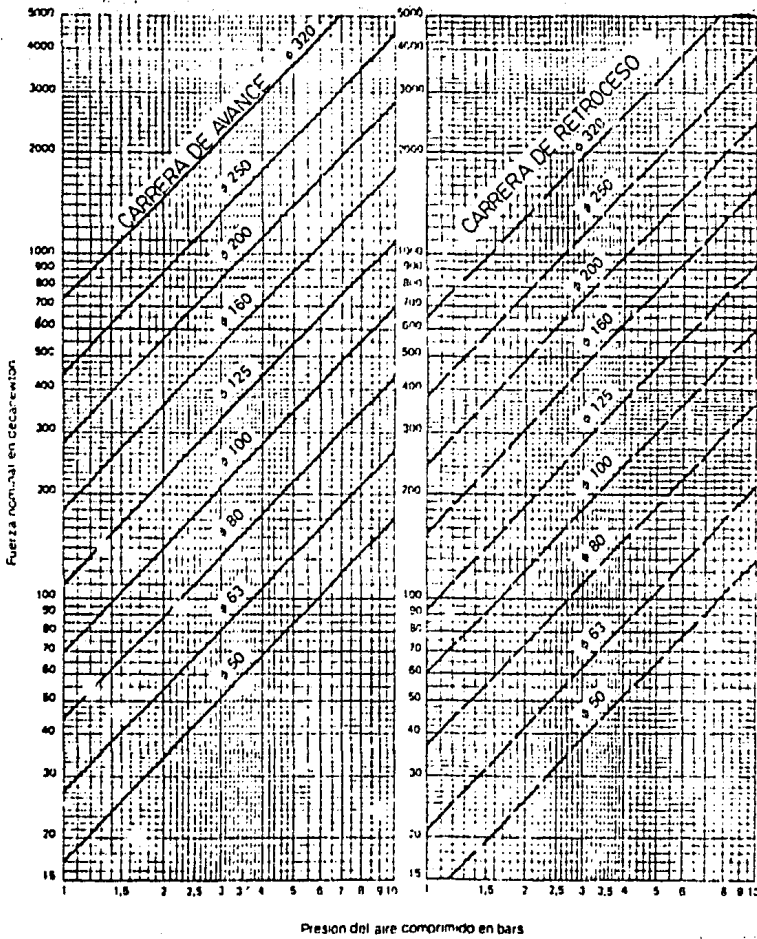


Fig. V-4-2  
Diagrama presión-fuerza para el cálculo de cilindros

## V - CILINDROS

Las pérdidas friccionales, incluso con cargas bien planeadas y conducidas, son frecuentemente altas y la fuerza efectiva requerida es a menudo mucho mayor que la considerada.

En consecuencia, es aconsejable adoptar los siguientes márgenes de seguridad:

- 30%, cuando la fuerza está bien definida y para una velocidad de desplazamiento lenta
- 40 a 50%, para todos los accionamientos corrientes
- 60 a 80%, y a veces más, cuando la estimación de la fuerza es muy difícil, o cuando las velocidades son muy elevadas o las cargas importantes.

### V-4-1-3 CONSUMO DE AIRE

Otro factor de importancia es la cantidad de aire comprimido necesario para el funcionamiento de un cilindro, y que, una vez transformado en trabajo, se expulsa a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso del émbolo.

Se entiende por consumo teórico de aire, al volumen de aire consumido en cada ciclo de trabajo; y por gasto de aire consumido, al cociente entre el volumen de aire consumido en una carrera de trabajo y el tiempo empleado.

Para calcular el consumo teórico de aire, es preciso conocer la carrera y el diámetro del cilindro pudiendo establecerse:



## V - CILINDROS

$$V = \frac{\pi \cdot L \cdot D^2}{4} \quad \text{ec. V-4-3}$$

en donde

- V = Volumen de aire en  $\text{cm}^3$   
 L = Carrera del cilindro en cm  
 D = Diámetro del émbolo en cm

También intervienen en los cálculos otros factores denominados: ciclo, frecuencia de los ciclos y frecuencia máxima, que se definen como sigue:

- Ciclo de trabajo. Se refiere al desplazamiento del émbolo desde su posición inicial hasta el final de su carrera de trabajo, más el retorno a su posición inicial. Los ciclos por minuto constituyen la expresión normal.
- Frecuencia de los ciclos. Se llama así al número de ciclos de trabajo realizados en la unidad de tiempo y en determinadas condiciones de servicio.
- Frecuencia máxima. Corresponde al número máximo de ciclos de trabajo por unidad de tiempo en unas condiciones concretas.

El consumo efectivo de aire será:

$$Q = f \cdot V \quad \text{ec. V-4-4}$$

## V - CILINDROS

siendo

- Q = Consumo de aire en litros/minuto  
 f = Número de ciclos por minuto  
 V = Volumen de aire en litros

Para cilindros de doble efecto, la ecuación que da el consumo teórico de aire será:

$$V = 2 \frac{\pi \cdot L \cdot D^2}{4} \quad \text{ec. V-4-5}$$

si despreciamos el volumen del vástago en compensación con otros volúmenes no evaluados en la carrera de tracción.

## V-4-1-4 CONSUMO TOTAL DE AIRE

Para encontrar el consumo total de aire de un cilindro hace falta considerar otros consumos de aire adicionales, como, por ejemplo, los espacios muertos en las posiciones finales del émbolo y el volumen de aire comprimido encerrado en las tuberías de interconexión entre el cilindro y el distribuidor, (fig. V-4-3), por cuya razón será conveniente sumar un porcentaje (del orden de un 20 a un 30%) al volumen de aire calculado, a fin de contrarrestar los consumos de aire que se ignoran.

En la práctica, el cilindro no sólo vacía la cara (por ejemplo la c) correspondiente, sino que, también, el tramo de tubería de interconexión a-b, ya que la descarga del aire se efectúa por intermedio de la válvula de distribución.

## V - CILINDROS

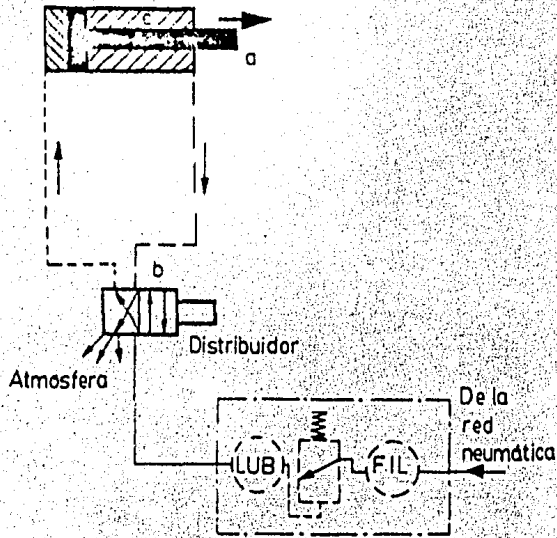


Fig. V-4-3  
Consumo total de aire en un cilindro  
neumático

## V - CILINDROS

Por lo tanto, el consumo total de aire de un cilindro viene dado por la expresión: cilindro + tubería de interconexión + válvula distribuidora, la cual puede convertirse en la relación siguiente:

$$Q = [(A_1 + A_2) \cdot C \cdot (p + 1) + (V_M + V_T) \cdot p] \cdot n$$

ec. V-4-6

en donde

Q = Caudal de aire libre en  $\text{dm}^3/\text{minuto}$  (l/min)

$A_1$  = Area del émbolo en  $\text{dm}^2$

$A_2$  = Area del vástago en  $\text{dm}^2$

C = Carrera en dm

$V_M$  = Volumen del espacio muerto en  $\text{dm}^3$  (litros)

$V_T$  = Volumen de la tubería en  $\text{dm}^3$  (litros)

n = Número de ciclos por minuto

p = Presión de servicio en bars.

### V-4-2 CALCULO MECANICO DEL CILINDRO

Dentro del conjunto de componentes que conforman un cilindro neumático, hay dos piezas básicas, el cuerpo y el vástago, que se calculan utilizando la mecánica de los materiales.

#### V-4-2-1 CUERPO

Para el dimensionado del cuerpo o camisa, basta -

## V - CILINDROS

encontrar el grueso del tubo en función de su diámetro interior y de la presión máxima interna.

Si:

$$P_{\text{máx}} = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

El espesor de la camisa  $s$  se calcula por:

$$s \geq \frac{P_i \cdot d_i}{2 \sigma_{\text{am}}} \quad \text{ec. V-4-7}$$

en la cual

$\sigma_{\text{am}}$  = Esfuerzo admisible a tracción simple  
(Kg/mm<sup>2</sup>)

$P_i$  = Presión interna (Kg/mm<sup>2</sup>)

$d_i$  = Diámetro interior (mm).

## V-4-2-2 VASTAGO

Para el cálculo de la carga permitida por pandeo se utiliza:

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2 \cdot S} \quad \text{ec. V-4-8}$$

## V - CILINDROS

## MATERIALES PARA LA FABRICACION DE CILINDROS NEUMATICOS

Componente	Cilindros ligeros	Cilindros medios	Cilindros pesados
Tubo	Plástico Aluminio estirado duro Latón estirado duro	Latón estirado duro Moldeado de aluminio	Latón estirado duro Acero estirado duro Acero soldado (medidas superiores) Latón, bronce, hierro o acero moldeados
Tapas	Aluminio soldado Latón soldado Moldeados de aluminio	Aluminio soldado Latón soldado Bronce soldado Moldeados de aluminio latón hierro acero	Piezas moldeadas de alta resistencia
Pistón	Aluminio	Aluminio (moldeado) Latón (soldado) Bronce (soldado) Moldeados de latón bronce hierro acero	Moldeados de aluminio Aluminio forjado Latón (soldado) Bronce (soldado) Moldeados de latón bronce hierro acero
Vástago	Acero dulce (rectificado y pulido) Acero cromado	Acero o acero templado (rectificado y pulido) Acero cromado Acero inoxidable Stainless steel	Acero templado (rectificado y pulido) Acero cromado Acero inoxidable
Juntas del pistón*	Tóricas o de vaso	De vaso o tóricas	De vaso, en U o en C
Juntas del vástago	Tóricas de sombrerete y en U	En U	En U o en V
Otras piezas	Moldeados de aluminio Aleación ligera	Moldeados de aluminio latón acero	Acero de alta resistencia moldeado o soldado

\* Nota: La elección de las juntas depende más bien del tamaño que de la aplicación del cilindro. Así las juntas tóricas son muy comunes en los cilindros pequeños; las de distribución, las en C o en U, para los de tamaño medio y la de vaso para los más grandes.

## V - CILINDROS

en donde

- $P_k$  = Carga admisible por el vástago del pistón (Kg)  
 $E$  = Módulo de elasticidad =  $2,1 \cdot 10^6$  (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 $J$  = Momento de inercia del vástago del - - - -  
 pistón =  $\frac{\pi d^4}{64}$  (cm<sup>4</sup>)  
 $L$  = 2 x carrera (cm) = longitud total (del cilindro y del vástago salido)  
 $S$  = Factor de seguridad = 5.

Ecuación que es útil para obtener el diámetro del vástago.

## V - 5 AMORTIGUACION

En razón a su diseño constructivo, el émbolo del cilindro, en su movimiento alternativo, quedará detenido, en la fase final de cada una de las carreras, por el fondo correspondiente, provocando un choque.

Si la velocidad de desplazamiento del émbolo es considerable, la repetición reiterada de estos choques propicia un aumento de los ruidos desagradables; a su vez, tales choques pueden deteriorar el cilindro causando daños mecánicos en sus órganos internos y estructura.

Se hace preciso evitar, pues, el golpe de fin de cada carrera, absorbiendo la energía cinética que adquiere el

## V- CILINDROS

conjunto móvil (émbolo-vástago-carga) en su movimiento de traslación entre las dos posiciones fijas (avance y retroceso) que limitan el recorrido del cilindro. La acción de absorber esta energía cinética, se denomina amortiguación final de carrera.

La amortiguación final de carrera puede ser externa o interna al cilindro. La amortiguación externa se logra mediante muelles, amortiguadores hidráulicos, sistemas de estrangulamiento de los conductos de escape que se conectan a partir de un cierto punto de la carrera, etc.

En la amortiguación interna, se consideran dos opciones:

- Amortiguación mecánica
- Amortiguación neumática

según se obtenga por la acción de topes elásticos o por la de un colchón neumático conseguido a base de la estrangulación del aire de escape.

### V - 6 REGULACION DE LA VELOCIDAD

En la mayoría de las ocasiones existe la conveniencia de regular la velocidad de desplazamiento, ya que, muy raramente, se emplean los cilindros con toda su velocidad la máxima de desplazamiento.

La velocidad de desplazamiento de un cilindro puede controlarse mediante:



## V - CILINDROS

- Estrangulación del caudal de aire de entrada - (alimentación)
- Estrangulación del caudal de aire de salida -- (escape)
- Ajuste de la presión de escape

En los dos primeros casos, se intercalan en el circuito válvulas reguladoras de caudal unidireccionales; en el tercer caso, se utilizan reguladores de presión de tres pasos.

En la práctica, la disminución de la velocidad de desplazamiento de un cilindro suele efectuarse por estrangulación del caudal de aire de salida (fig. V-6-1).

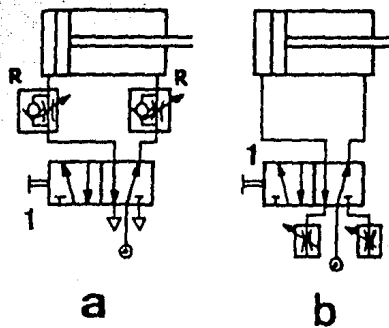


Fig. V-6-1

Regulación de la velocidad estrangulando la salida (escape) de aire

# VI

## MOTORES

### VI - 1 INTRODUCCION

En la industria moderna, los motores neumáticos son cada vez más empleados, especialmente donde es imposible o peligroso el uso de aparatos eléctricos, o bien donde el mantenimiento de estos últimos resultaría demasiado oneroso. Por ello los motores neumáticos son preferidos para las instalaciones en ambientes húmedos, saturados de sales o de ácidos, polvorientos e incluso también en ambientes muy calientes; y asimismo se usan los motores neumáticos para servicios pesados y en condiciones desfavorables de funcionamiento. Cuando son necesarios arranques y paros instantáneos, fuertes sobrecargas, variaciones continuas de velocidad, etc., resulta muy cómodo y sencillo la aplicación de un motor neumático de tipo apropiado.

Estos motores, sea como unidad aislada sea como grupos completos, se encuentran por lo común instalados en locales industriales, minas y campos petrolíferos, refinerías, instalaciones químicas, fábricas de celulosa, canteras, fábricas siderúrgicas, fundiciones, industrias del caucho, etc.

## VI - MOTORES

## VENTAJAS DE LOS MOTORES NEUMATICOS

Ventaja	Observaciones
Fácil de proyectar	En general, implica gran fiabilidad y mantenimiento simple
Fácil de construir	Reducción económica
Elevada relación potencia/peso	Modelos compactos y ligeros (muy adecuados, por ejemplo, para herramientas manuales, etc.) desde potencias fraccionarias
Bajo coste operativo	La única fuente de energía es el aire comprimido
Seguridad y fiabilidad	Particularmente adecuado para funcionar en ambientes desfavorables o peligrosos (por ejemplo, cuando serían inadecuados la electricidad o los combustibles líquidos)
Adaptabilidad	Se puede proyectar con varias características por velocidad y desde potencias fraccionarias
Fácil control	Se controla fácilmente por regulación de la presión del aire; fácilmente invertible
Capacidad de sobrecarga	Se puede bloquear por sobrecargas, sin averías
Útil como auxiliar	Excelente como fuente de energía de emergencia, sin combustibles perjudiciales o peligrosos (con botellas de aire)

## INCONVENIENTES DE LOS MOTORES NEUMATICOS

Inconveniente	Observaciones
Velocidad variable	Es variable la velocidad con la carga y puede ser difícil de controlar con carga variable y par motor plano
Potencia limitada	Potencia máxima limitada, del orden de 30 BHP
Ruido	Todos los motores neumáticos tienden a ser de funcionamiento ruidoso, pero el nivel sonoro puede rebajarse con silenciadores en el escape
Deficiente arranque en carga	En algunos tipos, el par de arranque es bajo, y ello requiere eliminar o reducir la carga*
Esfuerzo limitado	Las características especiales de algunos tipos de motor pueden limitar sus aplicaciones*

\* Se trata, principalmente, de una cuestión de elección del tipo de motor más apropiado y/o añadir un reductor si es preciso.

## VI - MOTORES

### VI - 2 TIPOS DE MOTORES

Los motores neumáticos, cuando se usan adecuadamente, ofrecen algunas ventajas sobre los motores hidráulicos y eléctricos. Estas son:

- Los motores neumáticos son sencillos en su diseño y construcción, relativamente baratos, muy confiables y fáciles de mantener.
- No hay calentamiento aunque la flecha del motor sea atascada.
- Los motores neumáticos son, debido a sus características de funcionamiento, a prueba de golpes y explosiones. No son afectados por el calor, la humedad o atmósferas corrosivas.
- Debido a que los motores neumáticos entregan aire a presiones desde 50 hasta 200 psi (344.5 a 1378 KPa), su costo de operación es menor -- que el de los motores hidráulicos, los cuales operan a presiones de 3000 psi (21 MPa) o más altas.
- Los motores neumáticos desarrollan más caballos de potencia por kilogramo de peso y por metro cúbico desplazado que la mayoría de los motores eléctricos normales. Un motor rotativo de paletas típico de 2½ hp a 1800 rpm y operando a 9 psi (62 kpa), tiene solamente 14.6 cm de altura por 19 cm de largo y pesa 7.7 kg.
- No hay daño debido a sobrecargas o continuos atascamientos de la flecha. Cuando un motor neumático se encuentra "trabado", éste continúa produciendo un par alto sin sufrir daño alguno.

## VI - MOTORES

- La velocidad puede ser variada dentro de un amplio rango sin utilizar complicados controles.
- Debido a su baja inercia, los motores neumáticos aceleran y desaceleran rápidamente, desde cero hasta máxima velocidad en cuestión de milisegundos.

Los motores neumáticos tienen sus limitaciones. Son menos eficientes que los motores eléctricos y más ruidosos, no pueden producir los torques y potencias de los motores hidráulicos y su velocidad varía con la carga.

### VI - 2 - 1 MOTORES DE PISTONES

Los motores neumáticos de pistones están constituidos por un cierto número de cilindros de simple efecto unidos por medio de bielas a un eje principal del tipo cigüeñal; en la figura VI-2-1 se encuentra esquematizado este tipo de motor. Estos motores son de 4 ó 6 cilindros, la válvula de distribución (5) es del tipo rotativo e introduce y evacúa el aire comprimido de cada uno de los cilindros, garantizando así la perfecta y continua rotación del eje del motor. La lubricación de los componentes interiores se efectúa por medio del salpicado del aceite que se encuentra en el cárter.

### VI - 2 - 2 MOTORES DE PALETAS

El principio de funcionamiento de este tipo de motores se encuentra esquematizado en la figura VI-2-2; al entrar el aire comprimido por (A) actúa sobre la parte saliente de las láminas o paletas obligando a la rotación del eje; al desplazarse las paletas sobresalen gradualmente del rotor siguiendo el

## - MOTORES

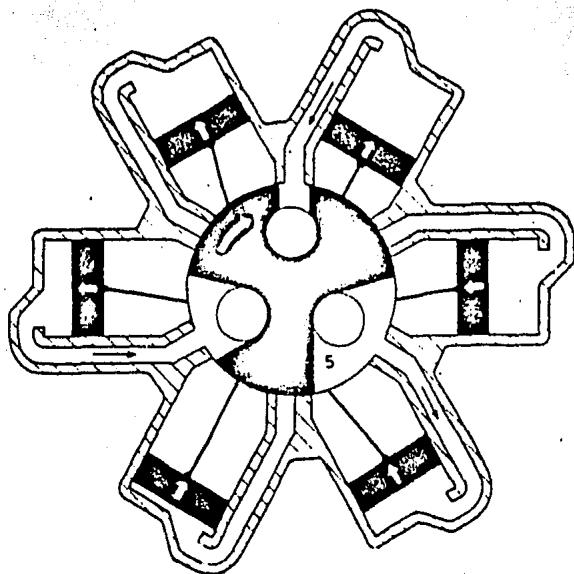


Fig. VI-2-1  
Motor de pistones

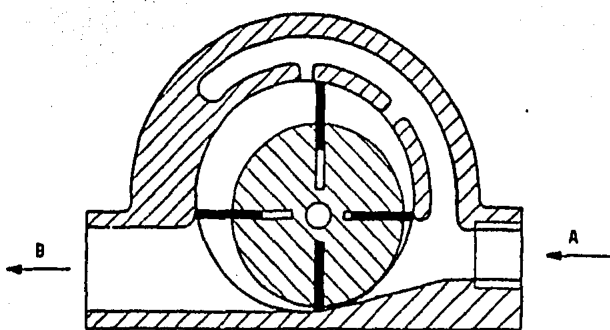


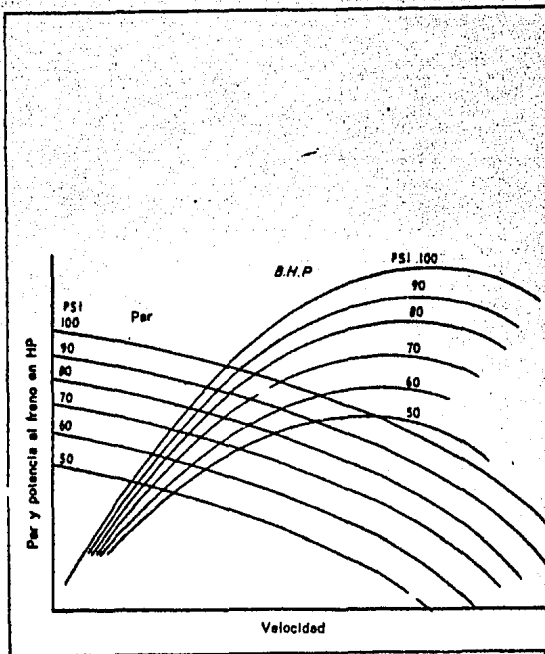
Fig. VI-2-2  
Motor de paletas

## VI - MOTORES

perfil de la parte fija y el aire comprimido actuará también, por lo tanto, sobre la superficie de la paleta opuesta al movimiento de rotación del eje, pero siendo ésta de una superficie menor, resulta que el eje girará en el sentido de acción del aire comprimido sobre la superficie mayor.

Se pueden encontrar motores para distintos valores de par sobre el eje, aunque, naturalmente, sus características y construcción varían en función de la potencia desarrollada por los mismos.

Hay motores para un servicio con inversión del movimiento, o sea que puede funcionar perfectamente con rotación tanto a derecha como a izquierda.



Curvas de funcionamiento de un motor de pistones

## VI - MOTORES

## PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES NEUMATICOS

Tipo de motor	Pot. máx. en BHP (%) en vacío *	Veloc. a potencia máxima	Reductor	Relación par/velocidad	Control de velocidad	Par al disminuir la velocidad
Paletas	45-55	Alta	Si	Bajo	Presión de aire	Crece
Pistones	55-65	Baja a moderada	Si	Medio a elevado	Presión de aire	Crece
Diafragma	20-25	Muy baja	-	Muy elevado	Caudal de aire	Crecimiento pronunciado
Turbina	75-90	Muy alta	No	Muy bajo	Presión de aire	Decrece
Reductor	50-60	Moderada	-	Bajo	Presión y caudal de aire	Constante
Lineal	-	Alta #	-	-	Restricción del escape	-

## APLICACIONES GENERALES DE LOS MOTORES NEUMATICOS

Tipo de motor	Aplicaciones típicas
PALETAS, potencias fraccionarias (tamaños superiores)	Herramientas portátiles y para trabajos ligeros, etcétera. Herramientas grandes, bombas, trabajos como motor en caso de pares de arranque bajos.
PISTONES, potencias fraccionarias (tamaños superiores)	Herramientas portátiles y de banco; tornos de elevación y arrastre; manutención mecánica. Trabajos como motor, en general, sobre todo para cargas superiores o fluctuantes y cuando se requieren buenas características de par a baja velocidad.
DIAFRAGMA	Accionamiento de válvulas; manutención mecánica; operaciones que requieran pares muy elevados a velocidades bajas.
TURBINA	Taladradoras rápidas miniatura, etc.

**Nota:** Además de los motores de uso general (por ejemplo, particularmente los de paletas y pistones) existen los motores neumáticos para trabajos especiales, como, por ejemplo, en herramientas, accionamiento de válvulas, arranques para motores térmicos y turbinas de gas, tornos, polipastos, etc. Además, el campo de aplicación de los motores neumáticos se solapa parcialmente con el de los accionadores rotativos y semirrotativos; también pueden ser para propulsión de accionadores rotativos, semirrotativos y lineales.

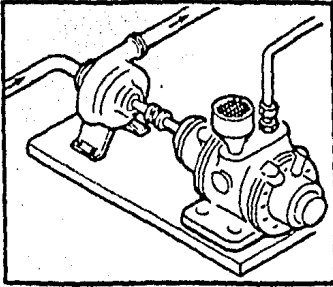
\* Guía aproximada

# Sin restricción en el escape

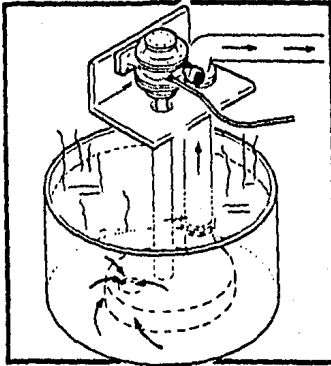


## VI - MOTORES

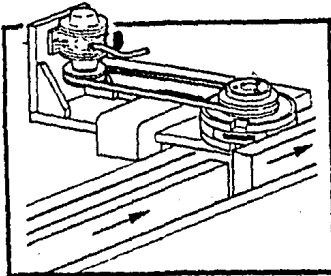
## EJEMPLOS DE APLICACIONES



Los motores neumáticos se utilizan para accionar bombas en refinerías, plantas químicas y otros lugares donde se deben bombear líquidos inflamables ó explosivos.



Se utilizan en bombas para metales fundidos por dos razones. Se enfrían por el propio aire que se expande y no sufren daño si el metal solidifica.



Los motores neumáticos son útiles para accionar ruedas para marcar metales -- trabajados en caliente. La velocidad del marcador se ajusta fácilmente a la del perfil metálico.

# VII

## APLICACIONES

### VII - I POSICIONADO

En esta sección se expondrán diferentes ejemplos de aplicación en la manipulación de objetos, (piezas de trabajo o herramientas), para que adopten las posiciones deseadas dentro de un proceso de producción.

En la figura VII-I-I se representan los elementos y unidades neumáticas para determinadas funciones de trabajo.

El correcto posicionado de piezas y herramientas, dentro de la complejidad de un proceso automático, tiene mucha importancia, ya que sin una correcta ordenación de estos elementos la manipulación es totalmente imposible. La forma exterior de una pieza, es decisiva para realizar la operación de sujetar y posicionar.

## VII - APLICACIONES

Función	Símbolo	Ejemplo	Elementos de trabajo	Campo de utilización
Descargar			Multivibrador	Por ejemplo: Frecuencia con cilindro de 12.4 del pistón 7 Hz (ajustable).
Almacenar			Cilindro de simple y doble efecto	1-100 piezas/min
Alimentar			Cilindro de simple y doble efecto	1 - 100 piezas/min 0,6 hasta 60 m/min Velocidad de avance 1 - 2000 mm carrera del pistón
Comprobar posición			Detector de proximidad. Barrera de aire	Distancia máxima 3; 4,5; 6; 15 mm Hasta 100 mm
Giro			Cilindros de giro	Angulo de giro 0 - 90° (ajustable) 0 - 290° (ajustable)
Fuerza, sujeción y/o formado			Cilindros de simple y doble efecto. Pinzas de sujeción	1 - 1000 mm, 1 - 2500 kp 2000 - 7000 kp
Avance (circular)			Plato circular	Pasos parciales de 15°, 30°, 45°, 60°, 90° y 120°
Avance (lineal)			Alimentador	Carrera 0 - 250 mm, ajustable Grueso de material hasta 2.0 mm
Avance alternativo			Unidades de avance neumáticas y oleoneumáticas	Velocidad de avance de 30 hasta 6000 mm/min
Expulsar			Expulsor. Cilindros de simple y doble efecto	Hasta 480 impulsos/min 1 - 100 piezas/min

Fig. VII-1-1

Elementos y unidades neumáticas para determinadas funciones de trabajo

## VII - APLICACIONES

Para detectar neumáticamente la posición de un elemento cualquiera se utilizan generalmente, captadores de información en alta y baja presión, tales como obturadores de fuga, barreras de aire y detectores de proximidad. La utilización de un determinado tipo de sensor depende esencialmente de la pieza a detectar, debido a las limitaciones de distancia que posee cada elemento, (ver figs. VII-1-2 a VII-1-8).

### VII - 2 GIRO

El concepto girar abarca un gran número de distintos procedimientos de trabajo. El giro se puede referir a la pieza de trabajo o también al sentido de circulación del material.

En dispositivos automáticos de alimentación de piezas se trabaja normalmente de forma que las piezas mal colocadas sean expulsadas y llevadas nuevamente al dispositivo de alimentación.

Dentro del proceso de producción y con las piezas ya distribuidas es a veces necesario girar la pieza entre las diferentes estaciones, (fig. VII-2-1), por motivos de trabajo. Se debe diferenciar si la pieza gira por el eje horizontal o vertical. Además, es importante, el recorrido completo del movimiento de giro por ejemplo  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  o comprendido entre estos valores.

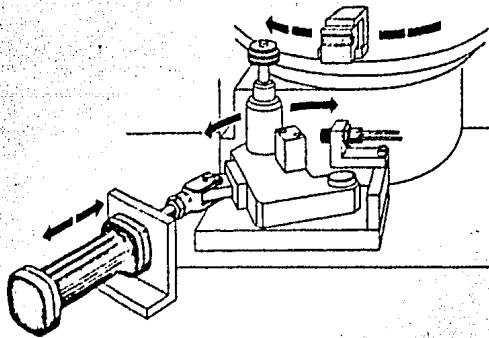


Fig. VII-1-2

Unidad de fresado con detección final de carrera

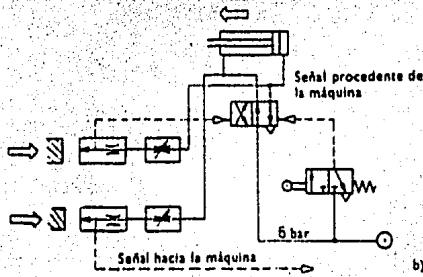


Fig. VII-1-3

Esquema de mando

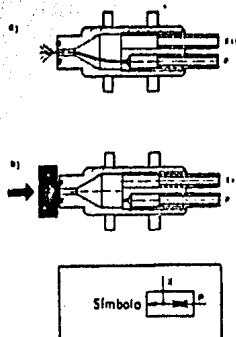


Fig. VII-1-4

Funcionamiento del obturador de fuga

## VII - APLICACIONES

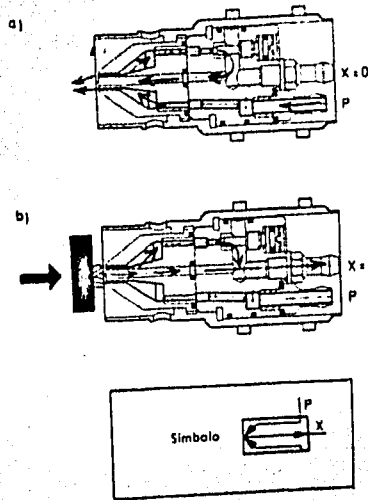


Fig. VII-1-5

Funcionamiento de un detector de proximidad. Presión de alimentación máx. = 500 mbar.  
 Presión de señal mínima = 0.5 mbar.  
 a) Escape libre, señal = 0  
 b) Escape interferido, señal = 1.

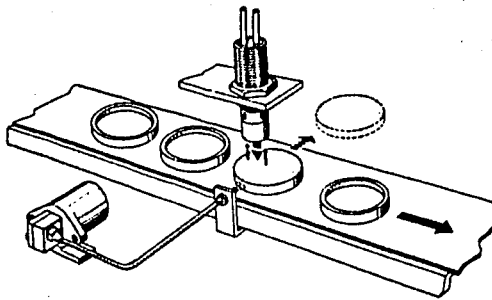


Fig. VII-1-6

Ejemplo de mando de un detector de proximidad

## VI - APLICACIONES

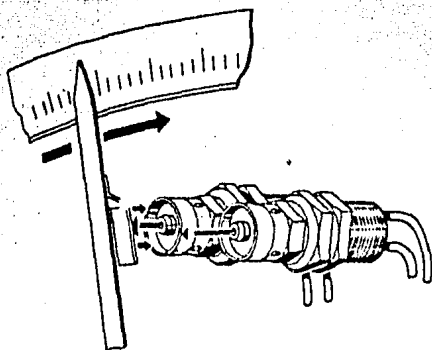


Fig. VII-1-7

Empleo de detectores de proximidad para la dosificación por peso de algún material

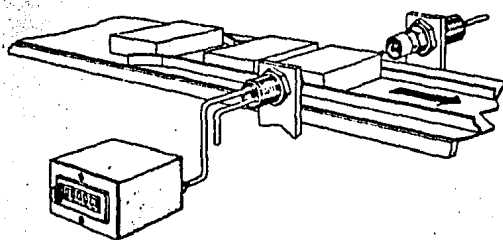


Fig. VII-1-8

Ejemplo de mando de una barrera de aire

## VII - APLICACIONES

### VII - 3 ALIMENTACION

Dentro de este grupo se consideran todas las operaciones de almacenamiento, traslado, desvío, unión, distribución, extracción y ordenamiento. Ejemplos de este tipo de operaciones se muestran de las figs. VII-3-1 a VII-3-7.

### VII - 4 AVANCE LINEAL INTERMITENTE

El avance lineal intermitente se utiliza predominantemente con grandes series y en grandes máquinas herramienta, por ejemplo en procesos de prensado. Pero también las pequeñas máquinas pueden adaptarse a este principio. Por ejemplo, se utiliza este sistema cuando el material tiene forma de cinta o de barra y debe ser trabajado en toda su longitud en pasos individuales. Entonces el avance lineal intermitente es una combinación óptima de manipulación y de producción automática. -- Por ejemplo, (fig. VII-4-1), el avance de una cinta transportadora donde se montan dispositivos y éstos llevan las piezas de trabajo de estación a estación. La cinta transportadora puede ser una cinta articulada, una cadena, una cinta de placas articuladas o un tipo similar.

En la práctica se utilizan aparatos fabricados en serie, es decir, alimentadores de avance intermitente, -- (fig. VII-4-3), en los cuales la longitud de alimentación es regulable, sin escalonamientos. Estos aparatos neumáticos se emplean principalmente para material en forma de barras y de cinta. Para piezas individuales, este tipo de avance sólo se usa en casos excepcionales. Con piezas pequeñas el avance lineal resulta bastante más caro que el avance circular.



## VII - APLICACIONES

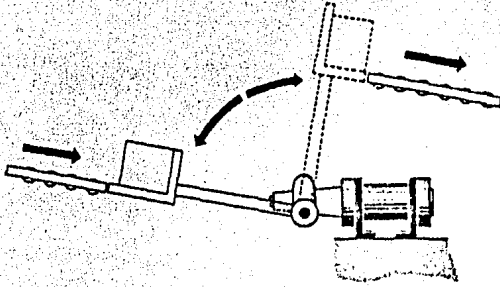


Fig. VII-2-1  
Giro de 90° a una pieza y elevación  
simultánea

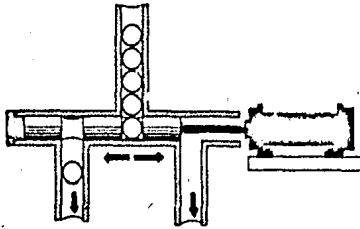


Fig. VII-3-1  
Distribución alternativa de  
piezas a dos canales de ali-  
mentación

## VII - APLICACIONES

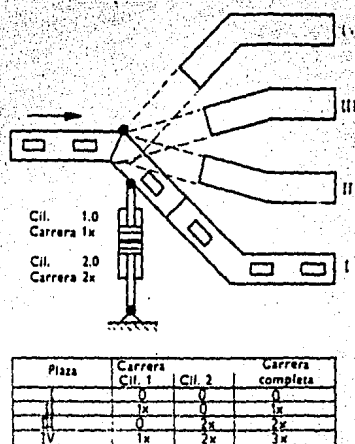


Fig. VII-3-2

Ejemplo de distribución de material de una cadena de alimentación

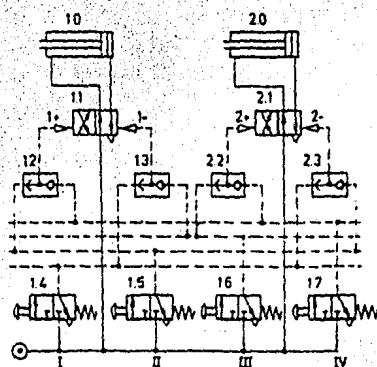


Fig. VII-3-3

Mando neumático manual (ejemplo anterior)

## VII - APLICACIONES

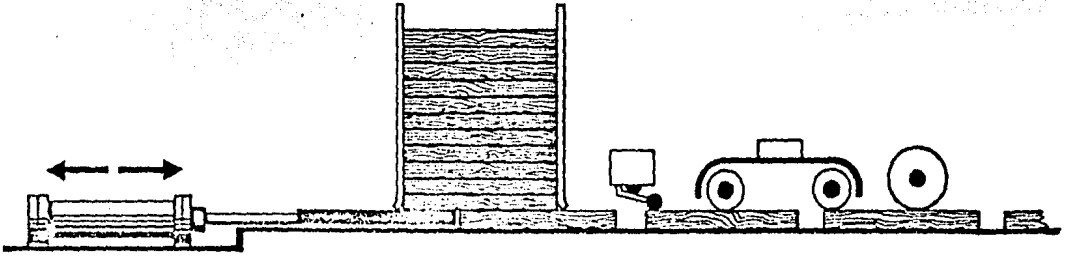


Fig. VII-3-4

Alimentador de petaca con cilindro neumático y corredera

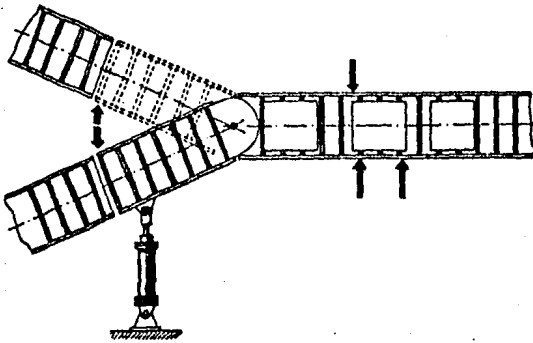


Fig. VII-3-5

Reagrupación de piezas por medio de un puente horizontal basculante.

## VII - APLICACIONES

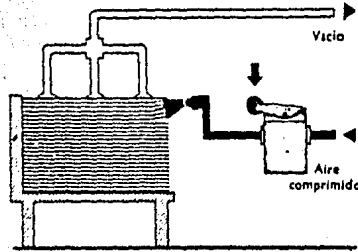


Fig. VII-3-6

Separación de piezas planas por medio de un chorro de aire, para su distribución

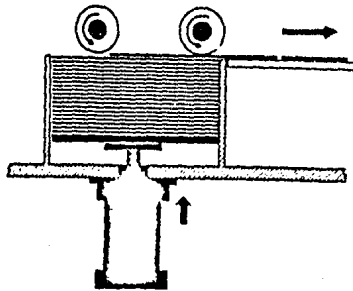


Fig. VII-3-7

Distribución en un almacenador de petaca

## VII - APLICACIONES

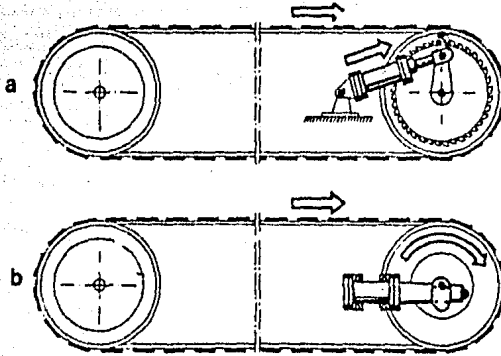


Fig. VII-4-1

Accionamiento de una cinta transportadora

- a) Accionamiento de trinquete por medio de un cilindro neumático
- b) Accionamiento con cilindro de giro por medio de engranaje y rueda libre.

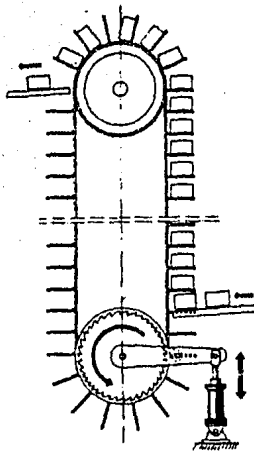


Fig. VII-4-2

Ejemplo de aplicación de avance intermi  
tente

VII - APLICACIONES

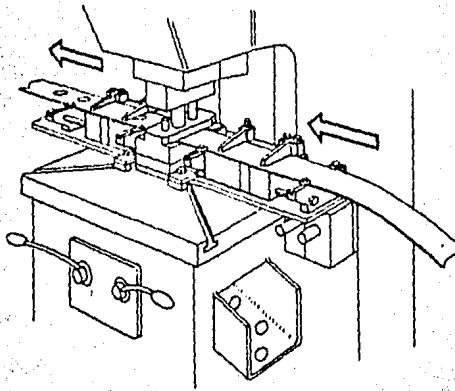


Fig. VII-4-3

Marcha sincronizada de dos alimentadores de avance intermitente. Uno de ellos trabaja empujando y el otro arrastrando. Instalación en una prensa

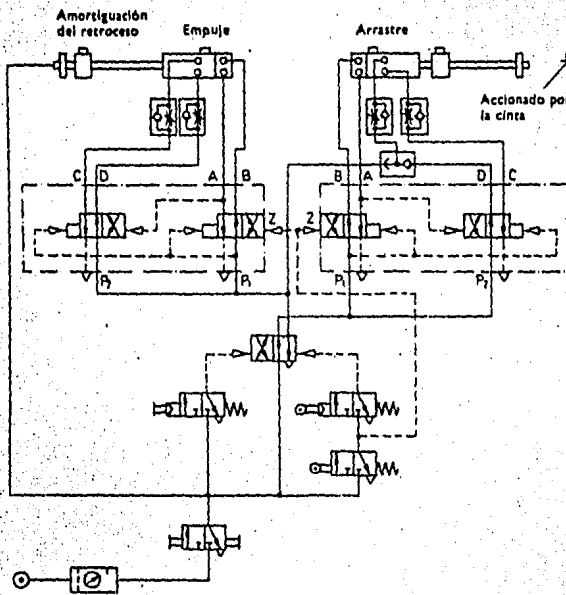


Fig. VII-4-4

Esquema para la marcha sincronizada de los dos alimentadores (ejemplo anterior)

## VII - APLICACIONES

### VII - 5 AVANCE CIRCULAR INTERMITENTE

Una de las ventajas principales del avance circular es la alimentación única al lugar de trabajo, donde queda la pieza hasta finalizar el proceso de producción. El plato circular, como portador principal para todas las maniobras de piezas de trabajo, desde un mínimo de 2 y hasta más de 20 pasos, simplifica la función de alimentación al máximo. En el asiento de la pieza está integrada la sujeción y liberación única para todo el proceso de producción. La carga y la descarga se realizan en la primera y la última estación del plato circular.

Según el principio del accionamiento lineal, los platos divisores trabajan mediante un cilindro que produce el giro del plato en una división múltiple del giro total de  $360^\circ$ , (figura VII-5-1).

El dispositivo para la selección del número de divisiones está montado directamente o pueden realizarse intercambiando las plantillas divisoras o mediante topes. Normalmente puede regularse la velocidad de giro sin escalonamientos.

En el ejemplo de la figura VII-5-2, el plato divisor está montado horizontalmente, y dividido en 8 estaciones. Las estaciones 2 a 7 son estaciones de trabajo.

### VII - 6 CONTROL

En esta sección se tratará del control, ya sea de paso, distribución o detección, de masas en general, como

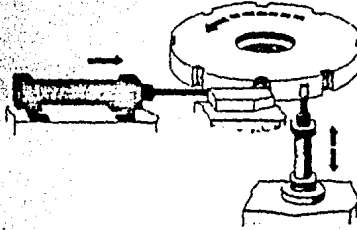


Fig. VII-5-1

Principio de una unidad de avance circular intermitente con enclavamiento en la posición de trabajo

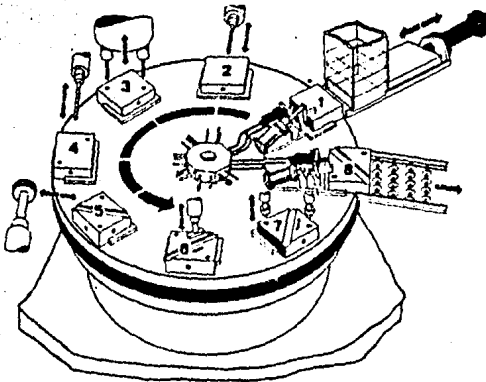


Fig. VII-5-2

Plato divisor neumático con ocho estaciones, dispositivo de carga y dés carga neumático



## VII - APLICACIONES

pueden ser los líquidos, pastas, material en forma de grano, polvo o áridos, en las aplicaciones de la neumática industrial.

Las posibilidades de mandos adicionales o de cierre para el flujo de material, son funciones secundarias en la alimentación del material. La figura VII-6-1 muestra un ejemplo de un mando neumático de un órgano de cierre.

En la figura VII-6-2 se muestra un accionamiento neumático para el cierre de silos. La compuerta se abre lentamente en el primer tercio del recorrido de apertura y luego rápidamente hasta la apertura máxima. El movimiento de cierre se efectúa rápidamente, (figura VII-6-3).

### VII - 6 - 1 REGULACION DE NIVEL

Según el principio del obturador de fuga, puede detectarse el nivel de líquido con un emisor de señales especial y mandar con estas señales el llenado o el vaciado del depósito. La figura VII-6-4 muestra un captador de información para la detección del nivel. El aire de alimentación se suministra por la conexión P con una presión de 100 a 300 mbar, y escapa por la tobera. En la salida de señal X se produce una depresión, a la cual corresponde la señal O. Tan pronto como el nivel del líquido aumenta, cierra la abertura inferior del tubo sumergido y en la salida X del emisor de señales se produce un cambio de presión, debido a la presión dinámica. Esta variación, de la depresión a la sobrepresión (señal I), acciona el amplificador conectado. En la figura VII-6-5 se muestra el mando para una detección de nivel sencilla. Si debe mantenerse un nivel entre un valor mínimo y un valor máximo, se debe realizar un mando con dos emisores de señales, según la fi-

## VII - APLICACIONES

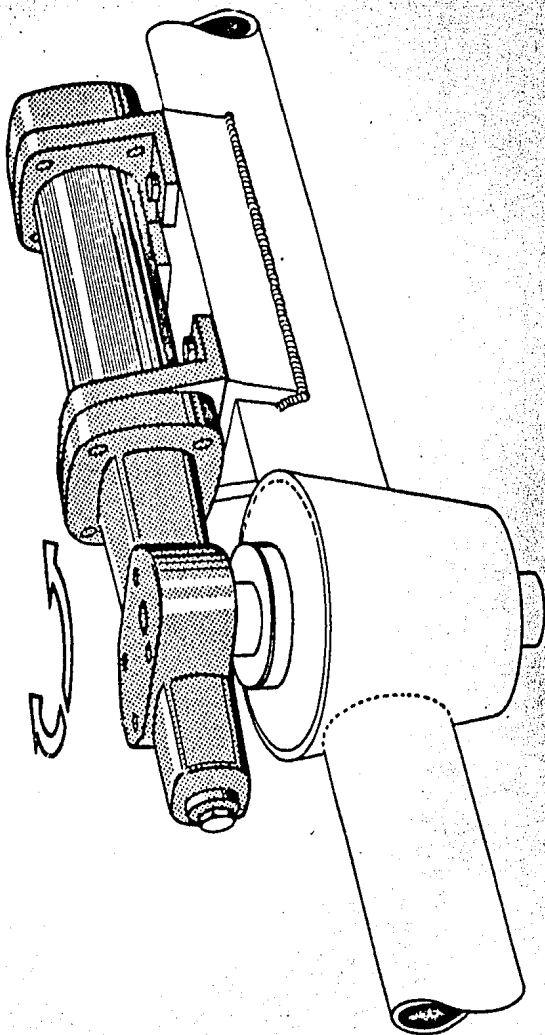


Fig. VII-6-1  
Mando neumático de un órgano de cierre

## VII - APLICACIONES

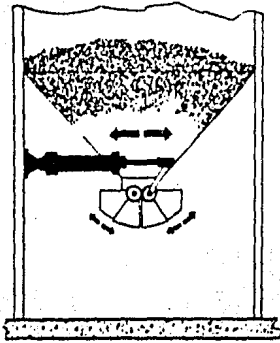


Fig. VII-6-2

Accionamiento neumático de cierre de silo, por medio de un movimiento de giro.

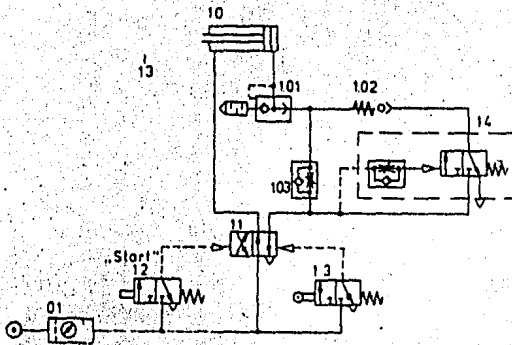


Fig. VII-6-3

Mando neumático de un cierre de silo, (ejemplo anterior).

VII - APLICACIONES

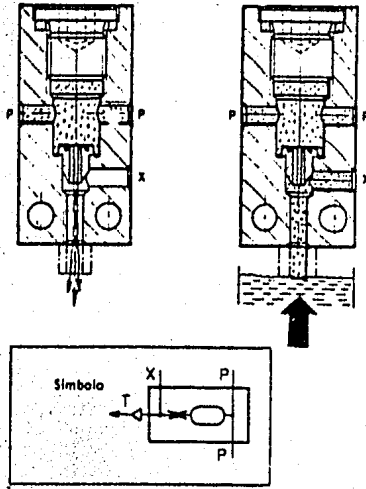


Fig. VII-6-4

Emisor de señal para la detección de niveles siguiendo el principio de una tobera de obturación

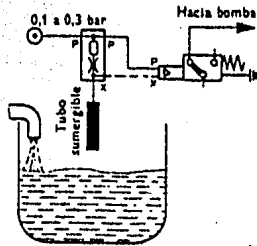


Fig. VII-6-5

Detección de nivel. Al llegar al nivel deseado, se emite una señal para el rando del llenado o vaciado

## VII - APLICACIONES

figura VII-6-6. Con esto se realiza una regulación de nivel.

En una envasadora de botellas se utiliza la detección de nivel para la dosificación. El esquema neumático para esto está indicado en la figura VII-6-7. En este caso se llenan botellas de perfume. Las botellas son conducidas desde abajo a las boquillas de llenado por el cilindro 1.C. En las boquillas envasadoras están montados los elementos de emisión de señales, los cuales cierran las válvulas de llenado 1.16 y 1.17 por medio de amplificadores y convertidores neumáticos eléctricos, cuando el líquido llega al nivel superior. Al mismo tiempo se invierte el cilindro de alimentación, junto con las botellas llenas, al retroceso a través de la válvula 1.6, mediante las válvulas de inversión 1.9 y 1.11 y los dos elementos función "Y", 1.2 y 1.3.

## VII - 7 PRODUCCION

La clásica máquina herramienta y de conformación está diseñada para una amplia variedad de posibilidades dentro de las funciones de producción. Su capacidad, potencia, dimensionado y realización técnica no se ajustan a una determinada pieza. La construcción de una pieza sencilla mediante una máquina universal puede producir un costo muy elevado ya que sólo se utilizan unas partes de la misma. Por esta razón, la producción en serie tiende al estudio de máquinas especiales, según cada caso, para poder obtener resultados óptimos y económicos. Esto conduce a la gran construcción de máquinas especiales adaptadas a una pieza determinada o bien a algunas piezas similares respecto a su forma, tamaño, material y proceso de trabajo, permitiendo una producción racional.

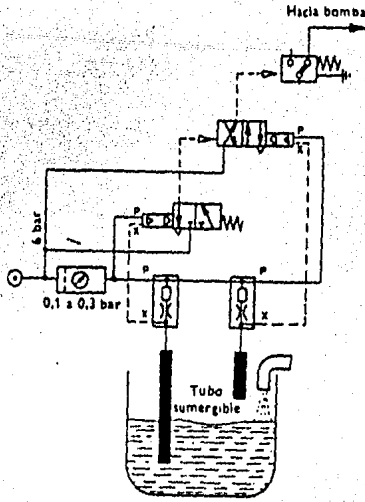


Fig. VII-6-6

Regulación de nivel entre el mínimo y el máximo con dos emisores de señales.

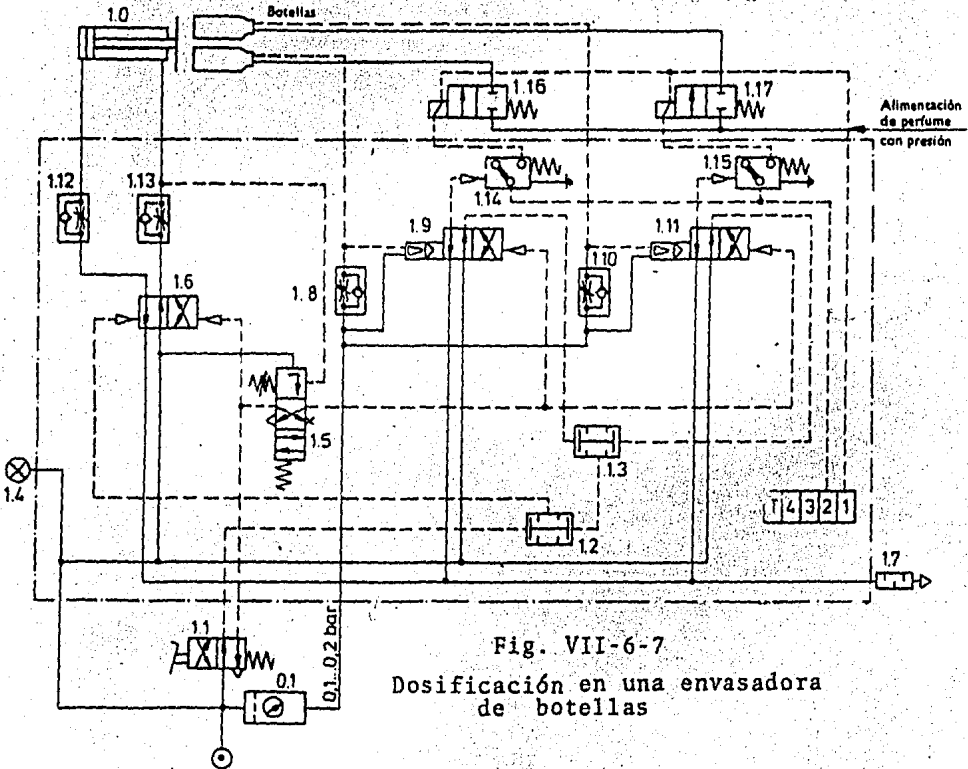


Fig. VII-6-7

Dosificación en una envasadora de botellas

## VII - APLICACIONES

El accionamiento neumático es aplicable a todas las partes de la producción que se caracterizan por sus movimientos lineales. Por ejemplo, partiendo de la base de que, en una máquina herramienta, el movimiento de giro de la pieza de trabajo o de la herramienta se produce sólo durante el mecanizado, quedan un gran número de movimientos lineales necesarios para un proceso completo. Estos movimientos lineales, sobre todo movimientos de alimentación, avance de piezas, o de herramientas, los pueden realizar un cilindro neumático solo o en unión de un circuito cerrado hidráulico o una unidad de avance neumática-hidráulica, mediante una aplicación sencilla.

La figura VII-7-1 muestra un taladro con accionamiento del avance de la broca con unidad olconeumática.

La figura VII-7-3 muestra una instalación de taladrado automático. Dos husillos de taladrado realizan 16 agujeros en 8 posiciones, con un mando programado.

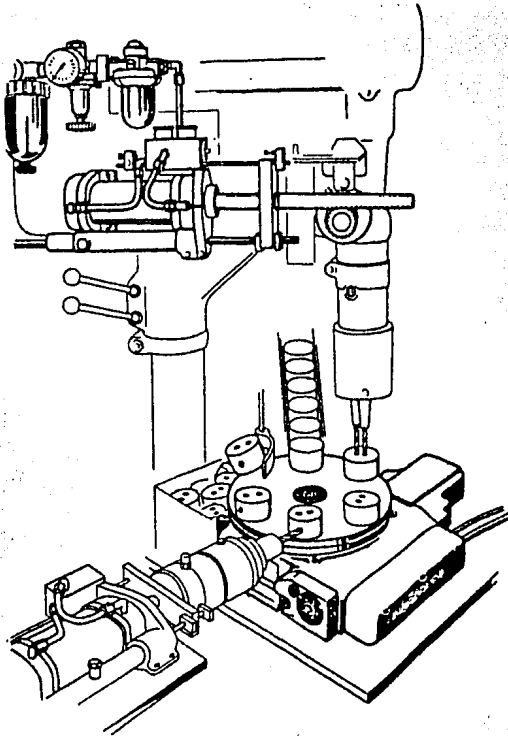


Fig. VII-7-1

Taladro con accionamiento del avance de la broca con unidad oleoneumática

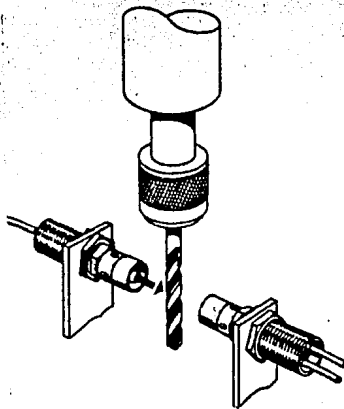


Fig. VII-7-2

Control de rotura de broca



## VII - APLICACIONES

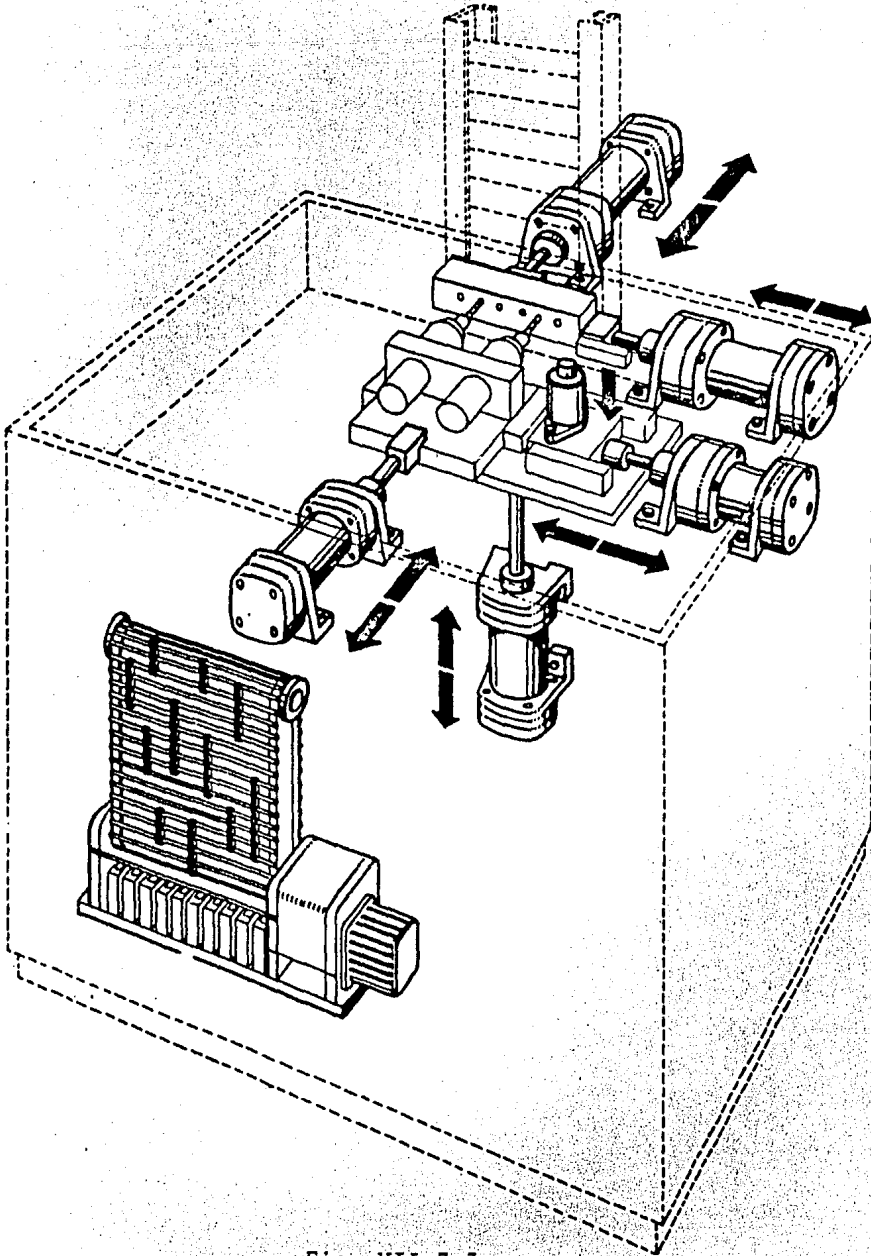


Fig. VII-7-3

Instalación de taladrado automático  
con un mando programado

VII - APLICACIONES

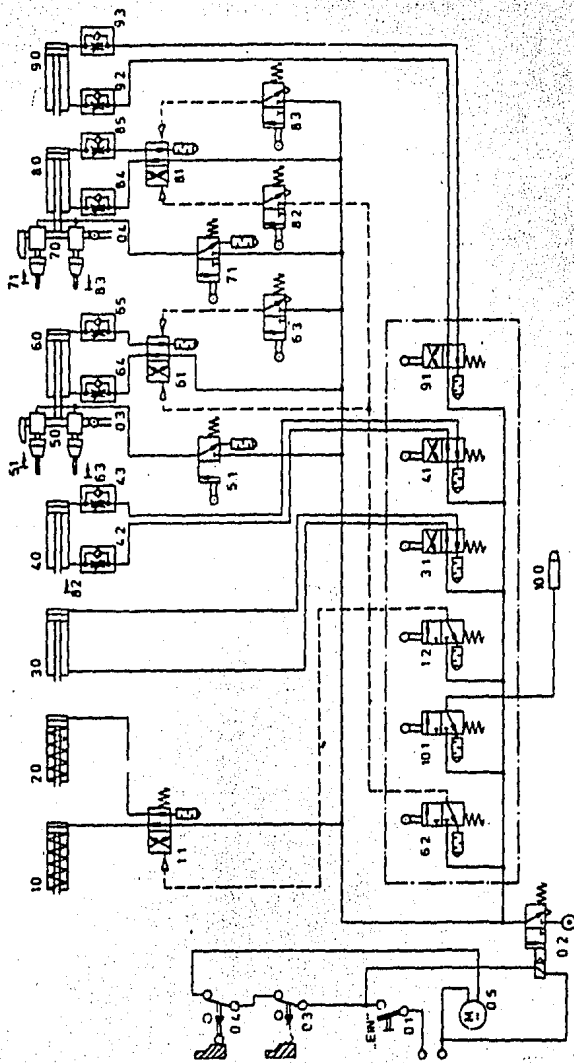


Fig. VIII-7-4

Esquema del mando programado (taladrado automático)

## VII - APLICACIONES

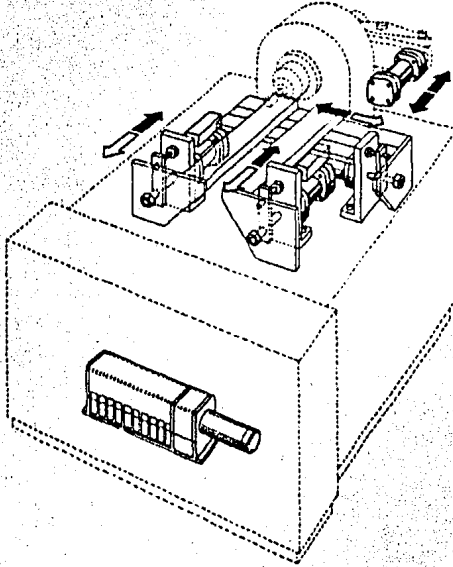


Fig. VII-7-5

Torno programado para el refrenado, cilindrado y chaflanado

## VIII

# APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

### VIII - I INTRODUCCION

Debido a que este trabajo se originó de la necesidad de una búsqueda de alternativas para el diseño y construcción de un prototipo de máquina ensambladora de tuercas y tornillos, desarrollado en el Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., resulta interesante presentar los distintos elementos que conforman la máquina. En este capítulo se describen cada uno de los dispositivos neumáticos, de mando y trabajo, que integran la ensambladora.

#### VIII - 1. UBICACION DEL PROYECTO

Las torres de transmisión de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad son armadas utilizando tornillos de cabeza hexagonal. Estos tornillos son galvanizados por el método de inmersión que, no obstante el proceso de centrifugación, produce tornillos con numerosos grumos en las ros

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR NILLOS

cas ocasionando que la operación de ensamble de la torre se --  
obstaculice al encontrar tornillos que no pueden ser ensambla-  
dos con la tuerca. La CFE, por lo tanto, exige a sus proveedo-  
res que los tornillos sean entregados ya ensamblados.

La Compañía TOMEXSA, fabricante de torres de trans-  
misión, solicitó al Centro de Diseño Mecánico el diseño y la -  
construcción de un prototipo totalmente automático para el en-  
samble de las tuercas y tornillos que son vendidos a CFE.

### VIII-1-1 NECESIDADES

Los requerimientos con los que debería cumplir el  
prototipo de máquina ensambladora son los siguientes:

- a) Debería ser un prototipo completamente automá-  
tico.
- b) Capaz de ensamblar tornillos de diferentes me-  
didas. Desde 1/2" a 3/4" de diámetro y longi-  
tudes de 1/2" a 3 1/2".
- c) El par de apriete tuerca-tornillo debería ser  
regulable, capaz de proporcionar el par ejer-  
cido por un hombre.
- d) El número de hilos de enroscamiento del torni-  
llo debería ser regulable hasta un hilo antes  
del fin de la cuerda del tornillo.
- e) Capaz de separar los tornillos defectuosos.

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

### VIII - 1 - 2 OBJETIVO

A partir del estudio de las necesidades del cliente, se planteó como objetivo la fabricación de un prototipo de máquina ensambladora automática, utilizando materiales y dispositivos de fácil adquisición dentro del país. Además, la máquina sería de fácil operación y mantenimiento, capaz de operar con las distintas formas de energía disponibles en la planta de TOMEXSA.

### VIII - 2 DESCRIPCION DE LA MAQUINA

La máquina acopladora cuenta con los siguientes módulos:

- a) Unidad de ensamble automático de tuercas y tornillos o cabezal acoplador.
- b) Alimentador de tuercas
- c) Alimentador de tornillos
- d) Sistema de mando secuencial automático.

La configuración general de la máquina se muestra en la fig. VIII-2-1.

### VIII - 2 - 1 CABEZAL ACOPLADOR

Realiza la operación más importante dentro de la máquina y tiene como función efectuar el acoplamiento tornillo-tuerca en forma automática, rechazando aquellos tornillos cuya rosca se encuentre defectuosa. Los elementos que componen al

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR  
NILLOS

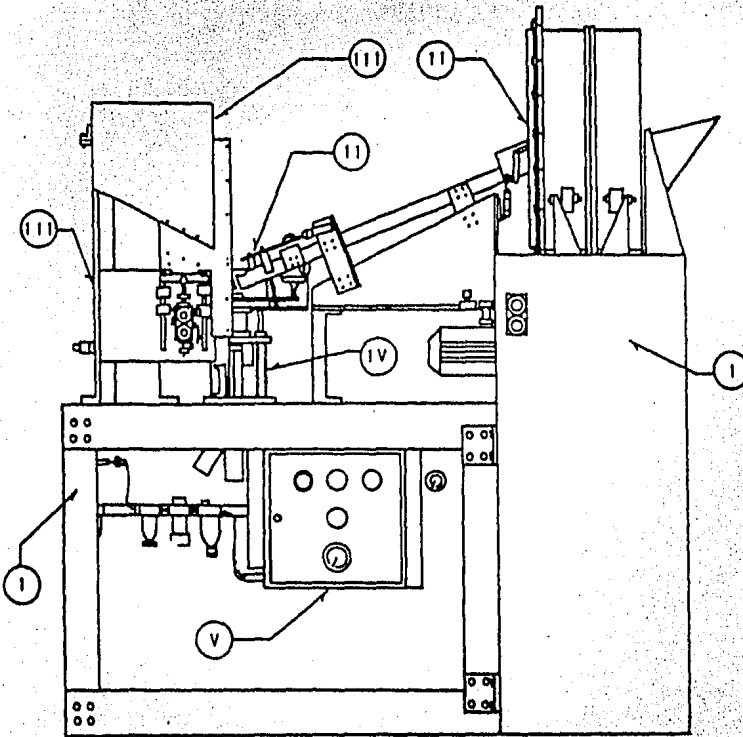


Fig. VIII-2-1

Configuración general de la máquina ensambladora  
de tuercas y tornillos

- I - Bastidor
- II - Alimentador de tornillos
- III - Alimentador de tuercas
- IV - Cabezal acoplador
- V - Sistema de mando secuencial automático

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

cabezal acoplador se muestran en la fig. VIII-2-2.

El cabezal de ensamble se encuentra situado al centro de la mesa del bastidor, llegando a él los canales de alimentación de tornillos y tuercas.

El cabezal está constituido por un dado hexagonal hueco con movimiento giratorio a través del cual es introducido un tornillo. El tornillo es alimentado por medio de un dosificador localizado en la canal superior de alimentación de tornillos, (ver fig. VIII-2-3). En la parte inferior del dado se encuentra localizada una mordaza con movimiento rectilíneo que tiene como funciones dosificar las tuercas desde la canal de alimentación y transportarlas a la parte inferior del dado hexagonal hasta una posición concéntrica al dado, (ver fig. VIII-2-2). El acoplamiento tornillo-tuerca se efectúa en el momento en que una tuerca sujeta en la mordaza, en posición concéntrica al dado hexagonal, es alcanzada por el tornillo, (que cae verticalmente), introducido a través del dado.

Una vez logrado el enroscamiento, un sensor neumático, (barrera de aire), localizado en la parte inferior a la mordaza y calibrado a cierta altura detecta la presencia del tornillo. Se genera así una señal neumática que retrae la mordaza posicionadora y permite la caída del tornillo. El diagrama, (fig. VIII-2-4), ilustra la secuencia de operación en el ensamble.

Para el giro del dado hexagonal, se utiliza un motor neumático. Este tipo de motor permite la regulación del par y la velocidad, además de no sufrir daños en caso de que



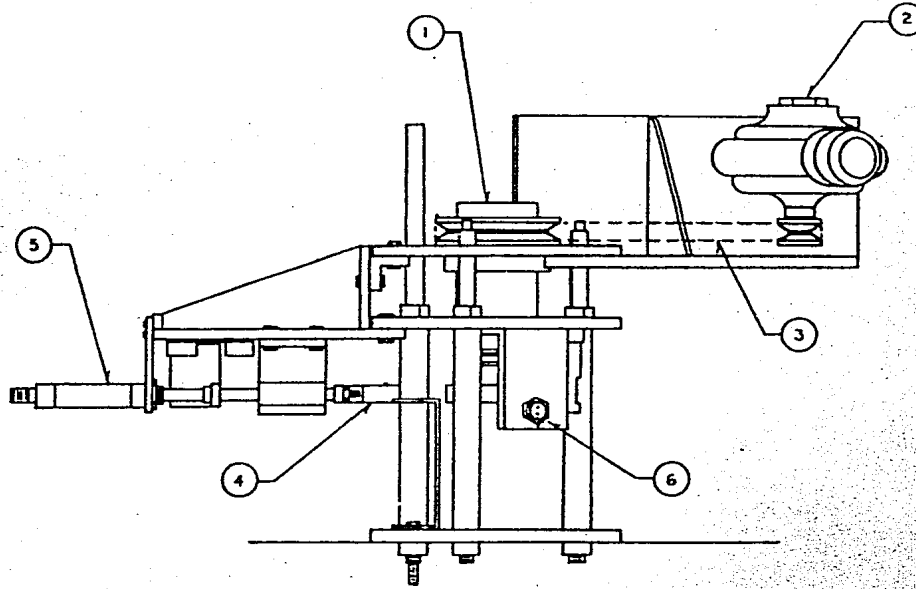


Fig. VIII-2-2  
Cabezal acoplador

1. Dado hexagonal
2. Motor neumático
3. Banda
4. Mordaza de sujeción de la tuerca
5. Cilindro dosificador de tuercas
6. Barrera de aire. Sensor neumático que indica el término del ensamble tuerca-tornillo

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

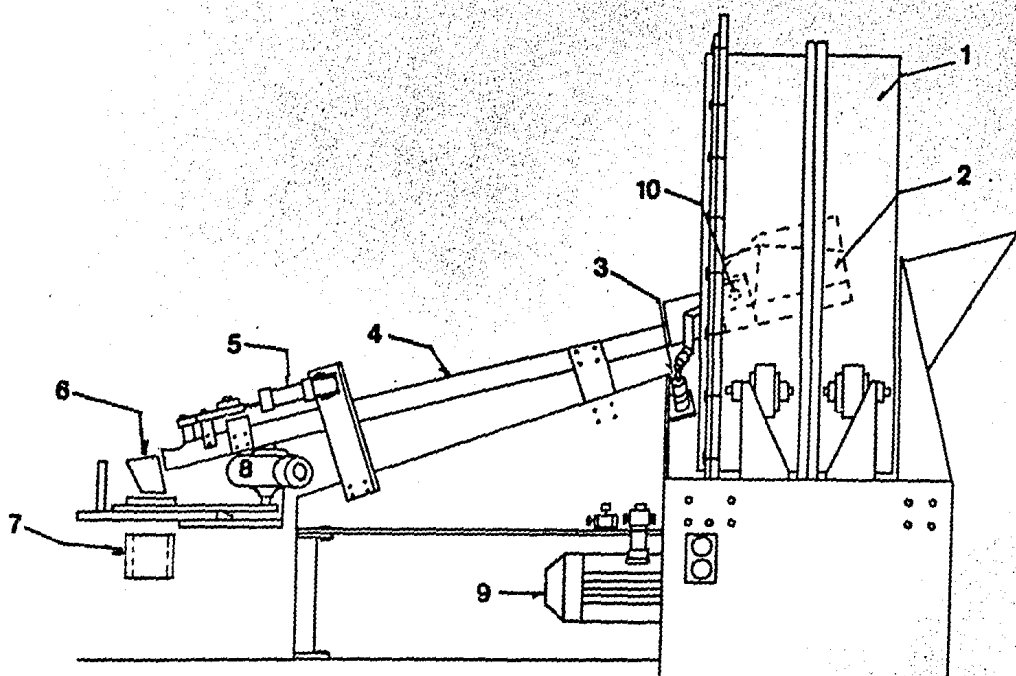


Fig. VIII-2-3

Alimentador de tornillos

1. Depósito cilíndrico
2. Charola
3. Cilindro agitador
4. Canal transportador
5. Cilindro dosificador de tornillos
6. Entrada de tornillos
7. Cabzal acoplador
8. Motor neumático
9. Motoreductor
10. Mecanismo de agitación

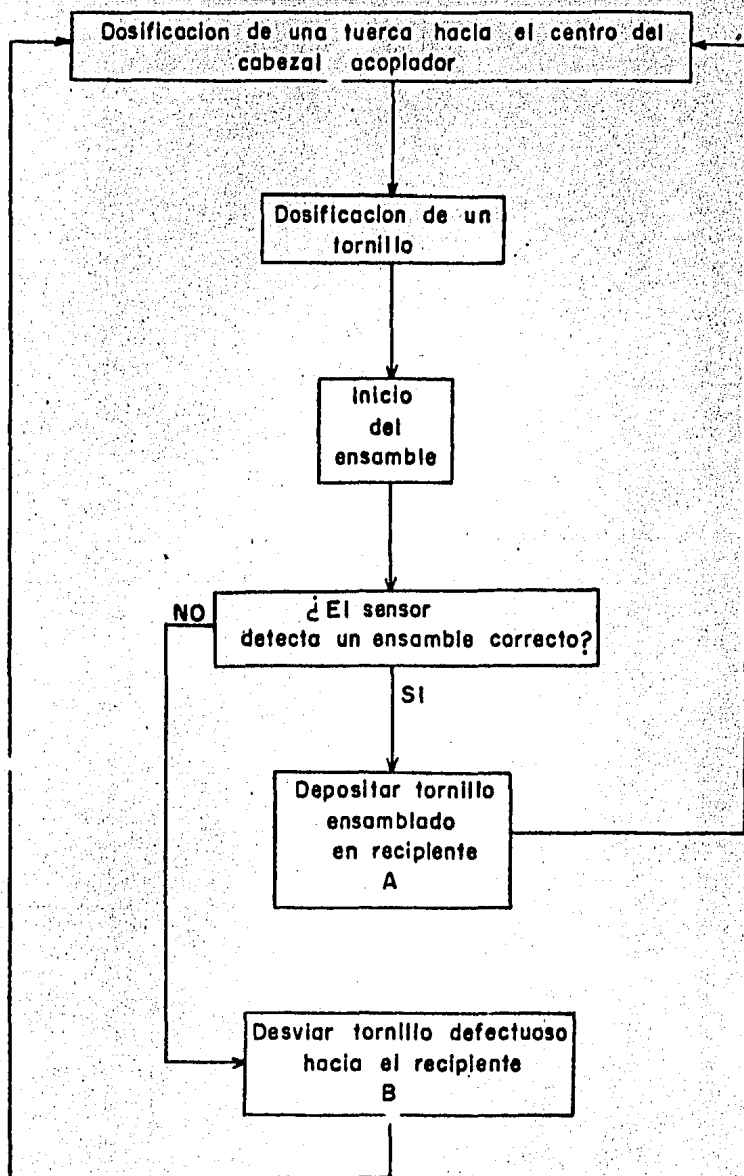
VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

Fig. VIII 2-4  
Secuencia de operación del  
cabezal acoplador

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

la flecha sea bloqueada.

En caso de que se presenten tornillos con fallas en la cuerda o con exceso de zinc en la misma, la máquina, a través de dispositivos de control neumático que utilizan como discriminante al tiempo, rechazará los tornillos defectuosos hacia un depósito de tornillos rechazados.

Los canales de alimentación de tornillos y tuercas son llenadas por sus respectivos alimentadores, (fig. VIII). La presencia de tornillos o tuercas en cada canal es registrada -- por medio de sensores neumáticos. En caso de falta, ya sea de tornillo o de tuerca, dichos sensores envían una señal de mando para no iniciar un nuevo ciclo de alimentación. Una vez cumplidas estas dos condiciones la mordaza del cabezal procede a la alimentación de una tuerca hacia el centro del dado. Al mismo tiempo se genera una señal hacia el dosificador de tornillos -- para la liberación del tornillo que entrará en el dado, (ver fig. VIII-2-5). La barrera de aire lo registra y una vez enrocado manda una señal para retraer la mordaza y permitir la caída del tornillo.

### VIII-2-2 ALIMENTADOR DE TUERCAS

#### Necesidades:

Dada la selección de un cabezal de acoplamiento operado con un motor neumático como solución al problema de ensamble tuerca-tornillo se presentaron las siguientes necesidades de diseño:

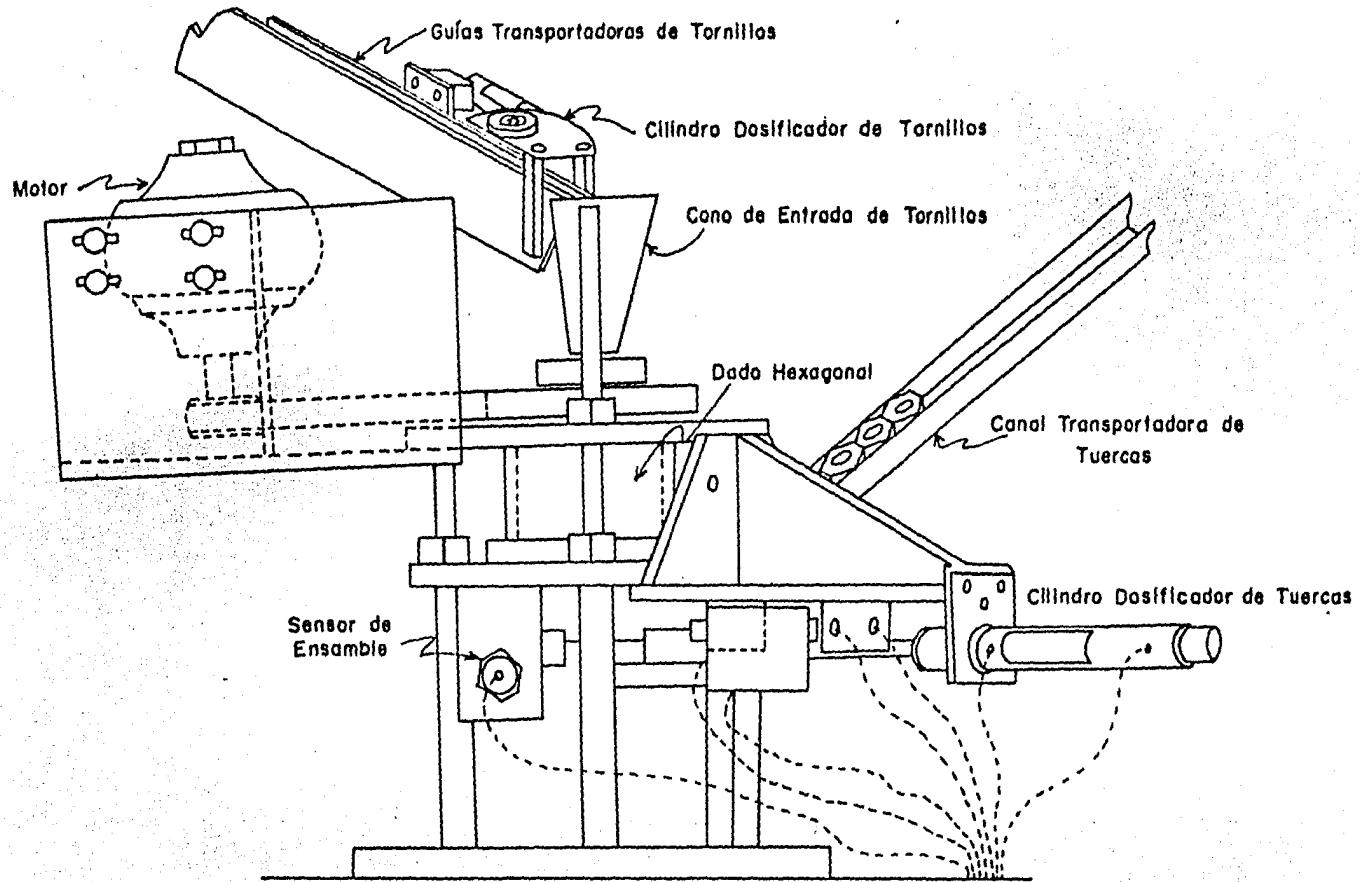


Fig. VIII Cabezal de ensamble

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

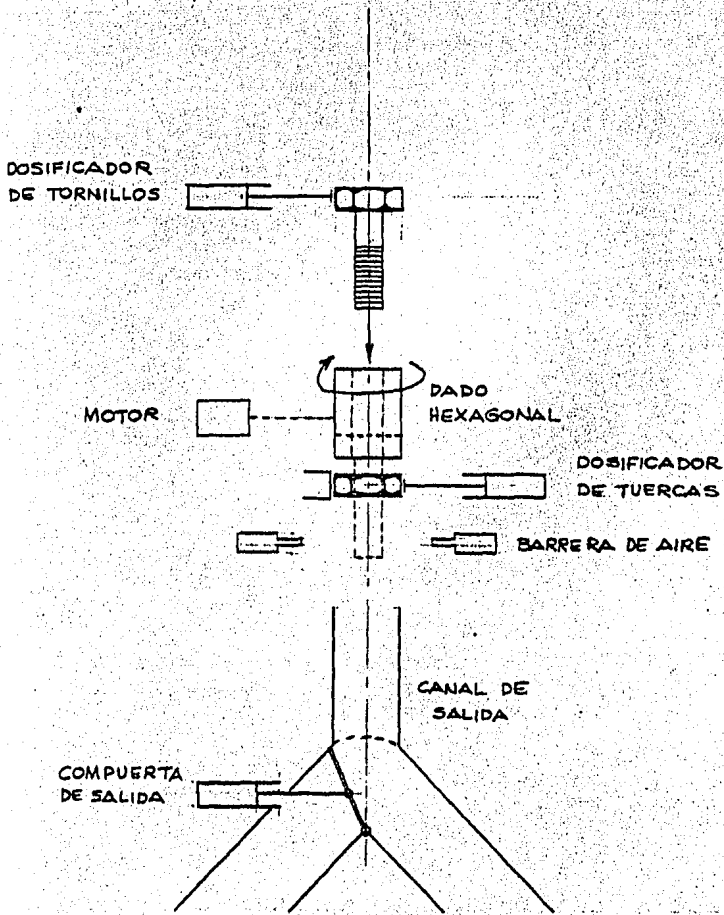


Fig. VIII-2-5

Esquema del proceso de ensamble tuerca-tor-  
nillo en el cabezal acoplador

### VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

- a) Flujo continuo.- Se requería de un alimentador que proporcionara un gasto variable e ininterumpido de tuercas. El gasto variaría de -- 1000 a 1800 tuercas por hora.
- b) Distintos diámetros.- Era necesario el tener un alimentador capaz de manejar diámetros de tuercas desde 1/2" hasta 1".
- c) Confiable.- Se requería de un sistema confiable que proporcionara una tuerca siempre en el momento que se necesitara.
- d) Intercambiable.- Se tenía la necesidad de un alimentador fácilmente ajustable para tuercas de diferentes diámetros.
- e) Orientador.- La alimentación debería de efectuarse de tal manera que todas y cada una de las tuercas entraran en la misma posición al cabezal acoplador.
- f) Capacidad.- Las cargas de tuercas al alimentador no deberían de ser muy frecuentes con objeto de lograr una mayor automatización.

Dentro de los diferentes sistemas de alimentación de tuercas se seleccionó un sistema neumático recíprocante de diseño original el cual proporcionaba numerosas ventajas de -- construcción y costo.

De acuerdo con las necesidades antes mencionadas se decidió la utilización de un cilindro neumático con movimiento recíprocante. Se diseñó un dispositivo colector y posicionador de tuercas que, movido por el cilindro antes mencionado, conduciría las tuercas desde el depósito hasta el cabezal aco-

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

plador. Al salir del alimentador, las tuercas son conducidas por medio de una canal hasta la base del cabezal, (fig. VIII-2-6)

### VIII-2-3 ALIMENTADOR DE TORNILLOS

Las necesidades de diseño que se presentaron en el caso del alimentador de tornillos son semejantes a las del alimentador de tuercas, teniendo que señalar como puntos importantes los siguientes:

- a) La necesidad de acoplar tornillos desde 1 1/2" a 3 1/2".
- b) La alimentación de los tornillos debería efectuarse verticalmente desde la parte superior del cabezal acoplador.
- c) El alimentador permitiría la dosificación uno a uno de los tornillos.

Como resultado del estudio de las necesidades y diferentes alternativas del problema de alimentación de tornillos se llegó a la siguiente solución:

Se utilizaría un depósito cilíndrico con movimiento alrededor de su eje que cumpliría con dos funciones principales.

- a) Almacenaje de tornillos
- b) Dosificación de pequeñas cargas de tornillos sobre una canal transportadora con dirección al cabezal acoplador.



VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

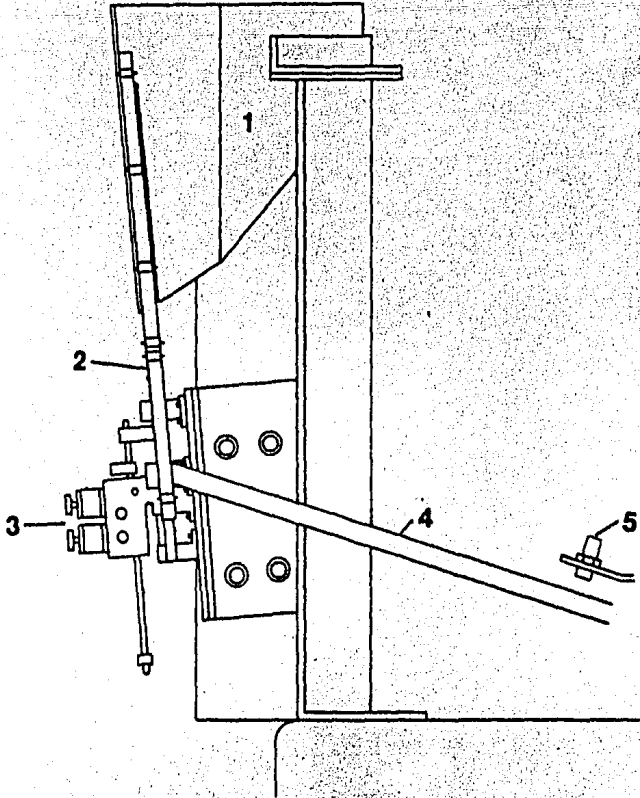


Fig. VIII-2-6

Alimentador de tuercas

- 1 - Depósito de tuercas
- 2 - Cartucho alineador de tuercas
- 3 - Unidad de avance neumática
- 4 - Canal transportadora de tuercas  
hacia el cabezal acoplador
- 5 - Sensor neumático de existencia  
de tuerca

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

Con objeto de transportar, posicionar y dosificar los tornillos a la entrada del cabezal se utiliza una canal transportadora. Los tornillos son movidos por la fuerza gravitatoria, (ver fig. VIII-2-3).

El diseño incluyó la utilización de un motor reductor de 0.5 H.P. que proporciona al depósito cilíndrico una velocidad angular. El cilindro transporta pequeñas cargas de tornillos por medio de cangilones instalados en su interior. Los tornillos son recibidos sobre una charola que los obliga a entrar verticalmente sobre la canal transportadora. De esta manera se logra llevar los tornillos hasta el cabezal. Con objeto de lograr una mejor salida de tornillos desde la charola receptora hasta el cabezal se diseñó un mecanismo agitador. Dicho mecanismo es movido por medio de un cilindro neumático con movimiento reciprocante.

### VIII - 2 - 4 MANDO SECUENCIAL AUTOMATICO

La unidad de mando, (fig. VIII-2-1), está compuesta por temporizadores, válvulas, amplificadores e interruptores manuales y tiene como función la de coordinar las operaciones que realiza la máquina.

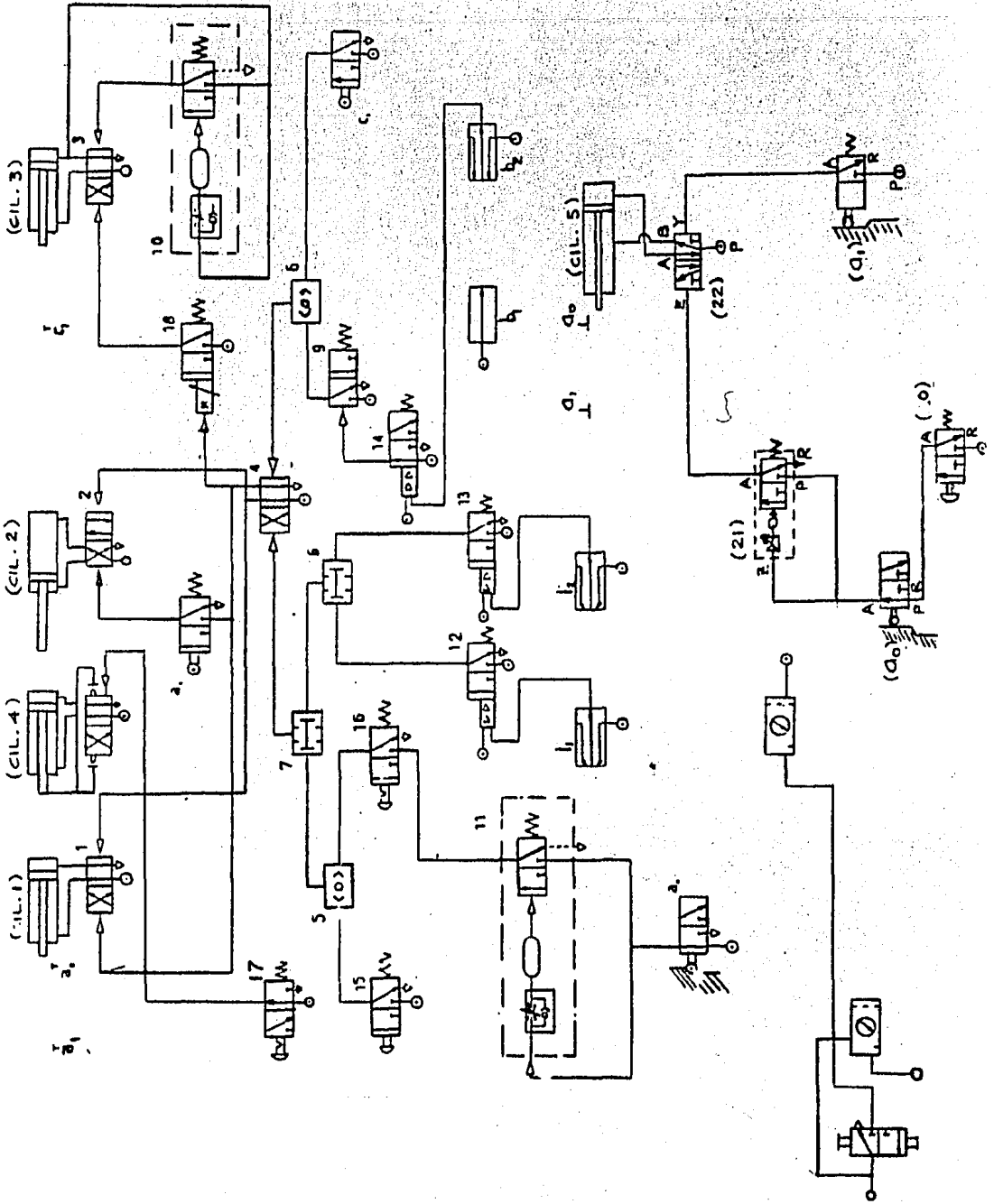
La secuencia lógica de operaciones de mando que se lleva a cabo, según el circuito mostrado en la fig. VIII-2-8, es la siguiente:

1. Oprimiendo el botón "unidad", (17)\*, se pone en

(\*) número de identificación en el plano del circuito neumático

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

Fig. VIII-2-8  
CIRCUITO NEUMATICO



## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

funcionamiento la unidad con movimiento alternativo instalada en el depósito de tuercas - - (CIL.4). La válvula y micros witches necesarios para lograr el movimiento cíclico vienen integradas al cilindro neumático, tanto la velocidad como la carrera del pistón son posibles de regular.

2. Al oprimir el botón "Tornillos", (20), se pone en funcionamiento el pistón agitador de tornillos, (CIL.5).

El movimiento alternativo se logra por medio de -- dos microswitches:  $a_0$  y  $a_1$ , (válvulas con accionamiento mecánico). Cada vez que el pistón completa un ciclo y el vástago se encuentra en su punto más bajo, (vástago retraído), transcurre un tiempo predeterminado antes de iniciarse un nuevo ciclo, -- (salida-entrada del vástago). Este tiempo puede ser controlado moviendo la perilla del temporizador (21).

El rango del temporizador es de 0.025 seg. a 5 seg.

3. Al oprimir el botón "automático", (16), se inicia la operación sin interrupción de la máquina. Para que el pistón dosificador de tuercas, - - (CIL. 1), alimente una tuerca hacia el cabezal acoplador se necesitan cumplir las siguientes condiciones:

- a) El microswitch  $a_0$ , (ver plano circuito neumático), se encuentra accionado permitiendo el flu

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

jo de aire hacia el temporizador (11).

La función del temporizador consiste en dar tiempo suficiente a la tuerca que viene resbalando por la canal y va entrando al cilindro dosificador, (CIL.1).

- b) Los microdetectores reflex ( $L_1$ ), ( $L_2$ ) al estar detectando la presencia de tuerca y tornillo, respectivamente, permiten el paso del flujo de aire hacia los amplificadores de señal (12) y (13).

La señal, después de haber sido amplificada y en unión con la señal proveniente del temporizador (11) viaja hacia la válvula de accionamiento neumático (4).

4. Una vez cumplidas las dos condiciones anteriores, entra en operación la válvula (4). La señal viaja hasta la válvula (1) entrando en operación el CIL. (1).

Este cilindro alimenta una tuerca hacia el centro del cabezal acoplador. En el momento en que sale el vástago del CIL. (1), se opera el microswitch ( $a_1$ ) permitiendo el paso de aire, (señal), hacia la válvula (2) que a su vez opera el CIL. (2). De esta manera obtenemos la alimentación de una tuerca y un tornillo hacia el centro del cabezal acoplador, iniciándose el ensamble de los dos elementos.

En ese mismo instante entra en operación el temporizador (18), cuya función es retardar el paso de la señal, (flujo de aire), un tiempo determinado después del cual se considerará que el tornillo que está siendo ensamblado es defectuoso.

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

Para fines de la explicación consideremos que se ensambla un tornillo no defectuoso:

Una vez iniciado el ensamble del tornillo y la -- tuerca, éste se prolongará hasta que el tornillo en su viaje -- descendente rompa la barrera de aire formada por una tobera emi- sora y otra receptora, ( $b_1$ ) y ( $b_2$ ), respectivamente.

Una vez que la tuerca ya ha sido ensamblada el tor- nillo rompe la barrera del aire de los detectores, la señal pro- ducida por este rompimiento es amplificada (14). Esta señal -- por medio de las válvulas (9) y (6) opera la válvula (4). El CIL. (2) se retrae para alimentar el siguiente tornillo.

Se interrumpe la operación del temporizador (18) y se reestablece su operación quedando listo para el inicio del -- siguiente ensamble.

Esta es toda la secuencia lógica de operación de -- la máquina, cuando se están ensamblando tornillos en buen esta- do. Una vez que el CIL. (1) se retrae y opera ( $a_0$ ) se inicia un nuevo ensamble.

### 5. Si el tornillo es defectuoso:

El inicio del ciclo de ensamble es el mismo -- hasta el inciso (4), esto es, el instante en -- que entra en operación el temporizador (18). Este temporizador tiene un rango de 0-30 seg.

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

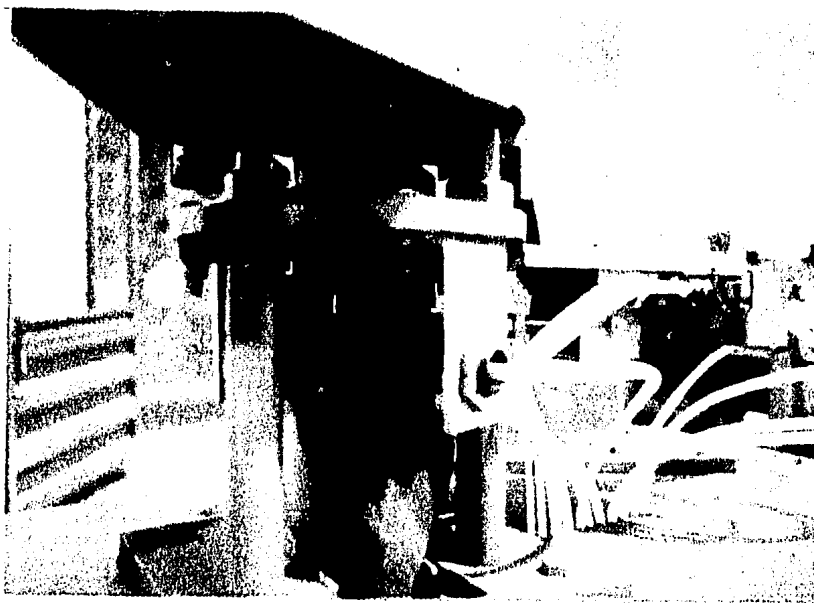
Si el tornillo es defectuoso entonces éste nunca va a romper la barrera de aire creada por las toberas. Cuando esto sucede transcurre el tiempo preestablecido en el temporizador (18) permitiendo que se opere la válvula (3), (ver plano). El vástago del CIL. (3) sale y abre la compuerta de la canal de salida con objeto de desviar el tornillo defectuoso. En ese mismo instante entra en operación el temporizador (10) y se opera (C<sub>1</sub>). El temporizador (10) nos va a fijar el tiempo que permanece abierta la compuerta para permitir la caída del tornillo defectuoso.

Como ya se mencionó, también se opera el microswitch (C<sub>1</sub>), que permite el paso de la señal, a través de (6), hacia la válvula (4). Al operarse esta válvula se reestablece el temporizador (18) y los cilindros: CIL. (1) y CIL (2) se retraen para alimentar una nueva tuerca y tornillo.

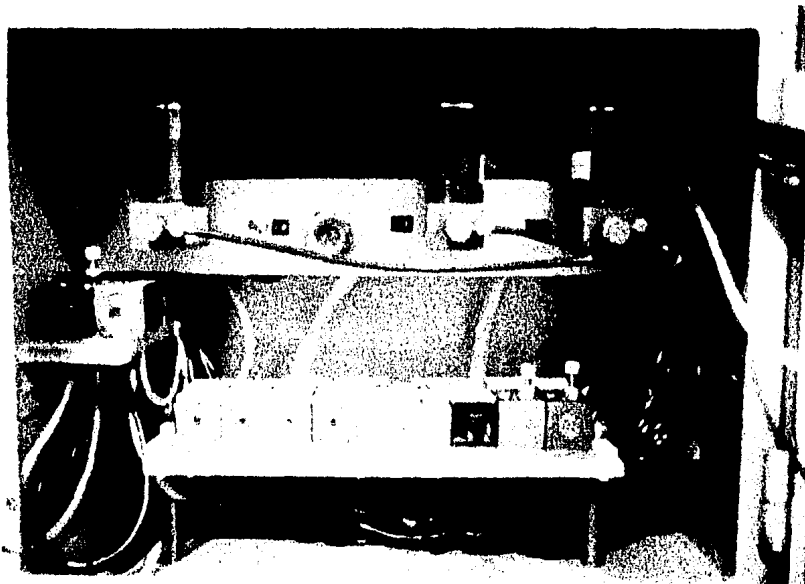
El momento en que el vástago del CIL. (1) se retrae permite la caída del tornillo defectuoso. Unas fracciones de segundo después de que cayó el tornillo defectuoso, (desviado hacia otro depósito), debe cumplirse el tiempo del temporizador (10). Una vez cumplido, (tiempo suficiente para permitir la salida del tornillo defectuoso), la compuerta se cierra automáticamente y se reestablece el temporizador (10).

Al cerrarse la compuerta, cesa la señal mandada de (C<sub>1</sub>) hacia (4) permitiendo así el inicio de un nuevo ensamble.

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS



Fotografía del cabezal acoplador en el  
momento de un ensamble



Fotografía del tablero del sistema neumático



## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

### VIII - 3 DISPOSITIVOS NEUMATICOS DE TRABAJO EMPLEADOS EN LA - MAQUINA

Las principales características de funcionamiento y propiedades de los elementos utilizados, en el diseño y construcción del prototipo, son presentados a continuación.

#### VIII - 3 - 1 UNIDAD NEUMATICA DE AVANCE

Esta unidad, (CIL.4)\*, esta instalada en el depósito de las tuercas y tiene como función el proporcionar un movimiento lineal alternativo al dispositivo alimentador de tuercas, (fig. VIII-2-6).

La figura VIII-3-2 muestra el conjunto de cilindro de aire comprimido y válvula de mando. El bloque de mando neumático de la figura VIII-3-3 así como también una biela de inversión solidaria con el vástago del émbolo son un integrante fijo de la unidad.

La inversión del sentido del movimiento, cuando el émbolo alcanza una posición final, se efectúa automáticamente.

Las características de funcionamiento de la unidad satisfacen plenamente las necesidades del alimentador de tuercas. Esto se debe principalmente a que:

\* Número de identificación en el plano del circuito neumático.

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

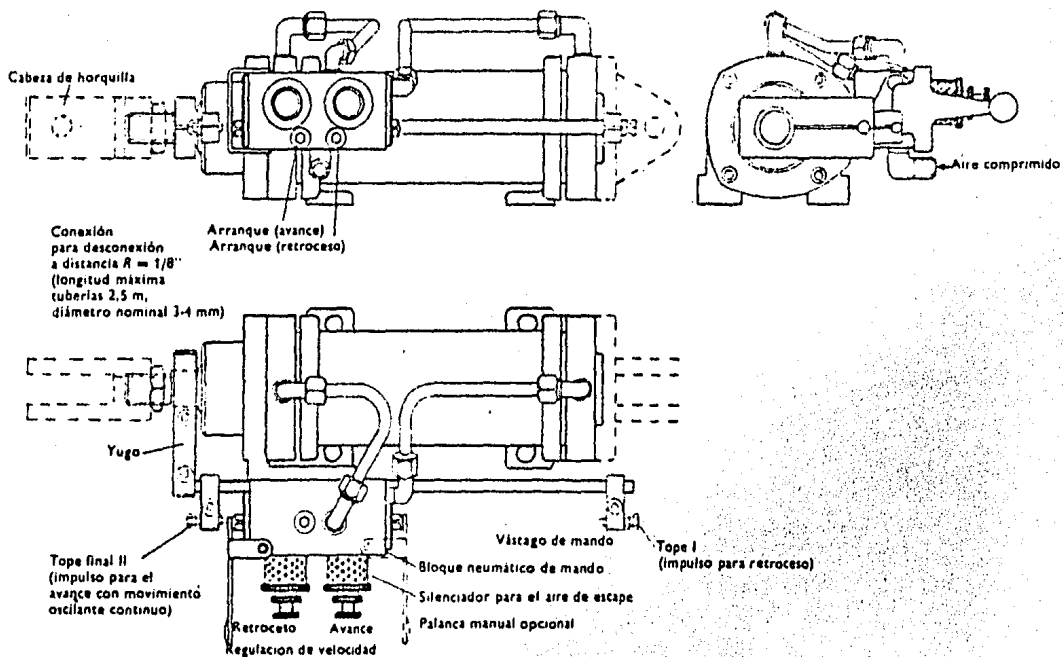


Fig. VIII-3-2

Unidad neumática de avance. Conjunto de cilindro de aire comprimido y válvula de mando

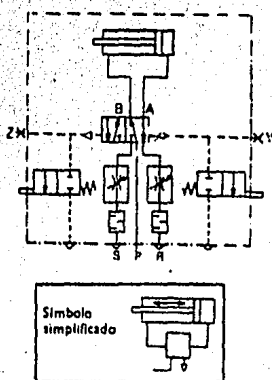


Fig. VIII-3-3

Bloque de mando neumático (unidad de avance)

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

1. La longitud de la carrera se puede variar
2. La velocidad, (número de ciclos por minuto), también es variable.

Esto permite que el gasto de tuercas pueda ser -  
ajustado fácilmente a los requerimientos de producción.

Los datos técnicos de la unidad (de acuerdo al  
fabricante), son:

a) Diámetro del émbolo	35 mm
b) Carrera	70 mm
c) Fuerza de empuje (6 bar)	530 N
d) Fuerza de retorno (6 bar)	460 N
e) Velocidad de trabajo (aprox)	3 a 30 m/min
f) Diámetro del vástago	15 mm

Consumo de aire:

De la fig. VIII-3-6, dado el diámetro del émbolo de 35 mm, la presión de 6 bar, la carrera de 7 cm y el diámetro del vástago.

$$Q = 0.06 \text{ l/cm}$$

Multiplicando por la longitud de la carrera.

$$Q = 0.06 \times 7 = 0.42 \text{ litros (carrera de avance)}$$

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

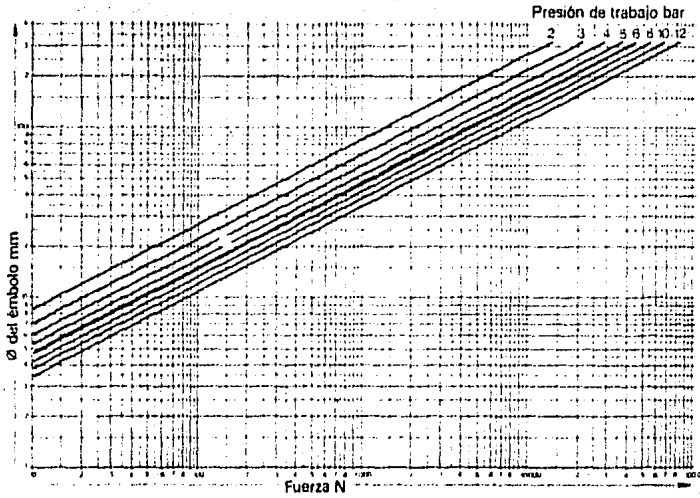


Fig. VIII-3-4

Diagrama presión fuerza para la elección del diámetro de un cilindro

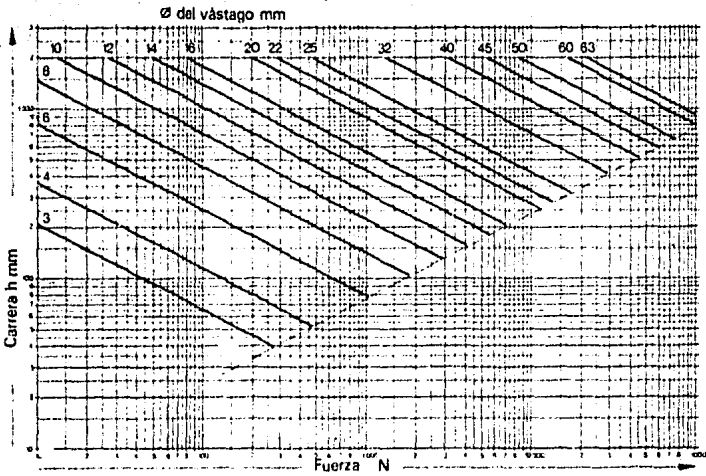


Fig. VIII-3-5

Diagrama de pandeo para el cálculo de la carga admisible del vástago

### VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

Para la carrera de retorno debe reducirse el volumen del vástago.

15 mm de diámetro da 0.01 l/cm, (fig. VIII-3-6).

Por 7 cm de carrera = 0.07 l

Por lo tanto, el consumo para la carrera de retorno será = 0.42 - 0.07 = 0.35 l.

El consumo total para el ciclo ida y vuelta es

$$0.42 + 0.35 = 0.77 \text{ l}$$

Debido a que la velocidad de trabajo de la unidad en el alimentador de tuercas, es 36 ciclos/min, tenemos

$$Q_u = 0.77 \times 36$$

$$Q_u = 27.72 \text{ litros/min}$$

#### VIII - 3 - 2 CILINDRO DOSIFICADOR DE TUERCAS

Este cilindro, (CIL.1), esta instalado en el cabezal acoplador, (fig. VIII-3-7), y tiene como función la de dosificar una a una las tuercas hacia el centro del dado hexagonal.

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

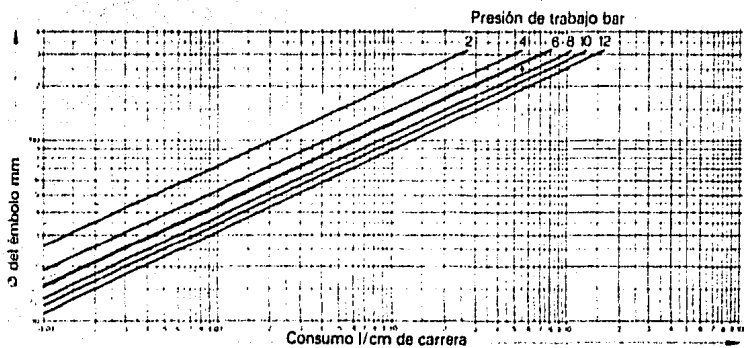


Fig. VIII-3-6

Diagrama de consumo de aire para cilindros

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

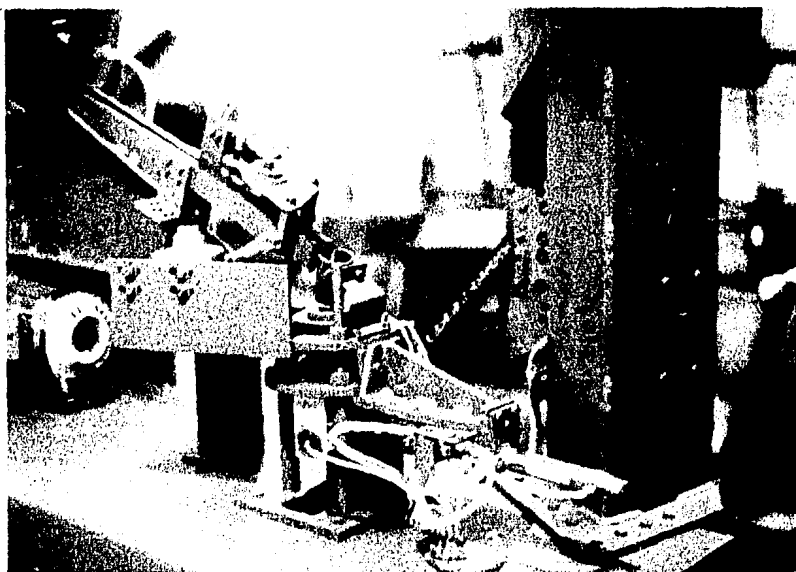


Fig. VIII-3-7

Cilindro dosificador de tornillos (su-  
perior) y cilindro dosificador de tuer-  
cas (inferior)

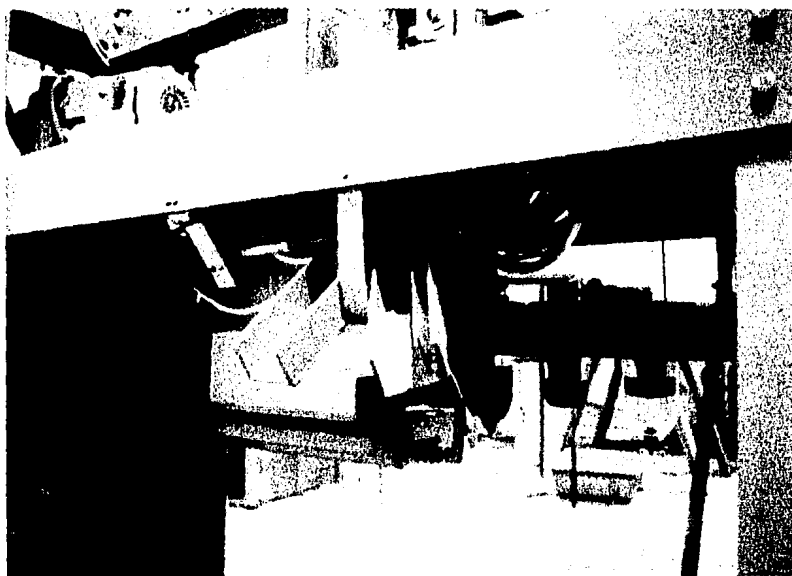


Fig. VIII-3-7A

Cilindro que opera la compuerta de la  
canal de salida. Rechazo de tornillos  
defectuosos

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR- NILLOS

Es un cilindro de doble efecto con las siguientes dimensiones.

a) Diámetro del émbolo	25 mm
b) Carrera	80 mm
c) Diámetro del vástago	10 mm

De la fig. VIII-3-4, con un diámetro de 25 mm y una presión de 6 bar.

$$\text{Fuerza} = 275 \text{ N}$$

De la fig. VIII-3-6, tenemos

$$\text{Gasto} = 0.027 \text{ l/cm}$$

$$0.027 \times 8 = 0.216 \text{ l (avance)}$$

El gasto para la carrera de retroceso será

$$\text{Gasto} = 0.216 - (0.01 \times 8) = 0.136 \text{ l}$$

$$\text{Gasto total} = 0.216 + 0.136 = 0.352 \text{ l (un ciclo)}$$

Debido a que el cilindro ejecuta la dosificación de 25 tuercas por minuto, entonces

$$Q_1 = 0.352 \times 25 = 8.8$$

$$Q_1 = 8.8 \text{ litros/min.}$$



## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

### VIII - 3 - 3 CILINDRO DOSIFICADOR DE TORNILLOS

Este cilindro, (CIL.2), esta instalado sobre las canales de alimentación de tornillos, (fig. VIII-3-7), y tiene como función el dosificar uno a uno los tornillos que van callen do dentro del cabezal acoplador, (dado hexagonal).

Es un cilindro de doble efecto que posee las siguientes dimensiones.

a) Diámetro del émbolo	16 mm
b) Carrera	52 mm
c) Diámetro del vástago	5 mm

Haciendo un cálculo semejante al hecho en los incisos VIII-3-1 y 2, tenemos

$$\text{Fuerza} = 100 \text{ N}$$

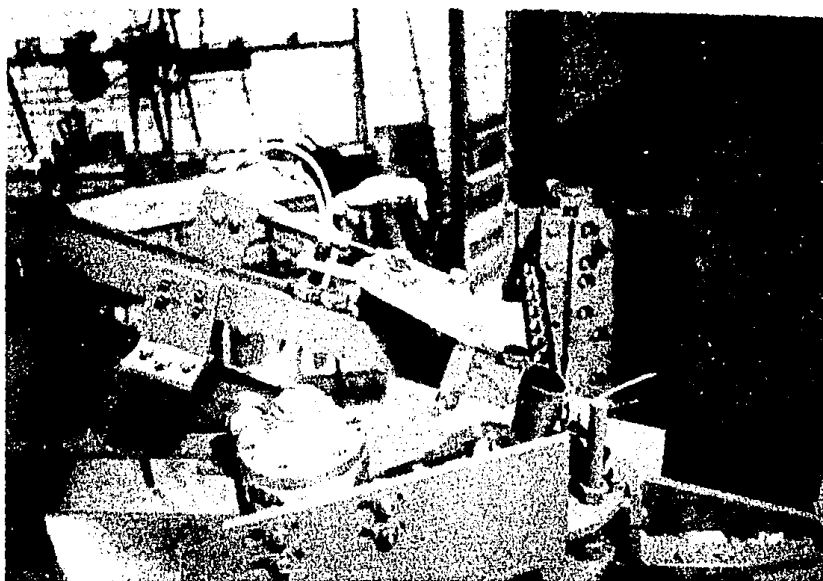
$$Q_2 = 2.575 \text{ litros/min}$$

(se dosifican 25 tornillos por minuto)

### VIII - 3 - 4 CILINDRO QUE OPERA LA COMPUERTA DE SALIDA

El cilindro (3) tiene como función abrir la compuerta de la canal de salida de tornillos, con objeto de separar los tornillos rechazados, (fig. VIII-3-7A).

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS



Fotografía del dosificador de tornillos  
y del alimentador de tuercas (al fondo)



Fotografía del sensor de "falta" de tuerca

### VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

Las dimensiones de este cilindro, (doble efecto), son:

- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| a) Diámetro del émbolo  | 16 mm |
| b) Carrera              | 52 mm |
| c) Diámetro del vástago | 5 mm  |

Tenemos

$$\text{Fuerza} = 100 \text{ N}$$

$$Q_3 = 0.51 \text{ litros/min}$$

(considerando un rechazo de tornillos del 20%)

#### VIII - 3 - 5 CILINDRO AGITADOR DE TORNILLOS

Esta localizado a la salida del cilindro alimentador de tornillos, (fig. VIII-2-3). Este cilindro, (CIL.5), tiene como objetivo el agitar los tornillos para facilitar su salida. Es un cilindro de doble efecto y su frecuencia de operación es de 11 ciclos/min.

Dimensiones.

- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| a) Diámetro del émbolo  | 16 mm |
| b) Carrera              | 80 mm |
| c) Diámetro del vástago | 5 mm  |

### VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

Tenemos:

$$\text{Fuerza} = 100 \text{ N}$$

$$Q_s = 1.66 \text{ litros/min}$$

#### VIII - 3 - 6 MOTOR NEUMATICO

El motor neumático da movimiento al dado hexagonal, cumpliendo plenamente con los requerimientos de operación:

- 1) Facilidad para variar la velocidad (r.p.m) del dado. Por lo tanto es fácil variar la cantidad de tornillos ensamblados por minuto.
- 2) Proporciona un par de apriete adecuado.
- 3) No se ve afectado por los atascamientos.

Para una producción de 1250 tornillos/hr el motor debe girar aprox. a 900 r.p.m. y 6 bar de presión.

De acuerdo con la fig. VIII-3-9, tenemos que el consumo de aire a 1000 r.p.m. y 7 bar es de  $0.45 \text{ m}^3/\text{min}$ .

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

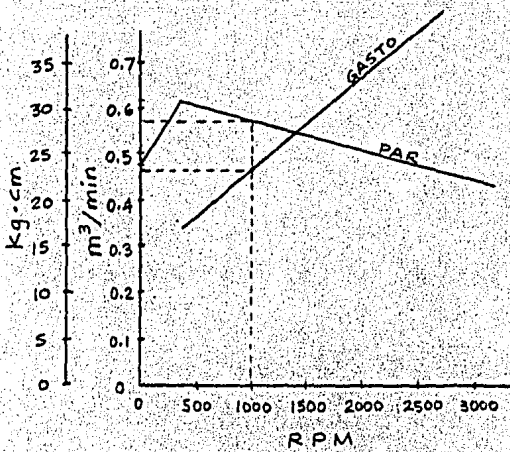


Fig. VIII-3-9

Gráfica del gasto y par entregado por  
el motor neumático contra la velocidad,  
a una presión de 7 bar

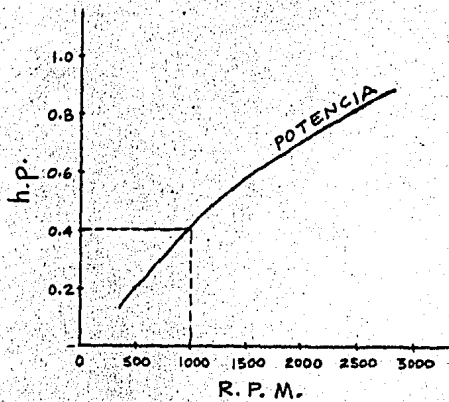


Fig. VIII-3-10

Gráfica de la potencia en contra de la  
velocidad del motor neumático, a una  
presión de 7 bar

VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TOR-  
NILLOS

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS COMPRESORES A PISTON

N.º de cilindros	Presión máxima, kg/cm <sup>2</sup>	Potencia instalada, CV	Aire libre, N litros/min	r.p.m.	Capacidad depósito, litros	DIMENSIONES.			Peso, kg
						Alto	Ancho	Largo	
2	8-10	2	260	1100	150	850	500	1450	110
1	8-10	3	380	720	250	1200	600	1700	180
1	8-10	4	500	950	250	1200	600	1700	185
2	8-10	5,5	664	630	300	1200	600	1950	255
2	8-10	7,5	932	885	300	1200	600	1950	270
3	8-10	10	1200	760	500	1400	850	2300	360
2	8-10	15	1980	1450	500	1600	850	2300	560
2	8-10	20	2410	1450	500	1600	850	2300	570
2	8-10	25	2894	1800	500	1600	850	2300	605

## VIII - APLICACION A UNA MAQUINA ENSAMBLADORA DE TUERCAS Y TORNILLOS

### VIII - 3 - 7 COMPRESOR

Con objeto de seleccionar el compresor que satisfaga la demanda de aire comprimido, a 8 Kg/cm<sup>2</sup> de presión máxima, es necesario obtener el consumo total de aire:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_{\text{motor}}$$

$$Q_t = 8.8 + 2.57 + 0.51 + 27.72 + 1.66 + 450$$

$$Q_t = 491.26 \text{ litros/minuto}$$

De la tabla mostrada en la fig. VIII-3-11, tenemos:

$$\text{Potencia del compresor} = 4 \text{ h.p.}$$

### VIII - 3 - 8 CONCLUSIONES

Los requerimientos establecidos por la empresa -- TOMEXSA fueron cubiertos satisfactoriamente.

La actualidad se encuentra en operación una máquina ensambladora en la planta de Monclova, Coah. Se solicitó al C.D.M.I.T. el aumento de la capacidad de la máquina, por lo que la producción de tornillos ensamblados supera, hoy en día, los 2500 tornillos por hora. También se esta en pláticas para el desarrollo de otro prototipo para importantes fabricantes de tornillos y tuercas en México.





# BIBLIOGRAFIA

"Los Mandos Lógicos por Fluidos y la Automatización Industrial"  
Bouteille, Daniel. Ed. Dossat, S.A., Madrid 1971.

"Manual del Ingeniero Mecánico de Marks"  
Baumeister y Marks. UTEHA, México 1960.

"Aire Comprimido. Teoría y Cálculo de las Instalaciones"  
Carnicer Royo. Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1977.

"Aire Comprimido. Neumática Convencional"  
Carnicer Royo. Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1977.

"Aire Comprimido. Equipos y Herramientas Neumáticas"  
Carnicer Royo. Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1977.

"Aplicaciones de la Neumática"  
Deppert, W. y K. Stoll. Marcombo Boixareu  
Ed., Barcelona 1977.

"Dispositivos Neumáticos"  
Deppert, W. y K. Stoll. Marcombo Boixareu  
Ed., Barcelona 1977.

"Programa de Fabricación FESTO"  
Festo Pneumatic. México, 1983.

"Manual. Técnica de mando secuencial FESTO"  
Festo Pneumatic. México, 1982.

"Air Motors"  
Gast Manufacturing Corp. Mich., USA 1981

"Manual de Neumática"  
Jiménez de Cisneros. Ed. Blume, Barcelona 1979.

"Manual de Servicio de la Máquina de Acoplar Tornillos y Tuercas"  
Jaramillo Monroy y Osorno Abad. Tesis Profesional, Fac. de  
Ingeniería UNAM 1983.

"Servomandos Neumáticos"  
Uggeri, Giorgio. Ed. HOEPLI, Barcelona 1972.