



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**



AIRE COMPRIMIDO PARA CONTROLES NEUMÁTICOS

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

P R E S E N T A
EMILIO DANIEL NEGRETE SALDIVAR

ASESOR
M. EN C. LUIS CEDEÑO CAERO

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

OBJETIVOS

OBJETIVOS:

Describir los circuitos de control neumático.

Mencionar los elementos para desarrollar el trabajo por medios neumáticos

Comparar el sistema de control neumáticos otras formas de control de procesos.

Mostrar el sistema de control neumático de un proceso

INDICE

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1 PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL AIRE

1.- Fundamentos físicos del aire comprimido	2
2.- Comportamiento físico del aire	3
2.1.- Ley de Boyle	3
2.2.- Ley de Charles	3
2.3.- Ley general de los gases ideales	4
3.- Termodinámica de la compresión del aire	4
4.- Trabajo de compresión ideal	6
5.- Compresión por escalonamientos	8
6.- Características del aire comprimido	10
7.- Recomendaciones para el uso del aire comprimido	11

CAPITULO 2 GENERACION PREPARACION Y DISTRIBUCION DEL AIRE COMPRIMIDO

1.- Clasificación de compresores	12
2.- Selección del compresor	14
3.- Ubicación del compresor	15
4.- Preparación del aire comprimido	16
4.1.- Elementos de preparación para el aire comprimido	16
4.1.1.- Filtros	17
4.1.2.- Reguladores de presión	18
4.1.3.- Lubricadores	20
4.1.4.- Secadores de aire	21
5.- Redes de distribución de aire a presión	21
5.1.- Parámetros para el diseño de una red para aire comprimido	22
5.1.1.- Tipos de redes para de aire comprimido	22
5.1.2.- Determinación de los diámetros de tubería	23
6.- Consideraciones generales para una red de aire a presión	26

CAPITULO 3 ELEMENTOS DE TRABAJO NEUMATICO

1.- Válvulas Neumáticas	28
1.1.- Válvulas distribuidoras	29
1.2.- Válvulas de bloqueo	29
1.3.- Válvulas reguladoras de presión	30
1.4.- Válvulas reguladoras de caudal	30
1.5.- Válvulas de cierre	30

2.- Cilindros	30
2.1.- Cilindros de simple efecto	31
2.2.- Cilindros de doble efecto	32
2.3.- Cilindros de doble vástago	33
2.4.- Cilindro Tandem	34
2.5.- Cilindro multiposicional	35
2.6.- Cilindros de impacto	36
2.7.- Cilindros con cremallera	37
2.8.- Cilindros de embolo giratorio	38
2.9.- Cilindros para usos especiales	39
2.10.- Calculo de Presión y fuerza ejercida por un cilindro	39
2.11.- Calculo de pandeo del vástago	40
2.12.- Calculo del consumo de aire de un cilindro	42
3.- Sensores	43
3.1.- Sensores de proximidad	43
3.2.- Detector de paso	43
3.3.- Características de los sensores neumáticos	44

CAPITULO 4

EL CONTROL NEUMATICO

1.- Mandos memorizados	46
2.- Mandos programados	46
2.1.- Mandos programados en función del tiempo	47
2.2.- Mandos programados en función del desplazamiento	47
2.3.- Mandos programados en función de una secuencia.	48
3.- Técnicas de control neumático	48
3.1.- Control de un cilindro de simple efecto	48
3.2.- Control de un cilindro de doble efecto	49
3.3.- Control indirecto de un cilindro de simple efecto	50
3.4.- Control indirecto de un cilindro de doble efecto	51
3.5.- Control con selector de circuitos	51
3.6.- Control de la velocidad en cilindros de simple efecto	52

3.7.- Control de la velocidad en cilindros de doble efecto	52
3.8.- Aumento de la velocidad de cilindros	53
3.9.- Mando por simultaneidad	54
3.10.- Posicionamiento intermedio de un cilindro de doble efecto	55
4.- Tratamiento de un problema de control neumático	56
5.- Ejemplo de automatización neumática	57

CAPITULO 5

EL MANDO NEUMATICO EN COMPARACION A OTROS MEDIOS DE CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES

1.- Factores de comparación	62
1.1.- Producción de energía	62
1.2.- Almacenamiento de energía	63
1.3.- Transporte de energía	63
1.4.- Fugas	63
1.5.- Costo de la energía	64
1.6.- Influencias ambientales	64
1.7.- Movimiento lineal	64
1.8.- Movimiento giratorio	65
1.9.- Movimiento rotativo	65
1.10.- Fuerza lineal	65
1.11.- Fuerza rotativa	66
1.12.- Regulabilidad	67
1.13.- Manejo	67
1.14.-Ruido	67

CONCLUSIONES	69
---------------------	-----------

ANEXO 1

NOMENCLATURA Y SIMBOLOS EMPLEADOS

1.- Plano de situaciones	71
2.- Carta de flujo de la operación	71
3.- Nomenclatura empleada	72
4.- Símbolos empleados	73
4.1.- Producción de energía	73
4.2.- Mando y regulación	76
4.2.1.- Válvulas de vías	76
4.2.2.- Válvulas de bloqueo	77
4.2.3.- Válvulas de presión	78
4.2.4.- Válvulas de regulación	79
4.3.- Transición de energía	80
4.4.- Mandos mecánicos	83
4.5.- Accionamientos musculares	84
4.6.- Accionamientos mecánicos	85
4.7.- Accionamientos eléctricos	85
4.8.- Accionamientos neumáticos	86
4.9.- Accionamientos combinados	87
4.10.- Elementos de medida	87
4.11.- Símbolos especiales (no normalizados)	89
4.12.- Denominación de racores	89
5.- Símbolos de representación	90
5.1.- Movimientos	90
5.2.- Símbolos generales	91
5.3.- Símbolos de operaciones	92
5.4.- Formas de energía	93
6.- Colores de pulsadores y visores ópticos	94

INTRODUCCION

INTRODUCCION

En una planta química el uso del aire comprimido es frecuente, principalmente en los sistemas de control y automatización de procesos, el Ingeniero Químico debe tener herramientas para la selección y el diseño de redes de distribución de aire a presión.

Los objetivos de este trabajo son: Dar los principales arreglos de trabajo neumático usados para el control, así mismo mostrar los diferentes elementos de trabajo.

En el capítulo 1, se presentan las propiedades físicas y termodinámicas del aire y las leyes que sigue.

Capítulo 2, se da una clasificación de los diferentes tipos de compresores que pueden ser usados en los diferentes sistemas, se dan también parámetros para la selección del tipo y tamaño del mismo. Los compresores

requieren ser instalados en un lugar específico dentro de una planta durante el desarrollo de este capítulo pretendemos mostrar estos temas.

El aire a presión, antes de ser usado en los sistemas de control requiere de cierta preparación, es decir debemos filtrarlo, secarlo y lubricarlo, además de distribuirlo adecuadamente hasta los elementos finales de control, en el capítulo 2 pretendemos mostrar este tipo de elementos además de dar una secuencia para el cálculo de diámetros de tubería empleados, así como las normas técnicas y de seguridad que debe tener una red de aire.

En el capítulo 3 hablaremos de los diferentes tipos de válvulas y actuadores neumáticos que existen, explicando sus principios de funcionamiento.

En el capítulo 4 se darán las principales técnicas de mando utilizadas en neumática y se describirá un ejemplo de automatización de un secador rotatorio de cemento.

El capítulo 5 se hará una comparación de los métodos de control neumáticos con otros tipos de control tal como el electrónico y el hidráulico tomando como factores de comparación sus costos, fuerzas que pueden desarrollar, sus influencias ambientales y el nivel de ruido que generan.

Finalmente y en forma de anexo se dará un listado de la principal simbología empleada en neumática

CAPITULO 1

CAPITULO 1

PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL AIRE

Para diseñar un sistema neumático eficiente, debemos primero conocer las propiedades físicas y termodinámicas del aire, así como las leyes que rigen su comportamiento. Durante el desarrollo de este capítulo pretendemos mostrar estos parámetros, así como el método para calcular el trabajo termodinámico requerido por el aire para ser comprimido y las características generales del mismo ya comprimido, mencionaremos también algunas recomendaciones para que su manejo sea seguro.

1.- FUNDAMENTOS FISICOS DEL AIRE

El aire es un gas abundante en la naturaleza y esta compuesto de varias sustancias. En la tabla 1.1 se muestran las proporciones de todos los compuesto que lo forman.

Componente	% en volumen moles	% en peso Kg por mol	peso molecular
Oxigeno	20.99	23.190	32.000
Nitrógeno	78.03	75.470	28.016
Argón	0.94	1.30	39.944
Anhidro Carbónico	0.03	0.04	44.003
Hidrogeno	0.01	0.00	2.016
Aire seco	100.00	100.00	28.967

Tabla 1.1

El aire ha sido estudiado ampliamente como una mezcla de gases con aproximadamente las concentraciones anteriores, como resultado de estos estudios se han encontrado los siguientes valores de sus propiedades termodinámicas:

Peso molecular = $M_o = 28.967 \text{ Kg/mol}$

Capacidad calorífica a presión constante = $C_p = 0.240 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C a } 25^\circ\text{C}$

Capacidad calorífica a volumen constante = $C_v = 0.171 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C a } 25^\circ\text{C}$

Relación de capacidades caloríficas = $k = C_p/C_v = 1.40 \text{ a } 25^\circ\text{C}$

2.- Comportamiento físico

Un gas perfecto es aquel que se comporta como predicen las leyes de Boyle, y Charles, en la naturaleza aunque no existe ningún gas perfecto, el aire se comporta con bastante aproximación a la conducta de los gases perfectos y en la práctica podemos hacer uso de estas leyes simplificando los cálculos.

2.1.- Ley de Boyle

A temperatura constante, el volumen de un determinado masa de gas perfecto es inversamente proporcional a la presión absoluta, es decir

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \text{CONSTANTE}$$

2.2.- Ley de Charles

Cuando una determinada masa de un gas ideal recibe o cede energía mientras mantiene su volumen constante, las presiones absolutas son directamente proporcionales a las temperaturas absolutas, es decir

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = \text{CONSTANTE}$$

Por otra parte de la ley de Charles menciona que cuando una masa determinada de un gas ideal absorbe o cede energía mientras se mantiene a presión constante, los volúmenes son directamente proporcionales a las temperaturas absolutas es decir:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \text{CONSTANTE}$$

2.3.- Ley general de los gases ideales

Por otra parte tenemos una ecuación general con la que podemos calcular cualquier estado para un gas ideal.

$$PV=MRT$$

DONDE:

P = Presión

V = Volumen

M = Masa

T = Temperatura

R = Constante general de los gases ideales

La ecuación anterior se aproxima bastante cuando se tratan presiones bajas, y para fines prácticos sus resultados son satisfactorios. Con esta expresión podemos calcular en un momento dado el estado de un gas, conociendo dos propiedades extensivas y una propiedad intensiva del gas.

El valor de la masa estas dado implícitamente si se conoce el valor del volumen específico.

$$V = \frac{Y}{M}$$

3.- Termodinámica de la Compresión del Aire.

Las máquinas mas comunes para la producción del aire a presión son los compresores, este tipo de maquinas se consideran de eficiencia media y en casos óptimos su etapa de compresión se acerca al proceso adiabático. Aunque idealmente el proceso en el cual podemos elevar la presión con un mínimo de trabajo necesario es el isotérmico, los dos procesos están mostrados en la fig. 1.1

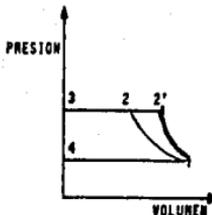


Fig. 1.1

P vs. V de un compresor perfecto 1-2 es un proceso adiabático, 1-2' es un proceso isotérmico

El trabajo termodinámico podemos expresarlo por la siguiente expresión:

$$W_{1-2} = \int_1^2 P \, dv$$

Donde el estado No. 1 especifica las condiciones iniciales y el estado No. 2 las condiciones finales.

Dando un significado gráfico a la expresión anterior tenemos que el trabajo deberá ser el área bajo la curva de trayectoria del proceso.

Para la cual tenemos que la relación de presiones y volúmenes para un proceso adiabático son:

$$P V^k = P_1 V_1^k = \text{CONSTANTE}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \text{CONSTANTE}$$

Por lo cual:

$$\begin{matrix} T_1 & V_2^{(\gamma-1)} & P_1 \\ T_2 & V_1 & P_2 \end{matrix}$$

Donde k representa la relación entre las capacidades caloríficas, es decir C_p/C_v y tiene un valor de 1.41 para el aire.

De esta forma la presión P en cualquier punto tendrá el valor de:

$$P = \frac{P_1 V_1^k}{V^k}$$

Donde P_1 y V_1 representan las condiciones del estado inicial.

Si la compresión se efectúa de V_1 a V_2 tenemos que:

$$W_{1-2} = \int_1^2 P dv = P_1 V_1^k \int_1^2 \frac{dV}{V^k}$$

Lo cual nos da como resultado:

$$W_{1-2} = \frac{P_1 V_1^k (V_1^{(1-k)} - V_2^{(1-k)})}{(1-k)}$$

Reordenando termino y sustituyendo tenemos:

$$W_{1-2} = \frac{(P_2 V_2) - (P_1 V_1)}{(1-k)}$$

4.- Trabajo de compresión ideal

Sin embargo, el proceso de compresión del aire debe ser considerado como un ciclo el cual mostramos en la figura 1.2

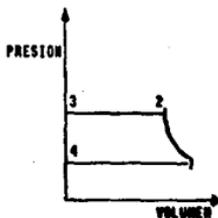


Fig. 1.2 Diagrama Presión vs Volumen para el trabajo de compresión ideal.

El punto No.1 nos da las condiciones del aire antes de que este empiece a comprimirse, el camino 1-2 nos representa el camino de compresión, es decir un cambio de presión y volumen simultáneamente, de tal forma que el punto No. 2 nos da las condiciones de del aire después de la compresión, la línea 2-3 nos da una disminución del volumen a presión constante, esto sucede a la descarga del cilindro del compresor, de esta forma el punto No. 3 da las condiciones finales de descarga, por otro lado tenemos un punto No. 4 el cual representa las condiciones del aire antes de entrar al cilindro de compresión.

De esta forma el área comprendida por los puntos 1-2-3-4 nos da finalmente el trabajo realizado por el medio para la compresión del aire, es decir es el trabajo para aspirar, comprimir y descargar un volumen determinado de aire.

El trabajo efectuado durante el ciclo es la suma algebraica de los trabajos efectuados durante el mismo, de tal forma que:

$$W_{\text{ciclo}} = W_{1-2} + W_{2-3} + W_{3-4} + W_{4-1}$$

Por lo tanto:

$$W_{\text{ciclo}} = \int_1^2 P \, dv + \int_2^3 P \, dv + \int_3^4 P \, dv + \int_4^1 P \, dv$$

Integrando tenemos:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(1 - k)} + (0 - P_2 V_2) + (0) + (P_1 V_1 - 0)$$

Reordenando términos tenemos:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(1 - k)} - (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{k (P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(1 - k)}$$

Pero $P V = m R T$, por lo cual:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{k m R}{(1 - k)} (T_2 - T_1)$$

Tratándose de compresores es preferible trabajar con presiones de admisión y de escape que con temperaturas por lo tanto es preferible trabajar con:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{k}{(1-k)} P_1 V_1 \left\{ \frac{P_1}{P_2}^{(k-1)/k} - 1 \right\}$$

En donde:

m = peso del aire en Kg

R = Constante del gas = 29.29 Kgm por (Kg masa) (grado C)

P1 = Presión absoluta de admisión Kg/m

P2 = Presión absoluta de escape Kg/m

k = Relación de capacidades caloríficas = 1.41

V1 = m v1 = Volumen de aire libre aspirado o producto del peso por el volumen específico en el punto No.1

T = Temperatura absoluta en grados C

La formula anterior también puede expresarse de la siguiente forma:

$$W_{\text{ciclo}} = \frac{k}{(1-k)} m R T \left\{ \frac{P_1}{P_2}^{(k-1)/k} - 1 \right\}$$

5.- Compresión con escalonamientos

Los compresores de gran tamaño se construyen, generalmente con escalonamientos, es decir la compresión se efectúa en varias etapas y entre ellas se coloca un sistema de enfriamiento, aunque en todos los cilindros puede haber una camisa de enfriamiento, estas generalmente no bastan para enfriar el aire por esa razón los compresores con etapas se construyen con este equipo adicional.

En la siguiente figura 1.3 se representa, en un diagrama Presión-Volumen, los caminos de compresión en dos etapas en el diagrama se presentan los sistemas de alta y baja presión, de tal forma que el trabajo del primer cilindro esta dado por los puntos 1-2-3-4-1, y representa el sistema de baja presión, el segundo cilindro o de alta presión esta representado por los puntos 1'-2'-3'-4'-1, la reducción de trabajo esta representada por el área ashurada.

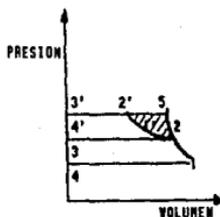


Fig. 1.3 Compresión en dos etapas y en una etapa

El aire entra en el cilindro de baja desde el punto No.4 hasta el punto No.1, la compresión se efectúa del punto No.1 hasta el punto No.2 a continuación el aire es descargado del cilindro de baja hasta llegar al punto No.3.

El aire del punto No.3 entra a un cambiador de calor donde baja su temperatura hasta tener un valor igual al del punto No.1, al salir del cambiador de calor, el aire entra al cilindro de alta presión, desde 4' a 1' en donde su volumen, presión y temperatura están dados por el punto No.1' después el aire sufre una compresión desde el punto 1' hasta el punto No. 2', después de lo cual el aire es enviado al tanque acumulador hasta llegar al punto No.3'.

Para un compresor con escalonamientos el trabajo es mínimo cuando los dos cilindros hacen el mismo trabajo. debido a que el cilindro de alta presión tiene que admitir todo el aire entregado por el cilindro de baja presión, la presión en el cambiador de calor intermedio está dada por los trabajos relativos de los dos cilindros, y el trabajo total será la suma de los trabajos efectuados por cada uno de los cilindros.

El trabajo real difiere del ideal debido a los siguientes factores:

- Pérdidas de bombeo a la aspiración y a la descarga.
- Turbulencia que se forme
- A la fricción del cilindro con los anillos del pistón.
- A la caída de presión en el cambiador de calor

6.- Características del aire comprimido

Las características por las cuales se ha escogido al aire comprimido como el medio mas simple de control de procesos son las que a continuación se mencionan:

a) El aire es un medio gaseoso compresible del que podemos disponer en la medida que lo requiera el crecimiento de la industria y su materia prima o fluido motriz es gratis.

b) El aire comprimido se transporta fácilmente por ductos y tuberías.

c) Debido a su baja viscosidad, las caídas de presión son muy bajas, en comparación al uso de fluidos hidráulicos.

d) No son necesarias las líneas de retorno ya que el aire, después de actuar regresa a su medio, la atmósfera.

e) El aire comprimido se ve afectado en forma inapreciable por las condiciones extremas de temperatura que se dan en el ambiente.

f) Es un medio motriz seguro, ya que no es inflamable

g) La energía neumática se puede almacenar en tanques a presión adecuados.

h) Su uso como medio motriz es factible, ya que puede regularse su presión y velocidad en forma estricta.

i) Generalmente los elementos actuados neumáticamente resisten las sobrecargas sin sufrir daños.

A pesar de las ventajas que se presentan el aire, a presión presenta los siguientes inconvenientes:

a) Requiere de un proceso de acondicionamiento para su empleo es decir liberarlo de partículas contaminantes como: partículas de agua, polvo y aceite.

b) Al ser un fluido compresible los elementos de trabajo tienen cierta irregularidad en sus movimientos

c) La fuerza máxima que puede ejercer es de 30,000 Newtons a una presión de 7 Atm. (103 lb/in)

d) Las fugas de fluido en la línea ocasionan pérdidas económicas y ruidos molestos

e) Los costos de operación son elevados sin embargo este efecto se compensa con la eficiencia en la operación, y la relativa facilidad que con que se instala un sistema de este tipo además que el aire no tiene costo alguno.

7.- Recomendaciones para el uso del aire comprimido:

- a) El aire comprimido debe estar exento de humedad e impurezas, para prevenir el desgaste prematuro y el mal funcionamiento de los componentes del sistema.
- b) La fuerza máxima rentable de un cilindro es del orden de 30,000 Newtons a una presión de 7 atmósferas y es función de la carrera y la velocidad.
- c) El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara, debido a la baja eficiencia de los compresores, por lo tanto deben minimizarse las fugas.

Durante el desarrollo de este capítulo se mostraron las características del aire, su comportamiento y algunas recomendaciones generales para que sea manejado en forma segura, el equipo necesario para aumentar la presión del aire (comprimir) es un compresor del cual se tienen varios tipos, según la forma en que operan, en el siguiente capítulo se mostraran los diferentes tipos de compresores existentes.

CAPITULO 2

CAPITULO 2

GENERACION PREPARACION Y DISTRIBUCION DEL AIRE COMPRIMIDO

El medio de aumentar la presión del aire o de cualquier otro gas, es por medio de un compresor, existen diversas clases de este tipo de equipos y un criterio muy bien definido para poder seleccionar entre un tipo u otro, de tal forma que se cumplan los requerimientos del sistema, en cuanto a caudal y presión durante este capítulo se dará una clasificación de los tipos de compresores que podemos encontrar en el mercado.

El Ingeniero Químico debe conocer los parámetros que deben seguirse para la y ubicación del compresor dentro de una planta de tal manera que el equipo trabaje con la mayor seguridad, tanto para el equipo como para el personal que labore dentro de la planta, por esta razón se daran algunos parámetros para que se cumplan esta normas de seguridad.

1.- Clasificación de los compresores

Podemos clasificar a los compresores en dos grandes grupos, según su principio de operación, en compresores de desplazamiento positivo y en compresores de tipo dinámico o centrífugos.

Los compresores de desplazamiento positivo, son aquellos en los cuales el aire es admitido por una acción de vacío hacia una cámara hermética en la cual reduce su volumen aumentando su presión y podemos dividirlos de la siguiente forma:

a) Los de flujo intermitente, las cuales son maquinas de embolo o diafragma que se mueven en una acción reciprocante, por lo cual requieren de válvulas de admisión y expulsión de aire.

b) Los de flujo continuo, los cuales son maquinas rotativas que pueden ser: Compresores rotativos multicelulares, compresores de tornillo helicoidal, o compresores de lóbulos, estos últimos son también llamados sopladores de Roots.

Compresores dinámicos o centrífugos, estos compresores aprovechan las reacciones del aire al paso de los alavés de una turbina aprovechado de esta forma la fuerza centrífuga. Este tipo de compresores tiene la capacidad de manejar caudales mayores de aire que los de desplazamiento positivo, estos compresores son todos de flujo continuo y pueden ser:

Turbocompresores axiales o radiales, según sea la dirección de la aceleración del aire.

En la figura 2.1 se presenta la clasificación de los compresores.



Fig. 2.1 Clasificación de los compresores

2.- Selección del compresor

Para satisfacer las necesidades de una instalación neumática, es importante conocer los criterios bajo los cuales se selecciona un compresor los cuales se presentan a continuación.

2.1.- Tipo de compresor a utilizar:

En la figura 2.2 se presentan los rangos de operación típicos de algunos tipos de compresores que se emplean mas comúnmente en las instalaciones neumáticas. En esta gráfica se encuentran representados el flujo de aire y la presión del mismo, que pueden generar los diferentes tipos de compresores, las áreas que encierran dan los rangos en que el compresor puede ser rentable, además de considerar la información de esta gráfica debemos considerar, los costos de operación el costo de la amortización y la calidad del compresor. Para asegurar que el compresor cumpla con nuestras necesidades de flujo y presión, se debe considerar un 25% mas de lo que resulte del calculo del compresor.

Selección de Compresores

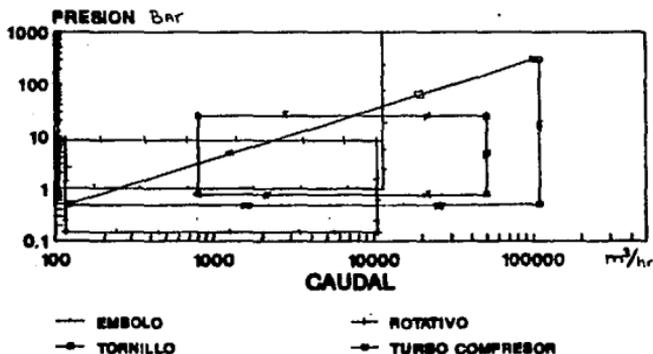


Figura 2.2 Rangos de operación de los compresores.

3.- Ubicación del compresor

El sitio óptimo para colocar un compresor, deberá ser lo mas cercano a los servicios generales de la planta.

El lugar de instalación debe ser fresco, ventilado y exento de agentes corrosivos extremos y salinidad.

Dependiendo de las dimensiones peso y capacidad del compresor este se debe colocar sobre una cimentación adecuada, aunque generalmente para modelos menores a 20 HP es suficiente un piso firme y proveer la base del compresor con amortiguadores de vibración, para equipos mayores a 20 HP se requiere de una cimentación la cual debe ser un colado monolítico hecho de concreto.

Los compresores pequeños con o sin amortiguadores de vibración generalmente se colocan sobre cimentaciones de 0.5 a 0.6 mts sobre el nivel del piso, los compresores de mayor tamaño o grupos de compresores se colocan sobre dados de cimentación de 1.2 a 1.5 mts sobre el nivel de piso terminado.

La altura del compresor debe conservarse a un mínimo consistente con lo requerido para los arreglos de tubería y acceso de válvulas y debe permitir el flujo por gravedad del aceite lubricante de los sellos mecánicos del compresor.

Por ningún motivo debe unirse la estructura de cimentación del compresor con la estructura del edificio, ya que la vibración se transmitiría de una estructura a otra y causaría daños al edificio.

La base de concreto que sostiene al compresor debe pintarse ya que, generalmente, el aceite usado para la lubricación de este tipo de maquinaria tiene acción alcalina sobre el concreto, por lo que se recomienda que este cubierto con pintura anticorrosiva.

Es recomendable instalar sobre la estructura del techo, de la sala de compresores, una grúa viajera, la cual nos servirá para efectuar maniobras de extracción, del accionador (motor), inter-enfriadores y al compresor mismo, para maniobras de mantenimiento en general, debe ponerse especial cuidado en que los movimientos de esta grúa viajera, no pongan en riesgo la instalación de tuberías de aire y la instalación eléctrica o de alimentación de combustible del sistema compresor.

En el caso de que se requiera la instalación de compresores en batería debe considerarse un espacio entre ellos el cual deberá ser el suficiente para efectuar maniobras entre ellos, este espacio varía de acuerdo al tamaño y tipo de compresores aunque el mínimo normal es de 2.5 a 3.0 mts.

4.- Preparación del Aire Comprimido

El aire comprimido antes de ser empleado para el accionamiento de accesorios neumáticos de control debe ser preparado, es decir librarlo de impurezas que puedan dañar, obstruir o provocar desgastes prematuros, provocando el mal funcionamiento del equipo de control.

Para este fin se debe instalar un equipo de mantenimiento y secado de aire, el cual tiene por función:

- a) Eliminar partículas de agua, aceite del compresor y otras impurezas que afectan los sistemas neumáticos.
- b) Mantener la presión constante en la instalación a pie de máquina.
- c) Lubricar los elementos neumáticos con una neblina de aceite ligero

4.1.- Elementos de preparación para el aire comprimido

Los elementos básicos de una unidad de mantenimiento son:

- Filtro
- Regulador con manómetro
- Lubricador.

A continuación se da una descripción de estos componentes y su funcionamiento.

4.1.1.- Filtros:

Este elemento tiene la función de retener partículas de agua, aceite del compresor y otras impurezas que afectan los sistemas neumáticos.

El aire entra a un depósito y es sometido a un movimiento de rotación por una serie de ranuras directrices, debido a este movimiento se desprenden las impurezas de mayor tamaño, las cuales descienden por gravedad hasta el fondo del depósito, donde puede ser purgado manual o automáticamente.

Los componentes sólidos de mayor tamaño que la porosidad del elemento filtrante son retenidos por él, por lo cual se hace necesario efectuar una limpieza periódica y en ocasiones cambiar el elemento filtrante cuando este se encuentre saturado.

Generalmente se utilizan elementos filtrantes de 30mm a 70mm aunque en el mercado también existen filtros de 2mm a 4mm.

En la figura 2.3 se muestra un filtro de aire con válvula de cierre, el cual es el filtro de aire para sistemas de control más utilizado en la práctica.

REF. DESCRIPCION

- 1 DISCO RANURADO
- 2 DEPOSITO HERMETICO
- 3 ELEMENTO FILTRANTE
- 4 GRIFO DE PURGA
- 5 VALVULA DE CIERRE

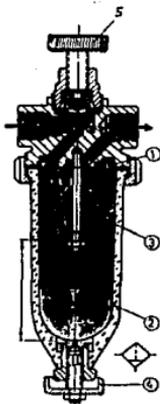


Fig. 2.3: Filtro de aire para sistemas de control

4.1.2.- Reguladores de presión

La función de un regulador de presión es conservar constante la presión de los elementos de trabajo y mando. A esta presión se le llama presión secundaria o de trabajo, y es siempre menor que la presión primaria o la presión del acumulador.

Normalmente los reguladores de presión mas utilizados son los de diafragma, con o sin orificio de desfogue los cuales se muestran en la figura 2.4a y 2.4b.

REF. DESCRIPCION

- 1 CUERPO
- 2 VASTAGO
- 3 MEMBRANA O DIAFRAGMA
- 4 ASIENTO DEL DIAFRAGMA
- 5 SELLO
- 6 VASTAGO DE LA VALVULA
- 7 MUELLE DE CIERRE
- 8 MUELLE DE AJUSTE

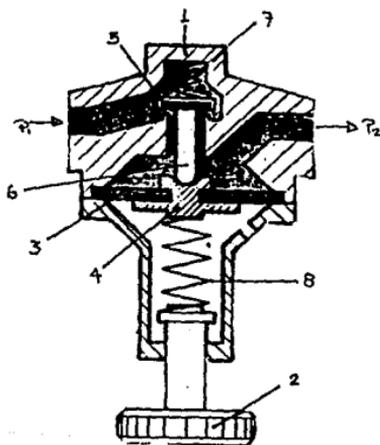


Fig. 2.4a: Regulador de diafragma sin orificio de desfogue

La presión primaria P_1 ejerce presión sobre la membrana (3) la cual es retenida por el otro lado por el muelle (8), al cual se le aumenta la fuerza actuante mediante el vástago de ajuste (2), la presión primaria P_1 vence al muelle y permite entonces que el vástago (6) cierre el sello (5), provocando

que la presión disminuya, lo cual obliga a que la válvula abra nuevamente y permita el paso de un nuevo pulso con la presión P_2 , de esta forma el diafragma esta siempre oscilando permitiendo conservar la presión P_2 casi constante, en un rango muy cerrado.

REF. DESCRIPCION

- 1 DIAFRAGMA
- 2 MUELLE DE AJUSTE
- 3 VASTAGO DE AJUSTE
- 4 ASIEN TO DE LA VALVULA
- 5 EMPAQUE DE LA VALVULA

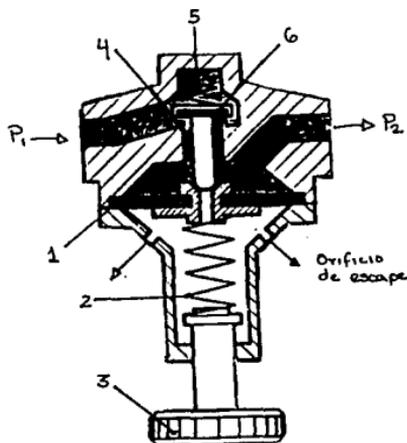


Fig. 2.4b Regulador de diafragma con orificio de desfogue

Los reguladores con orificio de escape, permiten desfogue el regulador, en caso de reducir inmediatamente la presión de servicio, estos reguladores cuentan con un sello adicional en el centro del diafragma y el vástago.

En ambos casos la presión P_2 de servicio es igual a la presión atmosférica mas la presión ejercida por el diafragma y esta es igual a la fuerza del muelle entre el área del diafragma.

4.1.3.- Lubricadores

La función que tienen estos componentes es la de prevenir el desgaste y el mal funcionamiento de los elementos de trabajo, en la figura 2.5 se ilustra este equipo

REF. DESCRIPCION

- A ENTRADA DE AIRE
- B SALIDA DE AIRE LUBRICADO
- C VENTURI
- D CAMARA DE GOTEO
- E ACEITE EN EL CARTER
- F SELLO
- G CANAL DE CIRCULACION
- H VALVULA
- K TORNILLO O ESPREA DE AJUSTE
- L TUBO DE SUCCION

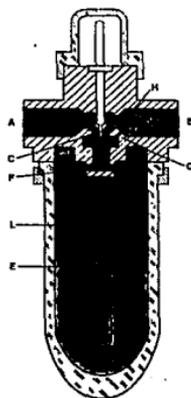
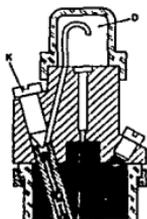


Fig. 2.5 Lubricador

El aire circula en el sentido A-B que se muestra en la figura, la válvula H hace pasar el aire a través de la boquilla C, hacia el vaso E y debido a la diferencia de presión en C, el aire ejerce una presión sobre el aceite al cual sube por el tubo L y cae en forma de gotas en la cámara D. Las gotas grandes caen nuevamente al depósito y una fina neblina de aceite circula por G hacia la salida B, la cantidad de gotas en función del tiempo se puede regular por medio de la cremallera K, la cantidad de aceite a nebulizar debe graduarse tomando como base la cantidad de elementos a surtir.

4.1.4.- Secadores de aire

Los secadores de aire pueden funcionar bajo principios químicos o bajo principios físicos.

Los secadores de aire que trabajan bajo principios químicos trabajan aprovechado el fenómeno de absorción, lo cual consiste en hacer pasar el aire por lechos de materiales higroscópicos, los cuales absorben las partículas de agua y aceite, hasta saturarse, cuando esto sucede es necesario reponer el material absorbente.

Otro tipo de secadores trabaja aprovechado el fenómeno de adsorción y consisten en tanques, los cuales tienen lechos de sustancias adsorbentes o secantes tales como la sílica gel o el dióxido de silicio, el aire se hace pasar a través de estos lechos. Cuando la sustancia secante se satura esta puede regenerarse por medio de aire seco caliente el cual arrastra toda la humedad de la sustancia.

El aire también se seca enfriándolo hasta el punto de rocío del agua, lo cual provoca que el agua que contenga que el aire se condense y pueda ser eliminada a través de una trampa.

5.- Redes de distribución de aire a presión

El aire comprimido debe ser conducido hasta los elementos de control por lo que se hace necesario el diseño de una red que lo distribuya de manera óptima durante el presente capítulo se darán algunos lineamientos para su correcta selección y cálculo haciéndola de esta forma una red segura y con las menores pérdidas de presión posibles.

Uno de los puntos más importantes para la optimización de un sistema de mando neumático es el correcto dimensionamiento de las redes de distribución.

La red de distribución de aire a presión debe cumplir con requerimientos de tipo federal y de ingeniería.

El diámetro de tubería empleado debe calcularse y de ninguna manera debe estar condicionado por tuberías existentes dentro de la planta ni por reglas empíricas de ninguna clase.

Los puntos principales a considerar dentro del cálculo de una red de aire a presión son los siguientes:

1.- Debe evitarse una caída de presión excesiva en la línea, lo cual implica una baja rentabilidad del sistema, es decir si se escoge un diámetro menor al necesario la caída de presión en la línea será mayor e implicará un compresor de mayor tamaño para compensarla. Por razones de rentabilidad la caída de presión, no debe exceder de 1 Bar entre la fuente y el punto de aplicación más lejano.

2.- Evitar que los condensados de la tubería lleguen hasta los elementos de trabajo y de mando del sistema.

5.1.- Parámetros para el diseño de una red de aire comprimido.

Para el diseño de una red de aire comprimido debemos considerar los siguientes puntos.

5.1.1.- Tipos de redes para aire comprimido

Una vez conocida la distribución de la planta se procede a diseñar la red de distribución que puede ser: Red abierta (Fig. 2.6), red en circuito cerrado (Fig. 2.7) y red en parrilla (Fig. 2.8).

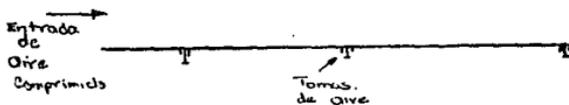


Fig. 2.6 Red abierta

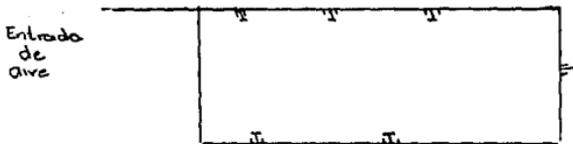


Fig. 2.7 Red cerrada

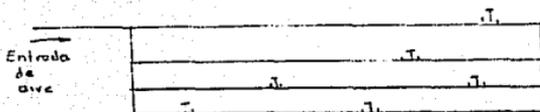


Fig. 2.8 Red en parrilla

Las redes cerradas y en parrilla, tienen mas aceptación ya que el aire puede circular en varias direcciones y se obtiene, por este efecto una alimentación mas regular, además el diámetro en la tubería principal puede ser menor que con la red abierta.

La red en parrilla tiene además la ventaja de que puede distribuir aire a presión en cualquier sitio y el suministro puede ser cortado en algunos ductos cuando sea necesario dar mantenimiento.

Sea cualquiera de las redes la tubería debe ser aérea con el fin de facilitar su inspección y evitar los riesgos mecánicos, además la tubería debe estar pintada de color verde bandera (por norma)

5.1.2.- Determinación de los diámetros de tubería

El diámetro de la tubería a emplearse está determinado por el caudal de aire y la longitud equivalente de la red a continuación se dan los pasos para su determinación.

a) Diámetro provisional de la red.

Para este fin podemos utilizar el nomograma de la figura 2.9, el cual esta basado en datos experimentales, utilizando una tubería galvanizada cédula 40, el nomograma considera una temperatura media de 24 C.

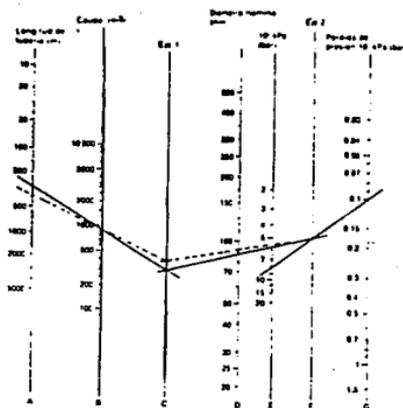


Fig. 2.9 Nomograma para la determinación de diámetros de tubería para aire.

Para el uso del nomograma anterior se requieren las siguientes variables:

- Caudal m³/hr
- Longitud al punto mas alejado del sistema en m
- Presión de servicio en bares
- Caída de presión máxima DP en bares

Para emplear el nomograma anterior se sigue el siguiente método:

- Se localiza la longitud en el eje A
- Se localiza el caudal en el eje B
- Se unen estos dos puntos por medio de una línea recta prolongandola hasta el eje C
- Se localiza la presión de servicio en el eje E
- Se localiza la caída de presión admisible en el eje G
- Se unen los dos puntos anteriores por medio de una línea recta prolongandola hasta el eje F.

- Se unen los puntos encontrados en los ejes C y F, cortando de esta manera al eje D.

El punto encontrado en el eje D nos indica el diámetro mínimo preliminar para una caída de presión determinada.

b)- Longitud equivalente de la red

Una vez determinado el diámetro preliminar de la tubería habrá que tomar en cuenta los estrangulamientos tales como:

- Válvulas
- Codos
- Conexiones
- Compuertas etc. etc.

El estrangulamiento originado por la resistencia al flujo de aire en estos elementos lo podemos considerar como función de la pérdida de carga en longitud de la tubería, de tal manera que utilizando el siguiente diagrama de la fig. 2.10, podemos considerar la longitud de compensación.

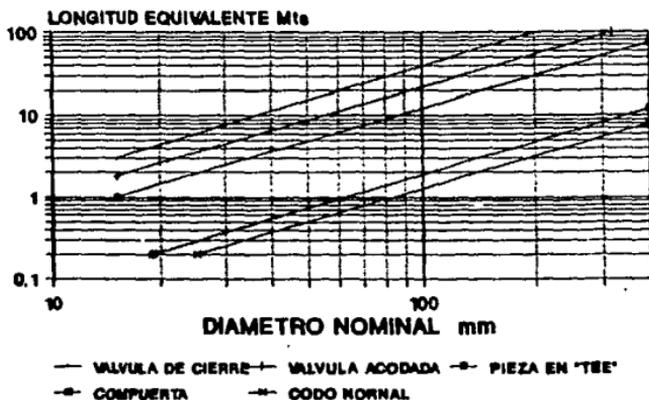


Fig. 2.10 Longitudes equivalentes de accesorios.

Para usar el diagrama de compensación se localiza el diámetro nominal y se sube con una línea vertical hasta cruzar la línea del elemento de estrangulamiento en cuestión y en el punto de cruce se traza una línea horizontal hasta el eje de longitud de compensación dándonos este punto el valor buscado.

c) Diámetro definitivo de la red

Una vez calculada la longitud total L_t la cual es la suma de la longitud de la tubería y la longitud total de compensación, se debe calcular nuevamente el diámetro definitivo de la tubería a emplear en la instalación por medio del nomograma de la figura 2.9.

6.- Consideraciones generales para una red de aire a presión

La red debe ser planeada de tal forma que se evite que el condensado de la tubería contamine los elementos de trabajo para este fin debemos considerar las siguientes reglas.

a) Dar una pendiente mínima a la red del 2%, en el sentido de la corriente, hasta los puntos de purga de la tubería.

b) Debido a que la tubería debe ser aérea para las bajadas a los servicios se recomienda efectuar la instalación que se muestra a continuación.

c) En cada bajante, así como en los puntos mas bajos de la tubería, es necesario instalar una válvula de purga, con el fin de drenar diariamente la tubería.

Con los temas abarcados en este capítulo podemos ya elegir el tipo de compresor que debemos emplear dependiendo del caudal y la presión que requiera nuestra instalación, también se dieron parámetros para la elección del lugar óptimo de ubicación de un sistema de compresión en la planta.

El aire a presión debe ser preparado antes de emplearse, por lo que debemos instalar unidades tratadoras de aire, las cuales están compuestas por filtros, reguladores de presión, lubricadores y secadores de aire, en este capítulo mostramos los principios de operación de estos elementos, y mencionamos los elementos para diseñar correctamente una red de aire comprimido, durante el siguiente capítulo estudiaremos los principales elementos requeridos para un control neumático.

CAPITULO 3

CAPITULO 3

ELEMENTOS DE TRABAJO NEUMATICO

Los principales elementos de control neumático son las válvulas, los cilindros y los sensores de proximidad durante el desarrollo de este capítulo mostraremos los diferentes tipos que existen de cada uno de ellos, cada tipo debe emplearse en casos diferentes según sean los requerimientos del problema empezaremos describiendo los tipos de válvulas y daremos un método para calcular el caudal que debe manejar para seleccionar su tamaño adecuadamente.

Otro elemento de trabajo, en neumática son los cilindros en este capítulo hablaremos de los diferentes tipos de cilindros existentes y daremos un método para calcular la fuerza ejercida y el consumo de aire requerido, además hablaremos del cálculo de pandeo del vástago

Finalmente hablaremos de los sensores, los cuales pueden ser de proximidad o paso.

1.-Válvulas Neumáticas

Las válvulas son elementos neumáticos que cumplen funciones de información y mando. Las válvulas regulan, ponen en marcha o paro a los elementos de trabajo, también cambian el sentido y la dirección del caudal, regulan la presión y la velocidad de los dispositivos neumáticos.

En neumática podemos dividir en cinco grupos los diferentes tipos de válvulas:

- Válvulas distribuidoras
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas reguladoras de caudal
- Válvulas de cierre

1.1.- Válvulas Distribuidoras

Este tipo de válvulas consta de varios orificios, también llamados vías, los cuales determinan el camino que debe seguir el aire a presión, para su representación se utilizan cuadros y la cantidad de estos representa las posiciones del distribuidor y su funcionamiento se ubica en el interior del cuadro y para indicar el sentido de la circulación se utilizan flechas, los mecanismos de cierre se representan por líneas transversales, las uniones de la canalizaciones por medio de puntos y las conexiones de llegadas o salidas por medio de trazos fuera del cuadro y está corresponden a la posición cero o de salida. los números o letras en los cuadros marcan la posición.

Las válvulas distribuidoras más comunes son: 2/2, 3/2, 3/3, 4/2, 4/3, 5/2, y 5/3 en la posición de normalmente cerrado o abierto, o bien las de tres posiciones en posición central o de bloqueo, estas válvulas se usan como elementos finales de control y su accionamiento puede ser neumático, manual, mecánico o eléctrico.

1.2.- Válvulas de bloqueo

Son válvulas de flujo unidireccional o bien selectoras de circuito, se utilizan para bloquear en un sentido la señal neumática, las más comunes son: Las antirretorno, las selectoras de circuito también llamadas válvulas "o" y las válvulas de escape rápido.

1.3.- Válvulas reguladoras de presión

Se utilizan para controlar la magnitud de la presión en los actuadores y de esta manera controlar su fuerza o su par.

Las válvulas reguladoras de diafragma se utilizan para mantener una presión constante en todo el sistema, las válvulas limitadoras de presión y las de secuencia para funciones especiales dentro de la automatización neumática principalmente funciones de control.

1.4.- Válvulas reguladoras de caudal

Se utilizan para controlar la velocidad de los actuadores y su accionamiento puede ser manual o mecánico constante o variable y consisten básicamente en estranguladores.

1.5.- Válvulas de cierre

Esté tipo de válvulas son de uso más general y pueden ser de paso, de compuerta o de globo y su función es interrumpir la circulación del flujo, pueden ser de cierre rápido o lento y su accionamiento generalmente es manual o eléctrico.

2.- Cilindros

Esté tipo de elementos son considerados transformadores de energía, que aprovechan la presión del aire para generar movimientos rectilíneos, de giro o de vaivén a continuación se describen brevemente los tipos de cilindros.

2.1.- Cilindros de simple efecto

Son aquellos que realizan trabajo en un solo sentido, el retorno a la posición de reposo es posible mediante un muelle de resorte y su carrera está limitada a 1 mt, aproximadamente. se utiliza en tareas tales como alimentación, expulsión, sujeción, remachado, etc.

Los cilindros de simple efecto de émbolo consisten en un cilindro dentro del cual se desliza un émbolo recubierto con un material sintético como el que se muestra en la fig. 3.1

Los cilindros de membrana, consisten en una membrana de caucho, plástico o metal, la cual se somete a una presión originando un movimiento, este tipo de cilindros no tiene vástago ni pistón, por lo tanto el rozamiento es nulo, la presión que ejercen la realizan por dilatación de las membranas, este elemento neumático se utiliza en trabajos de sujeción, ya que su carrera es limitada.

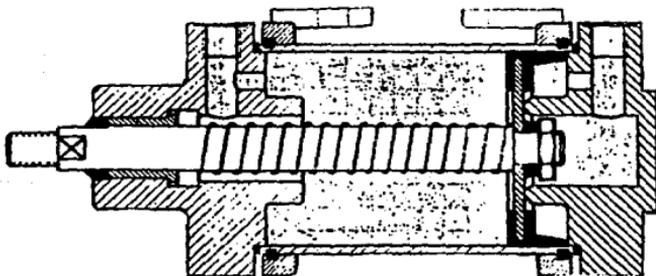


Fig. 3.1 Cilindro de simple efecto

2.2.- Cilindro de doble efecto

En este caso la fuerza ejercida por el aire comprimido actúa en el cilindro en ambas direcciones y se puede realizar trabajo en las dos direcciones, su carrera esta limitada a 2 mt., este cilindro se muestra en la fig. 3.2

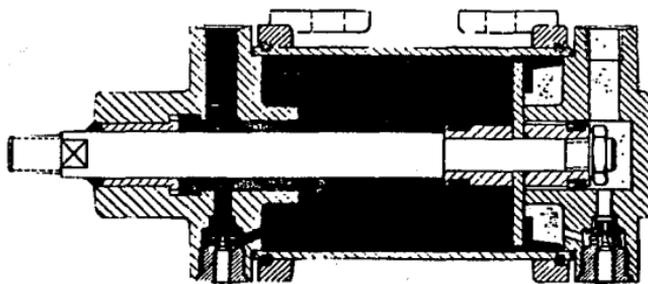


Fig. 3.2 Cilindro de doble efecto

Cuando las masas a trasladar por el cilindro son frágiles, se requieren cilindros con amortiguación interna, sobre todo si las velocidades son altas, el sistema de amortiguación está constituido por un émbolo que reduce considerablemente la sección de paso del escape del aire contenido en la cámara al llegar a los finales de la carrera, con esta reducción se reduce considerablemente la velocidad del émbolo evitando los impactos sobre las tapas del cilindro

2.3.- Cilindro de doble vástago

Cuando se requiere una trayectoria más precisa y se requiere ganar espacio para la colocación de levas de mando, se utilizan los cilindros de doble vástago como el de la fig. 3.3, estos cilindros se distinguen de los de un solo vástago y doble efecto en que la fuerza ejercida es la misma en ambas direcciones ya que tienen igual área en ambas caras del émbolo.

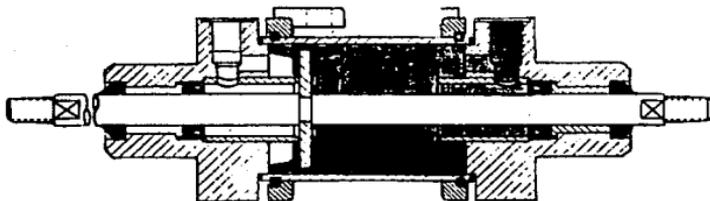


Fig. 3.3 Cilindro de doble vástago

2.4.- Cilindros Tandem

Se usan para desarrollar fuerzas grandes en espacios muy reducidos, donde un cilindro de diámetro mayor no podría instalarse. Este elemento neumático consiste en dos o más cilindros acoplados en serie con un vástago común, como el que se muestra en la fig. 3.4, a los cuales se les aplica presión simultáneamente, dando como efecto una fuerza mayor a la del cilindro del mismo diámetro e igual a la suma de las fuerzas generadas en cada émbolo. Tienen la desventaja de tener una carrera muy corta en relación a su longitud.

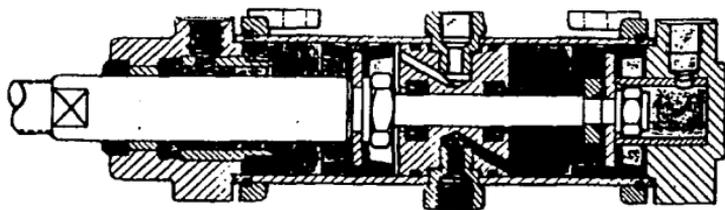


Fig. 3.4 Cilindro Tandem

2.5.- Cilindro Multiposicional

Este sistema consiste en unir dos o más cilindros acoplados en serie pero con vástagos independientes, como el de la fig. 3.5, lo que da como resultado diferentes posiciones según sean las señales de mando. su aplicación más común se presenta en el mando de palancas o selección de vías.



Fig. 3.5 Cilindro Multiposicional.

2.6.- Cilindros de impacto

Se utilizan en aquellos trabajos que requieren altos valores de energía cinética, tales como estampado, prensado, troquelado etc. Estos cilindros alcanzan velocidades entre 7.5 y 10 mts/seg comparados con los cilindros comunes que alcanzan velocidades de 1 a 5 mts/seg, son más rápidos, la carrera que tienen estos tipos de cilindros es muy corta, debido a su construcción, la cual consiste en una cámara que se antepone al cilindro con una gran área de paso, la cual al ser liberada, permite el paso de aire a la cámara de compresión del cilindro muy rápidamente, permitiendo al embolo una gran aceleración, este cilindro se ilustra en la figura 3.6.

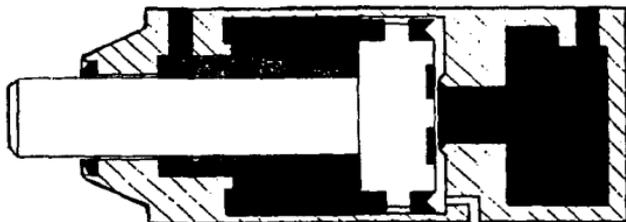


Fig. 3.6 Cilindro de impacto

2.7.- Cilindro con Cremallera

Estos cilindros cuentan con una cremallera en su vástago, la cual conduce al giro a un engrane. El giro que se obtiene corresponde a ángulos de 45, 90, 180, 290, y hasta 720 grados, este cilindro se ilustra en la fig. 3.7

El momento resultante es función de la presión, la superficie del émbolo y la relación de transmisión a la corona. Este tipo de cilindros es frecuentemente usado en dobladoras de lámina y tubo, sistemas de regulación para ventilas de aire acondicionado, mando de válvulas y en general para el giro de piezas.

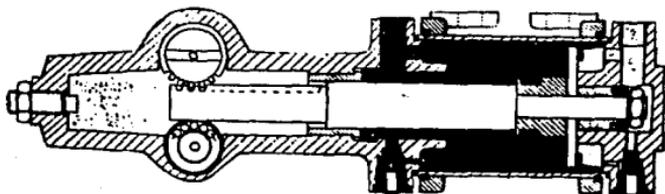


Fig. 3.7 Cilindro con cremallera

2.8.- Cilindros de émbolo giratorio

Al igual que los anteriores solo pueden realizar un movimiento angular, limitado a 300 grados, su uso es poco común debido a los problemas que surgen, producto de la hermeticidad, para giros continuos se utilizan los motores neumáticos, que generalmente son de paletas y su construcción es muy similar a la del compresor rotativo multicelular, en estos cilindros la entrada del aire a presión se hace en un espacio o volumen pequeño y avanza expandiendo su cámara hacia la salida. Este cilindro se muestra en la fig. 3.8. El uso de este tipo de cilindros es más general en la hidráulica.

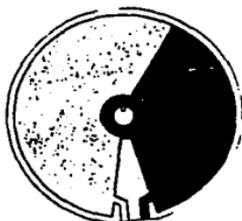


Fig. 3.8 Cilindro de émbolo giratorio

2.9.- Cilindros para usos especiales

En ocasiones se emplean cilindros de mayor resistencia mecánica, más ligeros, con resistencia a productos químicos o para su uso en la intemperie etc. A continuación se da un ejemplo de los más comunes:

Cilindros con vástago reforzado

Cilindros con juntas para temperatura

Cilindros con interior duro (cromado)

Cilindros con vástago anticorrosivo

Cilindros con cuerpo recubierto de materia plástica y vástago anticorrosivo

2.10.- Cálculo de presión y fuerza ejercida por un cilindro.

El primer dato para la elección del diámetro de un cilindro, es la fuerza que se precisa, en la relación con la presión de servicio.

La fuerza del embolo se emplea en un pequeño tanto por ciento en rozamiento y el resto en la carga.

El diagrama de la figura 3.9 esta en base a la siguiente fórmula, y puede utilizarse para simplificar los cálculos.

$$F = p \frac{\pi d^2}{4} - R$$

Donde:

F = Fuerza efectiva del vástago (N)

p = Presión de trabajo (bar)

d = Diámetro del embolo (cm)

R = Rozamientos (N)

Solo puede darse valores orientativos, debido a que la fuerza de fricción o rozamiento depende de muchos factores como la lubricación, la presión de trabajo la contra presión, la forma de la junta etc..

La contrapresión genera una fuerza que actúa en dirección contraria y anula en parte la fuerza útil del cilindro y se presenta particularmente cuando se estrangula el aire de escape.

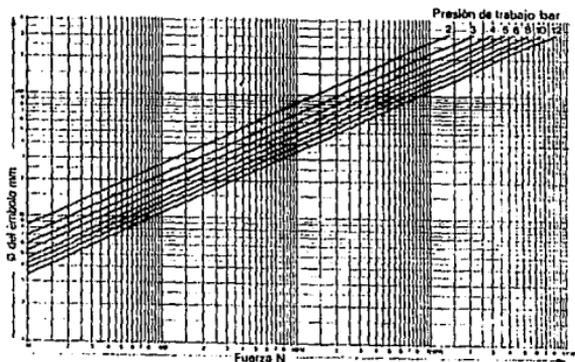


Fig. 3.9 Diagrama para cálculo de presión de la fuerza ejercida.

2.11.- Cálculo del pandeo del vástago

La carga admisible del vástago, para grandes carreras, debido al esfuerzo de pandeo, es inferior a la que resulta de la presión de trabajo y la superficie del émbolo dada.

La carga no debe sobrepasar en ese caso de determinados valores máximos, que dependen de la carrera y del diámetro del vástago.

El diagrama de la fig. 3.10, muestra esta relación según la siguiente fórmula:

$$F_k = \frac{\pi^2 E J}{l^2 S}$$

Donde:

F_k = Fuerza de pandeo admisible (N)

E = Modulo de elasticidad (N/mm)

J = Momento de inercia (cm)

l = Longitud de pandeo = 2 X carrera (cm)

S = Coeficiente de seguridad (elegido 5)

La fijación más desfavorable es la oscilante trasera; en las demás fijaciones la carga admisible es aproximadamente 50% superior.



Fig. 3.10 Diagrama para el cálculo de pandeo de un vástago.

2.12.- Cálculo del consumo de aire de un cilindro

El consumo de aire se determina por medio de la siguiente gráfica. El diagrama de la fig. 3.11 da el consumo según la fórmula:

$$Q = 2 (q p h)$$

Donde:

Q = volumen de aire por cm de carrera (l)

d = Diámetro del embolo o vástago (mm)

h = Carrera (aquí constante 10 mm)

p = Presión de trabajo (bar)

Los valores determinados de este modo solo representan valores orientativos, puesto que el número de ciclos es elevado, las cámaras no son completamente vaciadas, de manera que el consumo total de aire puede con ser considerablemente menor.

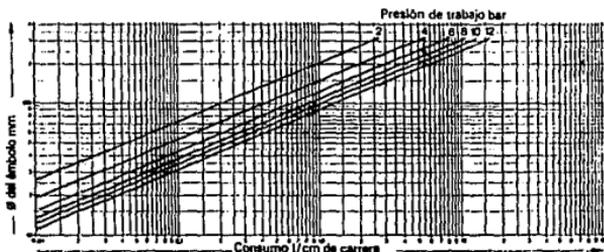


Fig. 3.11 Diagrama para cálculo de consumo de aire de un cilindro.

3.- Sensores

Existen dos tipos de captadores de información sin contacto, los de proximidad y los de paso, ambos implican una pérdida de aire, por lo que a pesar de su reducida sección de salida, requieren tener una alimentación a muy baja presión, con el objeto de evitar un consumo alto de aire comprimido. Estos dispositivos se utilizan en operaciones delicadas donde las piezas de producción son frágiles, o en operaciones de control y recuento, como ejemplo de su empleo tenemos el llenado de polvos o fluidos en recipientes, básculas de control, conteo de piezas, etc.

3.1.- Detector de proximidad

Esté elemento neumático tiene una tobera por la cual el aire escapa a la atmósfera, a una presión que varía entre 100 y 500 mbar; cuando una barrera u obstáculo se interpone una porción de aire retorna por un orificio dando una señal de mando que requiere amplificarse para operar la válvula o dispositivo correspondiente. estos detectores se construyen para detectar distancias que fluctúan entre 3, 4.5, 5.5, 6.5, y 15 mm y son capaces de registrar diferencias desde 1 mm hasta .1 mm dependiendo el tipo de detector, lo cual permite no solo sensar presencia o no, sino también se pueden controlar tolerancias estrechas en piezas de producción.

3.2.- Detector de paso

Este dispositivo se compone de un emisor y un receptor, se alimenta con aire a baja presión (150 mbar) aunque las toberas emisoras pueden funcionar hasta 4,000 mbar las receptoras a 500 mbar, ambas requieren amplificación y control de presión para poder ser operados.

Al alinearse axialmente el receptor y el emisor, se forma una barrera de aire y el receptor envía una señal constante al amplificador correspondiente, esté a su vez manda una válvula, que generalmente es una 3/2 o 4/2. la señal interrumpida cuando algo se interpone en está barrera, desapareciendo la señal de mando.

Existe una variante de los detectores sin contacto, que es el obturador de fuga, en este tipo de detector hay un contacto relativo con la pieza y se utiliza para substituir los finales de carrera, la presión de alimentación es hasta de 3 bar y envía señales de ejecución en distancias de 0.02 a 1 mm de la tobera, se pueden usar presiones de 0.1 a 7 bar, siendo 3 bar el límite económico en presiones de menores a 1 bar en su alimentación la señal debe ser amplificada.

3.3.- Características de los sensores neumáticos.

Seguridad de funcionamiento, en ambiente de gran suciedad (autolimpieza, por el flujo constante de aire).

Insensible a elevadas temperaturas de trabajo (fundiciones, temple y instalaciones de soldaduras).

Empleo adecuado en ambientes explosivos (Ind. químicas, pirotécnicos, barnices y pinturas).

Insensible contra influencias magnéticas y acústicas.

Seguros también a plena obscuridad y en la detección de objetos transparentes a la luz (vidrio, tejidos)

Exento de cuidados por carencia de piezas móviles.

Los elementos de trabajo en neumática son variados

Cada válvula tiene un uso específico la decisión entre cual usar depende de la función que realizara dentro del circuito neumático, lo mismo ocurre con los otros elementos de trabajo.

En el mercado existen infinidad de estos elementos la elegir entre un tamaño y otro depende de la función que realizará el elemento.

Para determinar el consumo de aire de los cilindros dimos ciertos parámetros que pueden ayudar a diseñar un sistema óptimo.

CAPITULO 4

CAPITULO 4

EL CONTROL NEUMATICO

La neumática puede manejar todos los tipos de mando existentes tales como: Memorizados y programados, durante el presente capítulo se hablara de estas formas de control, también daremos las principales técnicas de mando y para ilustrarlas se diseño un sistema de control neumático completo de un secador rotatorio de cemento.

1.- Mandos memorizados

Los mandos memorizados corresponden a aquellos en que aún retirado el parámetro de referencia, se mantiene el valor de la salida hasta recibir una orden de sentido inverso. En general las válvulas distribuidoras prestables, accionan bajo éste principio por está razón se les denomina como válvulas memoria.

2.- Mandos programados

En neumática es común realizar mandos programados cuya acción iterativa puede estar en función del tiempo, desplazamiento o de una secuencia.

2.1.- Mandos programados en función del tiempo

Son aquellos mandos que se desarrollan cronológicamente y son emitidos por un transmisor memorizado que puede ser:

Quando se realizan en función de tiempo, su operación puede ser por:

- Arbol de levas
- Disco de levas
- Programa de rejilla rotativa
- Tarjeta perforada
- Circuito temporizado

En todos los casos anteriores a excepción del circuito temporizado, se requiere para el movimiento del transmisor, el cual casi siempre es un motor sincrónico.

Las válvulas que generalmente se emplean son 3/2 y 4/2 respectivamente accionadas por seguidores y retorno por muelle. El mecanismo de leva empleado se integra por dos semicírculos que se pueden defasar, por esta razón el recorrido se ajusta entre 100 y 360 grados, sin escalonamiento, otros mandos similares se realizan por rejilla accionados por motores eléctricos, lográndose programas de duración considerable.

La duración de los programas puede ir de unos cuantos segundos hasta 24 horas, en ambas variantes de programadores se pueden usar mandos directos o indirectos.

2.2.- Mandos programados en función del desplazamiento.

Este tipo de mandos corresponde a aquellos en que las señales de entrada están en función de la posición de los cilindros los cuales activan finales de carrera en puntos convenientes de su recorrido, estos finales de carrera utilizados como captadores de información pueden ser substituidos por detectores de proximidad sin contacto o barreras de aire.

2.3.- Mandos en función de una secuencia

Son aquellos mandos que están en función de la secuencia de desplazamientos alternados de los cilindros. Dichos desplazamientos se pueden repetir dos o más veces en un ciclo para cualquier cilindro.

3.- Técnicas de control neumático

A continuación se presentaran las diferentes técnicas de mando neumático. iniciando por los circuitos básicos hasta el arreglo de un sistema completo para un secador rotatorio de cemento empleado como ejemplo.

Para el mando de los elementos de trabajo (cilindros) se emplean válvulas distribuidoras, los esquemas resultantes de la automatización de un proceso, contendrán circuitos básicos los cuales se ilustran a continuación

3.1- Control de un cilindro de simple efecto.

Para el control de cilindros de simple efecto generalmente se utiliza una válvula distribuidora tipo 3/2, como se muestra en la figura 4.1.

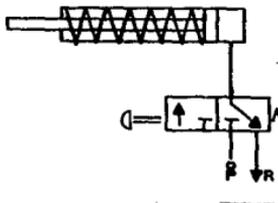


Fig. 4.1

Cuando se acciona la válvula 1.1 el cilindro admite aire dentro de su cámara, provocando que el vástago del mismo salga. cuando la válvula cierra el aire puede escapar de la cámara y el vástago regresa a su posición original ayudándose por medio de un resorte.

3.2.- Control de un cilindro de doble efecto.

Para efectuar el mando de un cilindro de simple efecto tenemos dos opciones que describimos a continuación.

Caso A

En esta forma de control se utiliza una válvula 4/2 la cual cuando se encuentra en posición original (como está representada), se permite la entrada de aire a la cámara del cilindro de tal forma que el vástago del cilindro este dentro, una acción simultanea a esta es que el aire de la cámara opuesta puede salir libremente, cuando se acciona la válvula el aire puede entrar a la otra cámara del cilindro por lo cual el vástago del mismo sale permitiendose además la salida del aire de la cámara opuesta. Este método de control se ilustra en la fig. 4.2a

Caso B

El principio de funcionamiento es el mismo que en el caso anterior, la diferencia radica en que la válvula que se emplea es una 5/2, la cual cuenta con dos salidas diferentes para el escape de aire (R,S), esta condición puede ser empleada para condicionar a otras válvulas a la posición de este cilindro, este método de control se ilustra en la figura 4.2b

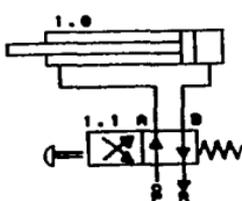


Fig. 4.2a

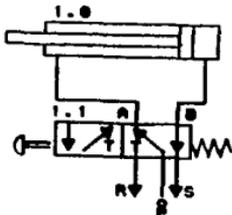


Fig. 4.2b

Ambos casos pueden ser usados en el control de válvulas de flujo del proceso que requieran estar totalmente abiertas o cerradas.

3.3.- Control Indirecto de un cilindro de simple efecto.

El mando se realiza por medio de la válvula 1.2 denominada de mando indirecto por medio de la cual la válvula 1.1 realiza su accionamiento, el principio de operación para este método de control es el mismo que en el caso 3.1, y se ilustra en la figura 4.3.

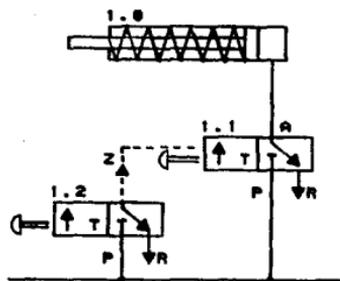


Fig. 4.3

Este tipo de mando se usa también para condicionar el mando de cilindros a la posición de otros, es decir para condicionar variables.

3.4- Control indirecto de un cilindro de doble efecto.

La señal de ida y vuelta es posible, con las válvulas 1.2 y 1.3 respectivamente, las cuales convergen en la válvula 1.1 denominada memoria de impulsos el principio de mando es el mismo que el del punto 3.2 y se ilustra en la fig. 4.4

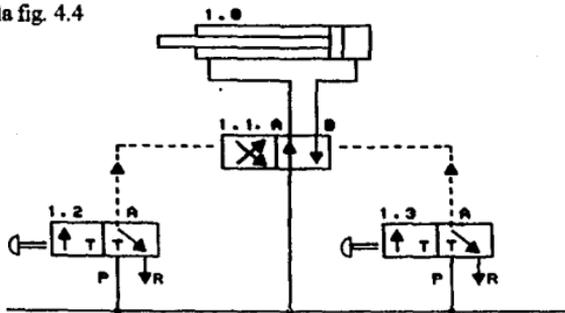


Fig. 4.4

3.5- Control con selector de circuitos.

El uso del selector de circuitos permite mandar al elemento de trabajo desde dos puntos diferentes, es decir seleccionar de donde vendrá la señal que accionara al elemento de trabajo, el selector puede ser operado en forma manual o automática, este sistema es empleado para situaciones de arranque o paro o bien para poder operar el proceso en forma manual o automática. Este método de control se ilustra en la figura 4.5

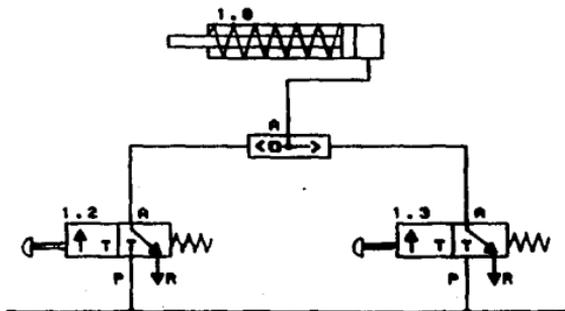


Fig. 4.5

3.6- Control de la velocidad en cilindros de simple efecto.

La velocidad de operación de un cilindro de simple efecto puede lograrse instalando entre la válvula de control y el cilindro una válvula reguladora de presión de aire, de esta forma podemos hacer que el vástago del cilindro entre o salga a velocidad variable.

El método de control de velocidad se ilustra en las figuras 4.6a y 4.6b, la figura 6a muestra la regulación de velocidad para la salida del vástago y la 6b la velocidad de entrada del vástago.

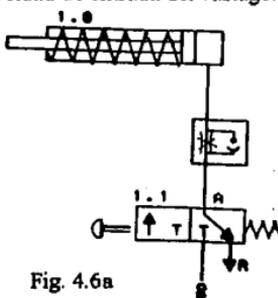


Fig. 4.6a

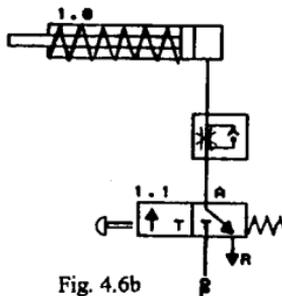


Fig. 4.6b

3.7- Control de velocidad de cilindros de doble efecto.

La velocidad de translación del embolo en cilindros de doble efecto, puede ser gobernada tanto de ida como de vuelta. Regulando la velocidad de salida del aire de las cámaras del cilindro, por medio de válvulas estranguladoras de caudal conectadas en los escapes de aire de la válvula de mando. Este método de control se ilustra en la figura 4.7.

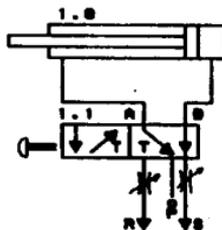


Fig. 4.7

3.8- Aumento de la velocidad de cilindros.

Los cilindros de simple efecto pueden aumentar su velocidad al retorno, con el uso de módulos de escape rápido que impiden que el aire tenga que viajar a través de todos los distribuidores de escape, para lo cual se hace necesario la instalación de válvulas selectoras de circuito, como se muestra en la figura 4.8a

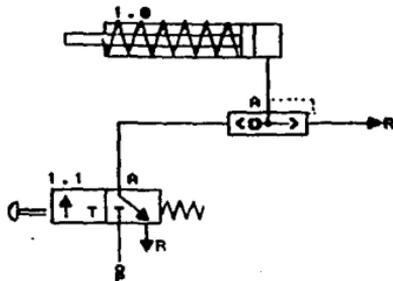


Fig. 4.8a

Los de doble efecto pueden aumentar su velocidad tanto a la ida como a la vuelta, también con el uso de un modulo de escape rápido, un caso de estos se muestra en la figura 4.8b.

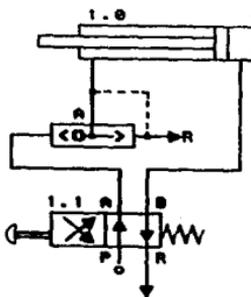


Fig. 4.8b

3.9- Mando por simultaneidad

Existen dos soluciones para este tipo de problema, las cuales se describen a continuación.

Caso A

En este caso utilizaremos un modulo tipo "I", el cual para que pueda permitir el paso de aire debe recibir señal por dos lados, es decir solo dejara pasar el aire cuando reciba dos señales de aire simultaneas, este caso se ilustra en la figura 4.9a.

Caso B

En este caso se conectan las válvulas en serie de tal forma que el aire no pasara al cilindro si una de ellas está cerrada, la ventaja que tiene este método sobre el caso anterior es que se puede condicionar la señal a "N" válvulas de control este método se ilustra en la figura 4.9b.

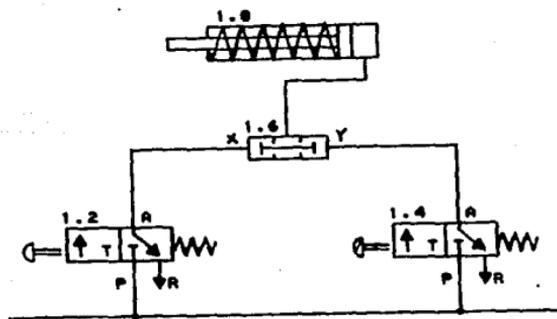


Fig. 4.9a

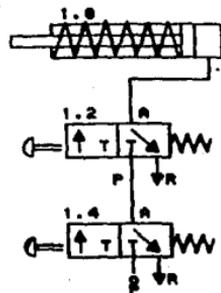


Fig. 4.9b

3.10.- Posicionamiento Intermedio de un cilindro de doble efecto.

Esté efecto puede lograrse por medio de una válvula 4/3, con posición central de bloqueo y centrada por muelles.

En la figura 4.10 la válvula 1.1 es una válvula del tipo anterior, la cuales accionada por la señales dadas por las válvulas 1.2 y 1.3 por medio de las cuales puede posicionarse el cilindro.

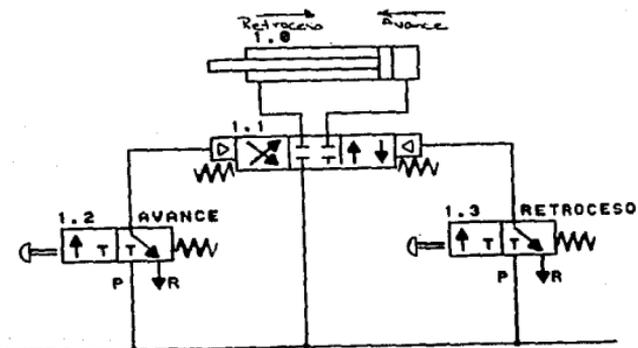


Fig. 4.10

4.- Tratamiento de un problema de control neumático

Para dar un tratamiento adecuado a un problema de automatización debemos definir claramente los puntos de interés, así como los factores relevantes como son:

a) Datos del problema (condiciones marginales)

- Sistema lo mas simple posible
- Seguridad del personal
- Factibilidad del circuito

b) Condiciones preliminares

- Tipo de arranque
- Seguridad del sistema
- Regulación del sistema
- Influencia ambiental
- Forma de alimentación

c) Condiciones de Seguridad

- El circuito debe poder interrumpirse en cualquier etapa y a su vez eliminar este tipo de accionamiento.

d) Energía de trabajo

- Se requiere efectuar una selección, tomando como base las necesidades del lugar.

e) Situación de los elementos de trabajo

- Se recomienda trazar de manera esquemática la ubicación relativa de los elementos en la máquina para comprender mejor el trabajo que realizaran.

f) Determinación del desarrollo secuencial de las fases

- Se precisa una definición clara del ciclo, sin modificaciones durante su estudio, facilitando así el proyecto.

5.- Ejemplo de automatización neumática.

Para ilustrar la instrumentación neumática daremos el esquema de automatización de un secador de cemento como el que se muestra en el diagrama 11.

El secador rotatorio contará con los siguientes cilindros neumáticos:

Cilindro 1.- Se empleará para la apertura y cierre de la compuerta del almacén.

Cilindro 2.- Golpea la tolva de alimentación.

Cilindro 3.- Genera el movimiento de la válvula dosificadora.

Cilindros 6, 7, 8.- Abren o cierran las compuertas del secador.

Cilindro 4.- Genera el movimiento del túnel de secado.

Motor neumático 10.- Funciona como extractor de aire del túnel.

Detector 9' .- Equipo de seguridad contra sobrecalentamiento.

Detectores 5, 5', 5".- Gobiernan el volumen de material

Cilindro 10, 10', 10".- Golpean el túnel, para evitar que el material se pegue.

Secuencia del proceso.

Al conectar el paso de la presión; los cilindros 4, 5 y 6 cierran las compuertas de salida de material, a su vez se abrirá la compuerta de la tolva del almacén por medio del cilindro 1, el cilindro 2 empezará a golpear la tolva de alimentación provocando que el material entre al secador, los cilindros 3 y 7 tendrán un movimiento alternativo, haciendo que gire el túnel de secado, el motor neumático 8 empezará a funcionar y empezará a fluir aire por el detector de seguridad contra sobrecalentamiento 8', los cilindros 4, 5 y 6 abrirán cuando los detectores 9, 9', 9" detecten sustancia. Será posible también encender los quemadores pues se permitirá el paso del gas.

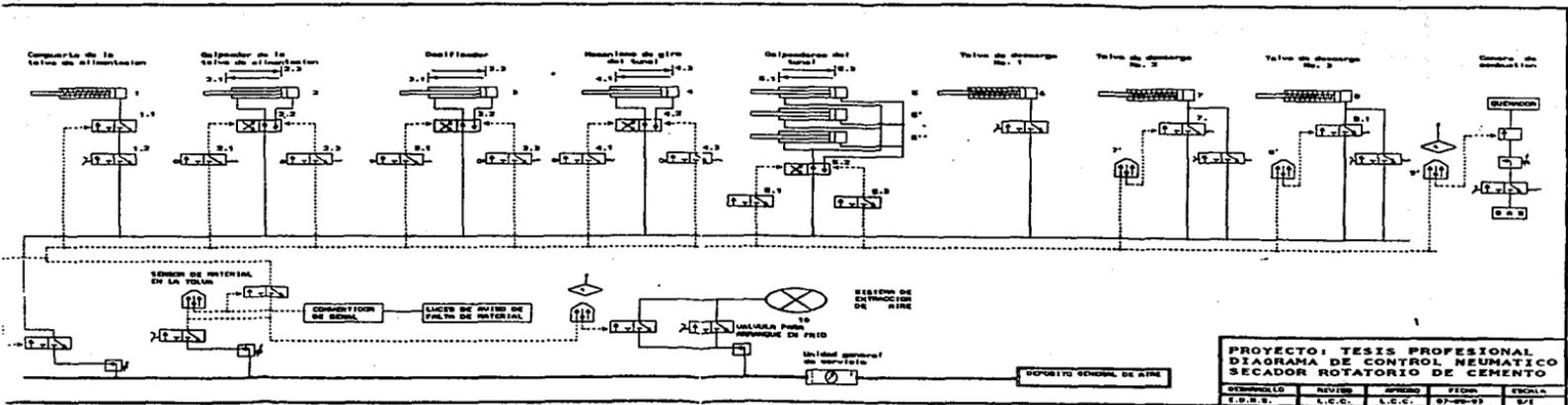
Se pretende mostrar un diagrama en el cual:

- Todo el proceso será automático
- La velocidad de la válvula dosificadora podrá regularse
- La flama del quemador será regulable
- La velocidad del motor neumático será regulable
- La velocidad de los golpeadores del túnel será regulable.
- Si no hay material en la tolva no arrancará el circuito.
- En caso de subir la temperatura en el túnel el elemento bimetálico tapará el detector 8' lo cual apagará la flama del quemador, en este instante el

equipo regresara a su posición de arranque permitiendo que únicamente el motor neumático trabaje para bajar la temperatura del túnel de secado, para avisar esta emergencia encenderá una luz y tocara una señal acústica.

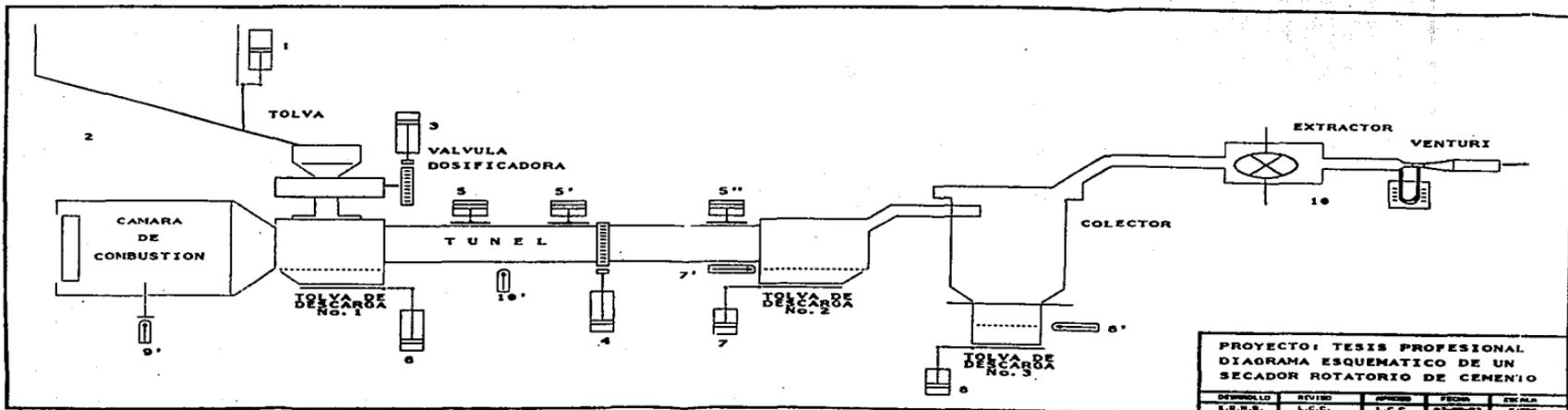
- La regulación de velocidad de los cilindros 7 y 2 sera diferente a la del cilindro 3.

El circuito Neumático de control del secador rotatorio se muestra en la figura 12.



PROYECTO: TESIS PROFESIONAL
DIAGRAMA DE CONTROL NEUMATICO
SECADOR ROTATORIO DE CEMENTO

DISEÑADOR	REVISOR	APROBADO	FECHA	ESCALA
E.P.M.S.	L.C.C.	L.C.C.	07-00-93	1/1



PROYECTO: TESIS PROFESIONAL
DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN
SECADOR ROTATORIO DE CEMENTO

DESARROLLO	REVISO	APROBADO	FECHA	ESTADIA
S.R.S.	L.C.C.	L.C.C.	07-06-93	5/ENC

CAPITULO 5

CAPITULO 5

EL MANDO NEUMATICO EN COMPARACION A OTROS MEDIOS DE CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES

El principal factor que determina el uso de la neumática como medio de automatización es la compresibilidad del aire, la cual nos brinda ventajas y desventajas dependiendo del tipo de aplicación, a continuación damos una comparación entre el método de control neumático y los hidráulicos y los eléctricos.

1.- Factores de comparación

1.1.- Producción de la energía

Neumática: Por medio de compresores portátiles o estacionarios, impulsados por motores de combustión interna o eléctricos, en teoría el aire es un fluido motriz inagotable.

Hidráulica: Por medio de unidades motobomba estacionarios o móviles, se impulsan con motores eléctricos y en raras ocasiones con motores de combustión interna ó manuales.

Eléctrica: Su producción se hace a nivel nacional, en centrales hidroeléctricas, termoeeléctricas o nucleoeeléctricas

1.2.- Almacenamiento de energía

Neumática: Se puede almacenar aire comprimido en recipientes a presión adecuados en la cantidad que se desee

Hidráulica: El almacenamiento es solo posible con gases inertes, los líquidos son prácticamente incompresibles.

Eléctrica: La acumulación de energía se realiza por medio de bancos de baterías, los cuales son de costos elevados y no es practicable a grandes niveles.

1.3.- Transporte de energía

Neumática: Fácilmente transportable en líneas de hasta 1000 mts, con distancias mayores no es recomendable, debido a la caída de presión de la línea.

Hidráulica: Transportable hasta líneas de hasta 100 mts, con distancias mayores no es recomendable, debido a la caída de presión de la línea.

Eléctrica: Fácilmente transportable en distancias casi ilimitadas en comparación a otras formas.

1.4.- Fugas

Neumática: Aparte de la pérdida de eficiencia que provocan las fugas, no existen molestias, el aire se incorpora a la atmósfera.

Hidráulica: Aparte de la pérdida de eficiencia que provocan las fugas, se origina contaminación, suciedad, se pueden presentar accidentes, además debe reponerse el fluido perdido.

Eléctrica: Sin conexión a alguna carga no hay pérdidas de energía, sin embargo su manejo es peligroso en alta tensión y puede provocar incendios

1.5.- Costo de la energía

Neumática: El costo es mas elevado comparado con las otras dos, por lo que no se admiten desperdicios, sin embargo los elementos en cuestión se amortizan rápidamente.

Hidráulica: Su costo es menos elevado, sin embargo los elementos no se amortizan tan rápidamente.

Eléctrica: Costo de la energía minimo ademas de una rápida amortización.

1.6.- Influencias ambientales

Neumática: Insensible a los cambios de temperatura, no hay peligro de incendio o explosión, con gran cantidad de humedad, altas velocidades y bajas temperaturas existe la posibilidad de congelación de los conductos.

Hidráulica: Muy sensible a los cambios de temperatura, debido a su aumento de viscosidad cuando hay fugas existe peligro de incendio.

Eléctrica: Insensible a los cambios de temperatura, en zonas peligrosas o ambiente explosivos son necesarios dispositivos de protección contra explosión o incendio.

1.7.- Movimiento lineal

Neumática: Fácil de obtener con cilindros de hasta aproximadamente 2000 mm de carrera buena aceleración y control de la velocidad entre 10 mm/s a 1.500 mm/s.

Hidráulica: Fácil de obtener con cilindros, muy buena regulación con velocidades reducidas.

Eléctrica: Solo para recorridos cortos el control de la velocidad es complicado.

1.8.- Movimiento giratorio

Neumática: Con cilindros cremalleras y piñones es fácil de obtener giros de hasta 720 grados

Hidráulica: Con cilindros cremalleras y piñones es fácil de obtener giros de hasta 720 grados.

Eléctrica: Obtención de elementos giratorios transduciendo a elementos mecánicos complicados.

1.9.- Movimiento Rotativo

Neumática: Motores neumáticos de variados tipos de construcción, elevados regimenes de velocidad, hasta 500,000 rpm, sencilla inversión del giro.

Hidráulica: Motores hidráulicos de variados tipos, muy buena regulación de la velocidad poro velocidades mas lentas que en neumática.

Eléctrica: Rendimiento óptimo con elementos rotativos régimen limitado a 50,000 rpm en motores universales y 3,600 rpm en motores jaula de ardilla.

1.10.- Fuerza lineal

Neumática: Reducida potencia, debido a la baja presión, sobrecargable hasta el punto de paro en cuya posición no consume energía esfuerzos económicos de 9.81 Nw a 30,000 Nw

Hidráulica: Gran desarrollo de potencia sobrecargable hasta el limite de seguridad para fuerzas estáticas, consumo máximo y continuo de energía.

Eléctrica: Poca eficiencia debido a los elementos mecánicos, no sobrecargable, gran consumo de energía con marcha en vacío.

1.11.- Fuerza rotativa

Neumática: Momento de giro máximo en la posición de paro, sin consumo de aire, sobre cargable hasta el paro, sin sufrir daños, potencia reducida.

Hidráulica: Momento de giro máximo en la posición de paro máximo consumo de energía sobrecargable, gran desarrollo de potencia.

Eléctrica: Bajo momento de giro en la posición de paro, no sobrecargable pequeño desarrollo de potencia.

1.12.- Regulabilidad

Neumática: Fuerza según presión y dimensiones del embolo controlable con válvulas reductoras de presión, velocidad controlable con válvulas reguladoras de caudal y estranguladores, velocidad constante difícil.

Hidráulica: Fuerza controlable según presión y dimensiones, velocidad poco dependiente de la carga y muy constante en trabajos lentos.

Eléctrica: Posibilidades de regulación muy costosas.

1.13.- Manejo

Neumática: Con pocos conocimientos se pueden obtener buenos resultados, muy segura, el montaje es muy simple, puede servir como instrumento de enseñanza.

Hidráulica: Más difícil que la neumática, se requieren líneas de retorno, se requiere gran seguridad cuando se trata con presiones altas, problemas de la densidad y la viscosidad

Eléctrica: Solo con conocimientos profesionales, peligro de corto circuito una conexión equivocada puede destruir elementos del sistema y del mando.

1.14.- Ruido

Neumática: Ruidos de escape desagradables, los compresores son ruidosos, pero se pueden adaptar silenciadores

Hidráulica: Prácticamente silenciosa, en ocasiones se escucha el golpe de ariete con altas presiones.

Eléctrica: Los contactores y motores producen ruidos moderados.

Como se puede observar los sistemas neumáticos tienen ventajas y desventajas con respecto a otros sistemas, por lo que, al diseñar el sistema debemos poner especial cuidado en la selección de la forma de control a instalar.

En la actualidad no hay un sistema que cumpla con las características de los tres sistemas, por lo que los sistemas de control actuales generalmente usan las tres formas de control en forma combinada.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Existen varias formas de controlar un proceso, dentro de ellas la menos costosa es por medio de aire comprimido, como vimos este puede ser obtenido por medio de compresores, los cuales son de diferentes tipos y capacidades, en este trabajo se dieron algunos parámetros técnicos que nos ayudaran a elegir el compresor que más se ajuste a nuestras necesidades.

En el mercado podemos encontrar, muchos elementos de trabajo y mando neumático, durante este trabajo presentamos cuales son estos , la decisión de cual debemos usar esta en función directa del trabajo que deseamos efectuar.

El control neumático para un proceso, puede efectuarse de muchas maneras, sin embargo la más adecuada deberá ser la que use el menor número de elementos de trabajo durante la misma, en esta tesis se dan los parámetros generales para diseñar un sistema de control neumático, para tal efecto y a manera de ejemplo dimos una automatización de un secador rotatorio de cemento.

Para finalizar este trabajo comparamos el control neumático con el hidráulico y el eléctrico, como resultado de esta comparación y además basandonos en reglas empíricas, podemos decir que una de las mejores formas de control es la neumática.

ANEXO 1

ANEXO 1

NOMENCLATURA NEUMÁTICA

Para poder llevar a cabo una automatización en cualquier rama se hace necesario estandarizar el lenguaje que nos ayude y nos facilite establecer las condiciones del problema, así como representar todos los elementos de trabajo y los movimientos en una forma clara y sencilla en planos, a continuación damos una lista de los principales símbolos empleados y como deben nombrarse.

1.- Plano de Situaciones

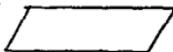
La representación gráfica de una situación nos ayuda a prever y resolver problemas que pudieran presentarse en una automatización, tales como interferencia de los elementos móviles o problemas de espacio, para una simplificación del problema, el plano de situaciones debe ser claro y limitarse a lo esencial. usualmente los elementos de accionamiento se representan esquemáticamente para la situación real.

2.- Carta de Flujo de la Operacion

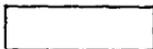
En operaciones de producción complicadas es de gran utilidad desglosar los pasos necesarios para efectuar el ciclo de un mecanismo automático, por ello se ha adoptado el uso de diagramas o cartas de flujo,

generalmente se usa la norma DIN 44300 y DIN 66001, en resumen los símbolos usados en el desarrollo del programa son:

Entrada o Salida



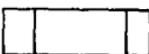
Operación General



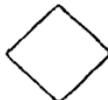
Operación Manual



Sub-Programa



Bloque de Decisión



Posición de Transición



Principio, Final o Parada Intermedia



3.- Nomenclatura empleada

En los esquemas neumáticos lógicos y de funcionamiento, los elementos de trabajo deberán ser identificados para uniformidad del lenguaje según normas DIN 3223 y 24300 como sigue:

Los elementos de trabajo se enumeran como: 1., 2., 3.,.....N

Los elementos de mando se enumeran como: 1.1, 2.1, 3.1,... N.1

Los captadores de información se enumeran como: 1.3, 2.3,..N.3

Para las salidas o accionamientos de elementos correspondientes se utiliza: 1.2, 2.2, 3.2,.....N.2

Para el retorno de los elementos de trabajo, la numeración sigue el sentido contrario al flujo de la energía y el número entero es el índice del eslabón correspondiente al mando que pertenece.

4.- Símbolos empleados

A continuación damos la representación de elementos Neumáticos según norma DIN 24,300 y la simbología de algunos elementos no normalizados.

4.1.- Producción de energía:

Compresor



Bomba de Vacío



Motor neumático de caudal constante de un solo sentido



Motor neumático de caudal constante de giro en los dos sentidos



Motor neumático de caudal variable de un solo sentido



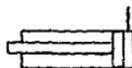
Motor neumático de caudal variable, giro en los dos sentidos



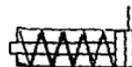
Motor neumático de giro limitado



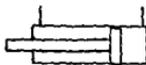
Cilindro de simple efecto, retorno por fuerza externa



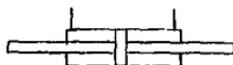
Cilindro de simple efecto, retorno por muelle interno



Cilindro de doble efecto, con vástago simple



**Cilindro de doble efecto,
con vástago doble**



**Cilindro diferencial de
doble efecto, con vástago simple**



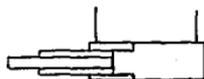
**Cilindro de doble efecto, con
amortiguación regulable en
los dos finales de carrera**



**Cilindro telescópico de
simple efecto, retorno por
fuerza externa**



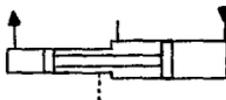
**Cilindro Telescópico
de doble efecto**



**Amplificador, multiplicador
de presión, neumático**



**Amplificador, multiplicador
de presión, oleo-neumático**



Convertidor de presión
neumático-hidráulico



4.2.- Mando y regulación

4.2.1.- Válvulas de vías

Las válvulas siguen una para su nomenclatura, el primer dígito significa la suma de entradas y salidas de la válvula, el segundo dígito da el número de posiciones en que puede estar la válvula. estos dos dígitos se separan por una línea diagonal.

Las letras **A, B, C**, se utilizan para designar las salidas de la válvula hacia los elementos de trabajo, las letras **R, S, T**, son usadas para nombrar las salidas de las válvulas hacia los escapes a la atmósfera o a líneas de retorno, finalmente la letra **P** indica la alimentación de la válvula

2/2 pos. reposo cerrada



2/2 pos. reposo abierta



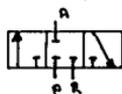
3/2 pos. reposo cerrada



3/2 pos. reposo abierta



3/3 pos. reposo bloqueo



4/3 pos. central bloqueo



4/3 pos. central desbloqueo



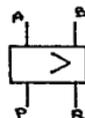
5/3 pos. central bloqueo



Válvulas de varias posiciones intermedias y dos posiciones extremas



Distribuidor, representación simplificada, por ejemplo con cuatro rácores



4.2.2.- Válvulas de bloqueo

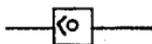
Antirretorno sin muelle



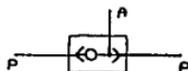
Antirretorno con muelle



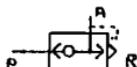
Antirretorno pilotado por aire



Selector de circuito



Escape rápido

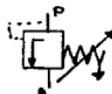


4.2.3.- Válvulas de presión

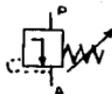
Válvula limitadora de presión



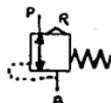
Válvula de secuencia



Regulador de presión, sin escape



Regulador de presión, con escape

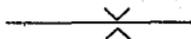


Válvulas de regulación

Estrangulación de caudal, constante



**Estrangulación de caudal, constante
con diafragma**



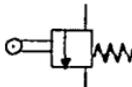
**Estrangulación de caudal,
regulable**



**Estrangulación de caudal,
regulable por mando manual
y retorno con muelle**



**Estrangulación de caudal,
regulable por mando mecánico
y retorno por muelle**



4.2.5.- Válvulas de bloqueo

Válvula de cierre

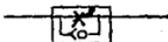


2.2.5.- Válvula de caudal y bloqueo

**Antirretorno, con estrangulación
regulable, regulador unidireccional**

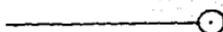


Diafragma de caudal variable y antiretorno en paralelo



4.3.- Transmisión de la energía

Fuente de presión



Canalización, línea de trabajo



Canalización, línea de pilotaje



Línea de escape



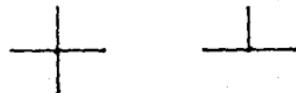
Línea flexible



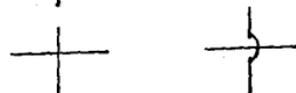
Línea eléctrica



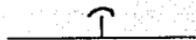
Unión rígida



Cruce de líneas



Línea de escape
Escape no recuperable



Escape recuperable



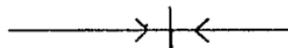
Línea de presión, cerrada



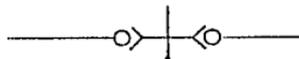
Línea de presión y conducto de alimentación



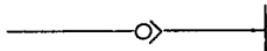
Acoplamiento rápido sin antiretorno



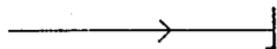
Acoplamiento rápido con antiretorno



Acoplamiento rápido, línea cerrada



Acoplamiento rápido, línea abierta



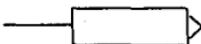
Derivación rotativa, de una vía



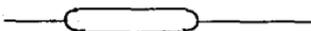
Derivación rotativa, de dos vías



Silenciador



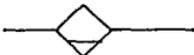
Depósito



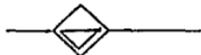
Filtro



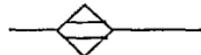
Separador de agua, purga manual



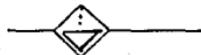
Separador de agua, purga automática



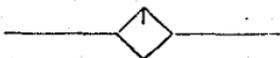
Filtro con separador, purga automática



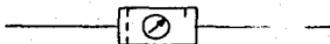
Desecador



Engrasador



**Unidad de mantenimiento:
Filtro, Regulador, Engrasador,
Símbolo simplificado**



Refrigerador



4.4.- Mandos mecánicos

Arbol con giro en un sentido



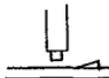
Arbol con giro en los dos sentidos



Esclavamiento



**Bloqueo (representación
esquemática del enclavamiento)**



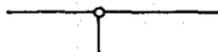
Dispositivo de desenchavamiento instantáneo



Articulación simple



Articulación con leva



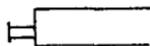
Articulación, con un punto fijo



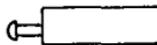
4.5.- Accionamientos musculares

Las válvulas son accionadas de varias formas, a continuación damos una relación de estas. Además se dá la forma de representarlas esquemáticamente.

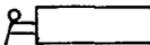
General



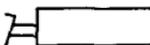
Pulsador



Palanca

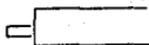


Pedal

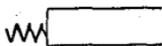


4.6.- Accionamientos mecánicos

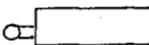
Leva



Muelle



Rodillo

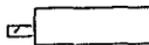


Rodillo escamoteable

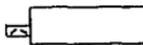


4.7.- Accionamientos eléctricos

Electroimán, con un solo arrollamiento



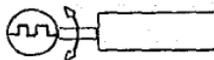
Electroimán, con dos arrollamientos opuestos



Motor con giro continuo

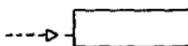


Motor paso a paso



4.8.- Accionamientos neumáticos

Presión, directo



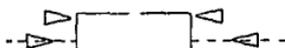
Depresión, directo



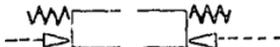
Diferencial



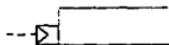
Centrado por presión



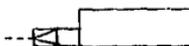
Centrado por muelles



Presión, indirecto (Servopilotaje)



Depresión, indirecto (Servopilotaje)

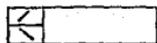


4.9.-Accionamientos combinados

Electroimán y neumático (Servopilotaje)



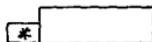
Electroimán ó neumático



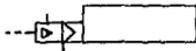
Electroimán ó mando manual



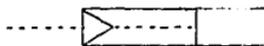
En general * Símbolo explicativo



Ampliación de presión a través
de un amplificador de baja presión
(No normalizado)



Mando de divisor binario (No normalizado)



4.10.- Elementos de medida

Medidor de presión, manómetro



Manómetro diferencial



Medidor de temperatura



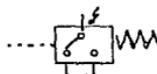
Medidor de caudal



Medidor de volumen



Presostato



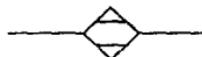
Detector de presión



Detector de temperatura



Detector de caudal



4.11.- Símbolos especiales (No normalizados)

Detector de proximidad



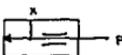
Emisor, del detector de paso



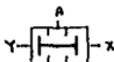
Receptor, del detector de paso



Detector por obturación de fuga



Válvula de simultaneidad



4.12.- Denominación de los rácores

Conexiones de utilización	A, B, C,
Alimentación de presión	P
Escapes	R, S, T ...
Fuga	L
Conexiones de pilotaje	Z, Y, X ...

5.- Símbolos y normas de representación

En las normas VDI 3260 y DIN 55 033 se encuentran relacionados importantes símbolos y conceptos.

Estos símbolos se pueden utilizar en esquemas y diagramas, así como también para indicaciones en las máquinas-herramientas.

5.1.- Movimientos

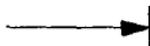
Movimiento rectilíneo
en sentido de la flecha



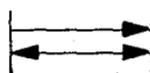
Movimiento rectilíneo de
dos sentidos



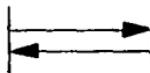
Movimiento rectilíneo en el
sentido de la flecha limitado



Movimiento rectilíneo en
sentido de la flecha limitado
a la ida y vuelta



Movimiento rectilíneo continuo
en sentido de la flecha,
limitado a la ida y vuelta



Movimiento de giro en
sentido de la flecha



Movimiento de giro en dos sentidos



Movimiento de giro en sentido
de la flecha limitado



Revoluciones/ marcha continua/
ciclo continuo



Una revolución/ marcha individual/
ciclo único.



revolución mim.



5.2.- Símbolos generales

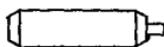
Manómetro según Din 2,481



Elemento de medición eléctrico según DIN 40,716

①

Motor eléctrico



5.3.- Símbolos de operaciones

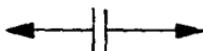
Posicionar, colocar piezas antes del trabajo



Sujetar



Liberar



Bloquear



Desbloquear
Marcha



Paro



Marcha/ Paro



**Pulsar (Circuito cerrado
mientras no se accione el botón)**



**Todos los circuitos interrumpidos
(Disyuntor de seguridad)**



5.4.- Formas de energía

Hidráulica



Neumática



Mecánica



Eléctrica



6.- Colores de visores y pulsadores ópticos

6.1.- Caracterización mediante colores de pulsadores y visores ópticos (según norma DIN 43,605)

6.1.2.-En general

Color Rojo: Estado de conexión, circulación, o funcionamiento. Peligro

Color Verde: Estado de desconexión, paro

6.1.3.- Fijación:

Color	Pulsadores	Indicaciones
Rojo	Paro Paro de emergencia	Estado de conexión (conectado)
Amarillo	Puesta en marcha del primer ciclo	Avería
Negro	Puesta en marcha movimiento individual	
Verde		Estado de desconexión
Azul		confirmación de recepción de aviso

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Procesos de Ingeniería Química

G D Ulrich

Ed. Mc. Graw Hill

Introduction to Termodinámica and Heat Transfer

David A. Money

Ed. Prentice Hall Inc.

Turbinas de Vapor y Gas

B M. Troyansky, G.A. Filipov, A.E. Bulkin

Ed. Mir

Energía Mediante Vapor Aire o Gas

W.H. Severns, H.G. Degler, J.C. Miles

Ed. Reverte

Mecánica de Fluidos

Massey

Ed. CECSA

Diseño de Recipientes de Procesos

Decerra II., Abruja R.

Offset Azteca, Zacatecas Zac.

Iniciación a la Neumática

Meixner, Kobler

Festo

Curso Practico de Neumática

Meixner, Kobler

Festo

Aire Comprimido y Neumática Convencional

E Carnicer Rollo

Ed. Gustavo Hill

Aire Comprimido Teoría y Calculo de las Instalaciones

E. Carnicer Rollo

Ed. Gustavo Hill

Manual de Calculos de Ingeniería Química

Nicholas P Chopey

Tyler C. Hicks

Ed. Mc Graw Hill

Flow Of Fluids Thorough Valves Fittings and Pipe

John Crane

Ed. Crane

Para Realizar el Trabajo Se Consultaron las Normas DIN:

3226, 24300, 55033, 43605.

Ademas de la Norma VDI 3260