

# AUTOMATIZACION de Bajo Costo

## para las industrias del Mueble y de la Ebanistería

(IV)

### D. Dispositivos eléctricos

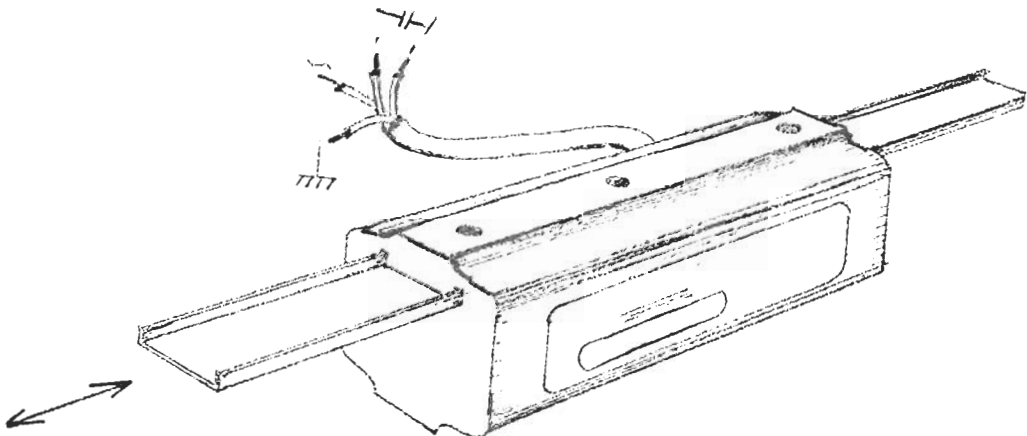
Cuando la energía requerida por los mecanismos que realizan el trabajo debe transmitirse a distancias considerables, un sistema eléctrico suele resultar, por lo general, el más barato. El

más conocido mecanismo eléctrico que realiza trabajo, el motor eléctrico, sólo necesita conectarse a una red apropiada.

El movimiento rotativo de un motor eléctrico debe someterse a cierta conversión si se desea obtener un movimiento lineal.

Una manera corriente es utilizar un mecanismo de husillo y tuerca, según se ve en la figura 13. Para movimientos lineales cortos, se puede utilizar una bobina magnética que mueve una pieza de hierro, como el de la figura 21.

Figura 21.  
Bobina  
Magnética  
para  
movimientos  
lineales  
cortos.



Regular la velocidad de un motor eléctrico es mucho más difícil que regular la velocidad de un sistema neumático o hidráulico. La velocidad de un motor corriente alterna puede modificarse variando la frecuencia de ésta, lo cual requiere una instalación especial y complicada. Otro método consiste en modificar el número de sus polos, lo cual da como resultado una variación gradual más bien que continua.

La velocidad de un motor de corriente continua se puede modificar más fácilmente, modificando la resistencia. Este mé-

todo puede dar una variación continua, pero no es necesariamente una solución barata. De todas formas, durante el último decenio, se ha difundido el uso de motores de corriente continua para realizar indirectamente movimientos lineales en equipo de producción especial.

Un inconveniente de los motores es que no pueden estar inmovilizados durante un período prolongado sin sufrir perjuicios.

Existe un «cilindro» eléctrico para fuerzas reducidas. Es un adelanto nuevo, que permite desarrollar una fuerza «no motriz» sin dañar la unidad. Pero,

incluso en este caso, resulta más barata la solución neumática o hidráulica.

La corriente que pasa a los mecanismos eléctricos se controla frecuentemente mediante un relé, dispositivo electromecánico que consiste en contactos eléctricos que un electroimán abre o cierra (fig. 22). Existen varios tipos para distintas cargas y distintos dispositivos de contacto. También hay tipos especiales como relés retardadores, relés de impulsos y relés temporizados.

En los sistemas eléctricos, los resistores y capacitadores se

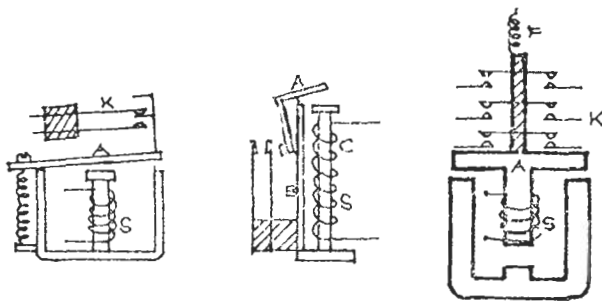


Figura 22.  
Relés Eléctricos.

pueden hacer de forma que realicen, respectivamente, las mismas funciones que los limitadores neumáticos y los depósitos.

Existen varios tipos de conmutadores eléctricos y lectores de tarjetas perforadas para programar sistemas de control. Por ejemplo, los conmutadores pueden emitir señales a intervalos de tiempos fijos (control de tiempo).

### E. Dispositivos electrónicos

Los mecanismos y sistemas electrónicos se limitan principalmente a controlar los verdaderos mecanismos que realizan el trabajo, los cuales suelen ser eléctricos, neumáticos o hidráulicos.

Los mecanismos electrónicos más conocidos son los transistores de radio. Sin embargo, el tipo principal utilizado en sistemas de control es otro, el transistor de conmutación. Lo mismo que un conmutador corriente, tiene dos posiciones, abierta y cerrada, pero no tiene partes móviles, por lo cual su duración es prácticamente infinita.

Combinando transistores con otros componentes electrónicos, se pueden construir mecanismos modulares con funciones específicas, los cuales pueden ser asombrosamente pequeños dado el gran número de componentes que a veces contienen.

### V. SELECCION DE COMPONENTES PARA UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION DE BAJO COSTO

Es difícil prescribir reglas sencillas para la selección de los componentes de un sistema ABC, pues son muchos factores que hay que tener en cuenta. A veces, sin embargo, las exigencias son tales que un determinado tipo de componente aparecerá claramente como la mejor solución. Cuando se plantea el problema de la selección, puede comenzarse contestando las siguientes preguntas generales:

- ¿Qué precisiones y velocidades se requieren? Es un derroche comprar un componente de alta precisión (y, por ende, de elevado precio) cuando bastaría uno de tipo corriente para el fin deseado. De igual modo, el retardo de un disyuntor puede o puede no ser un factor importante, según las exigencias del trabajo.
- ¿En qué medio habrá de funcionar el sistema? Por ejemplo, los mandos neumáticos son preferibles a los eléctricos cuando hay mucho polvo en el aire (como en un taller de muebles).

c) ¿De qué tipo de energía se dispone? Si se cuenta ya con aire comprimido, como cuando se lo utiliza en un taller de muebles para la pulverización de pintura, deberá considerarse seriamente la adopción de un sistema neumático.

d) ¿Cuáles son las aptitudes del personal de mantenimiento del taller? El sistema, deberá ser tal que pueda repararlo fácilmente el propio personal. Normalmente, el equipo neumático es el más fácil de entender.

e) ¿Qué fuerzas han de aplicarse? Los dispositivos hidráulicos pueden aplicar más fuerza que los neumáticos.

f) ¿Cuál es la justificación económica del proyecto? La solución más barata no es, necesariamente, la mejor. Hay que preguntarse, más bien, si la ventaja que se espera obtener al seleccionar cierto elemento justifica su costo.

Normalmente, un sistema ABC basado en solo uno de los tipos fundamentales de dispositivos descritos en el capítulo precedente resulta suficientemente satisfactorio, si bien, a menudo, se obtienen mejores resultados cuando se combinan tipos diferentes. Por ejemplo, cuando es esencial evitar retardos en la transmisión de señales, deberán utilizarse componentes eléctricos para controlar un sistema básicamente neumático o hidráulico de componentes que realizan un trabajo.

La información que se da en el capítulo IV sobre dispositivos y las respuestas a las preguntas anteriormente indicadas proporcionarán una base suficiente para decidir qué tipos de componentes han de emplearse en un determinado sistema ABC. Hecho eso, será preciso determi-

nar las especificaciones técnicas de cada componente. El presente capítulo contiene la información y los datos necesarios para tomar esa decisión, de forma fácilmente comprensible por el ingeniero al que se haya encargado instalar un sistema ABC en su taller.

**A. Componentes neumáticos**

Terminología

Es necesario explicar algunos de los términos empleados en la especificación de componentes de aire comprimido.

La compresión o expansión **isotérmica** de un gas es aquella en que la temperatura del gas

permanece inalterada. La **ley de Boyle**, que es fundamental en los trabajos con aire comprimido, enuncia que el producto de la presión **P** por el volumen **V** de una masa dada de un gas ideal permanece constante en el curso de una compresión o expansión isotérmica:  $PV = \text{const.}$

**Problema a título de ejemplo.**

Un cilindro de un volumen de 283 cm<sup>3</sup>, abierto inicialmente al aire, es cerrado y el aire que contiene se comprime isotérmicamente por medio de un émbolo hasta un volumen de 41 cm<sup>3</sup>. ¿Cuál será la presión final? Utilizando **i** y **f** como símbolos para «inicial» y «final», respectivamente, tenemos que:

$$P_i V_i = P_f V_f$$

$$P_f = P_i V_i V_f = (V_i/V_f) P_i$$

$$= (283/41) P_i = 6,9 P_i$$

$$= 6,9 \text{ atm, o } 103 \text{ lb/pul.}^2 \text{ (lpc)}$$

$$(P_i = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ lpc})$$

La **relación de compresión** es el número de unidades volumétricas que se han comprimido en una unidad volumétrica. En el problema anterior, la relación de compresión es, pues,  $r = V_i/V_f = 6,9$ . También es igual, por supuesto, a  $P_f/P_i$ . En los trabajos con aire comprimido, donde **P<sub>i</sub>** suele ser igual a **P<sub>a</sub>**, esto es, la presión atmosférica o del aire libre, una fórmula conveniente para **r** es  $r = (P_a + P_a) P_a$ , donde **P** es la presión de trabajo indicada por un manómetro corriente (que indica 0 al aire libre). Si se lee **P** en un manómetro de libras por pulgada cuadrada (lpc), la fórmula será  $r = (P + 14,7)/14,7$ ; si se lee en un manómetro de atmósferas (atm), será  $r = P + 1$ .

Un volumen dado de aire comprimido tendrá un **volumen equivalente de aire libre**, que, según se desprende de lo anterior, es igual al producto de la relación de compresión por el volumen de aire comprimido ( $V_i = rV_f$ ).

Componentes del sistema de suministro de aire comprimido

**Compresores**

El aire comprimido se obtiene mediante compresores, que no son otra cosa que bombas que aspiran aire a presión atmosférica y lo suministran a una presión más elevada.

Los compresores se clasifican de diversas maneras. A los fines del presente manual, se clasificarán según:

- a) La frecuencia del ciclo de compresión (aplicable principalmente a los tipos alternativos):
  - i) De acción simple, en que la compresión tiene lugar cada dos carreras.
  - ii) De acción doble, en que la compresión tiene lugar en cada carrera.
- b) La naturaleza del ciclo:

- i) De una etapa, en que la compresión tiene lugar en un solo cilindro.
- ii) De dos etapas, en que la compresión se inicia en un cilindro y se termina en un segundo cilindro, dividiendo así el aumento de temperatura entre los dos cilindros y permitiendo el enfriamiento del aire comprimido entre las etapas.

- c) Las partes móviles:
  - i) Alternativos, en que la compresión se realiza por el movimiento de avance y retroceso de un émbolo.
  - ii) Centrífugos, diseñados para suministrar grandes cantidades de aire a baja presión y movidos por la fuerza centrífuga generada por un motor de gran velocidad.
  - iii) Rotativos, con un rotor de paletas o equivalente montado excentricamente en un cilindro estacionario, lo que tiene el efecto de comprimir el aire entrante a un volumen más reducido.

El tipo de compresor más comúnmente utilizado en los talleres de muebles es el alternativo, que permite obtener presiones de hasta 10 atm. Las presiones inferiores a 5 atm pueden no ser suficientes para ciertas tareas, en tanto que las superiores a 15 atm pueden dar lugar a la formación de hielo en las unidades ABC, a causa de un excesivo enfriamiento por dilatación.

La capacidad de los compresores se expresa, normalmente, como el número de pies cúbicos

por minuto (pcm) o metros cúbicos por minuto ( $m^3/min$ ) de aire libre suministrado (ALS). A veces, la capacidad de los compresores puede clasificarse en función del volumen de aire libre desplazado, en cuyo caso el valor de ese volumen ha de multiplicarse por el rendimiento del compresor en términos de volumen de ALS.

### Problema a título de ejemplo.

La capacidad de un compresor

se ha clasificado en 500 pcm ( $14 m^3/min$ ) de aire libre desplazado. El rendimiento del compresor es de un 88 por 100. Determinése su capacidad de ALS.

$$\begin{aligned} \text{ALS} &= (\text{aire libre desplazado}) \times (\text{rendimiento del compresor}) \\ &= 500 \times 88/100 \\ &= 440 \text{ pcm } (12,46 m^3/min) \end{aligned}$$

En la figura 23 se da el valor

teórico de la energía requerida por los compresores de una y dos etapas para suministrar una unidad volumétrica de aire con una relación de compresión dada. En esa cifra no se tiene en cuenta el rendimiento del sistema compresor, que, por lo común, es sólo de aproximadamente un 35-50 por 100, en razón de las distintas ineficiencias mecánicas y eléctricas.

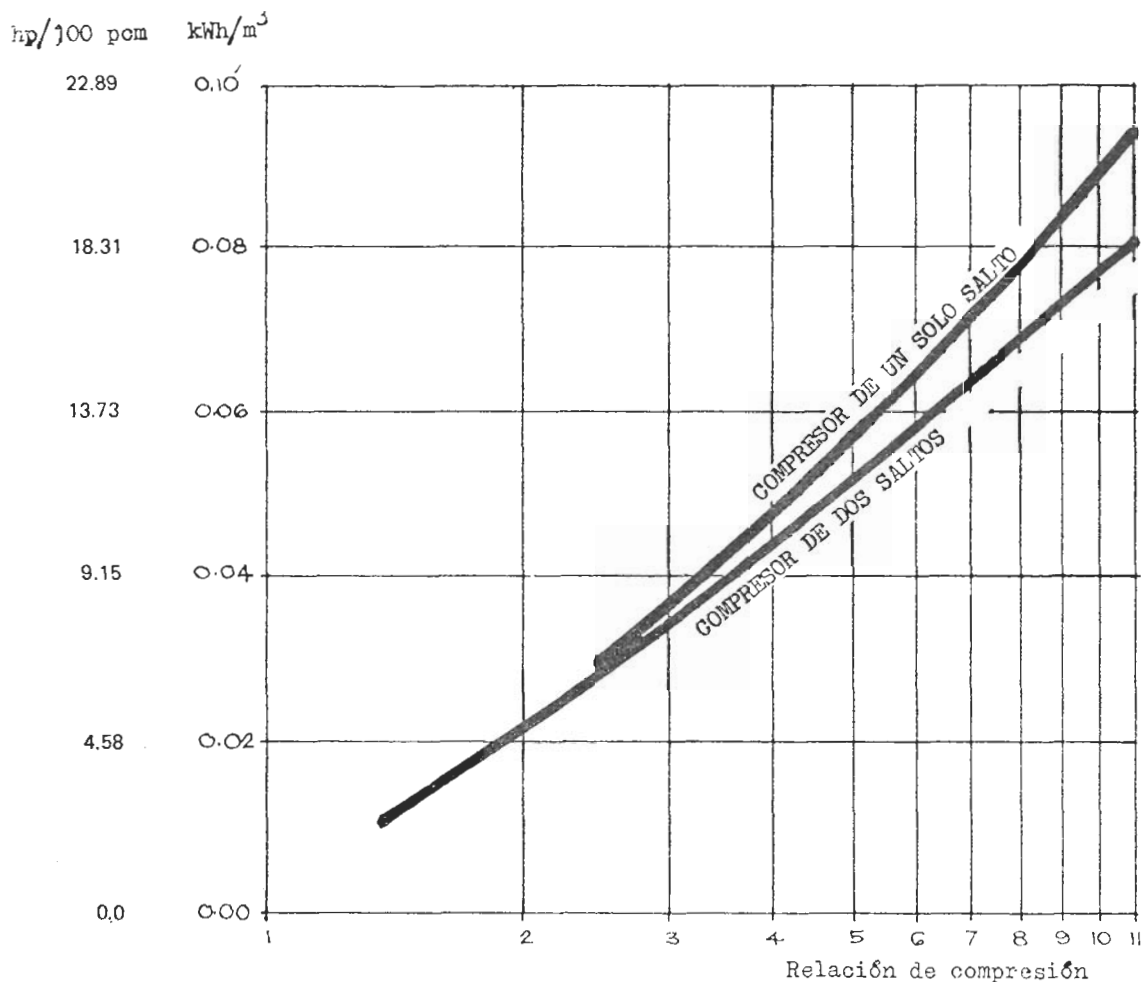


Figura 23. Energía teórica específica requerida para la compresión de aire.

### Receptor de aire

El volumen del receptor de aire (depósito) ha de ser por lo menos igual al volumen de aire comprimido suministrado por el compresor en una unidad de tiempo:

$$V_m = Q/r$$

donde  $V_m$  es el volumen mínimo,  $Q$  el rendimiento del compresor en una unidad de tiempo (ALS) y  $r$  la relación de compresión.

Este tamaño mínimo es adecuado, teóricamente, para un sistema de demanda constante. En la práctica, es mejor emplear un

depósito más grande, para atender una demanda variable.

$$V_p = AQ/r$$

donde  $V_p$  es el volumen práctico y  $A$  un coeficiente que va desde 1,5 para una demanda constante hasta 3,0 para un sistema de demanda variable.

Tuberías

En un sistema compresor de aire (equipado con depósito de aire), las tuberías principales que van a los distintos puntos de distribución deben instalarse con una inclinación de unos tres grados respecto a la horizontal. Además, para extraer el agua que se pueda acumular, deben conectarse tubos de drenaje, provistos de válvulas que puedan abrirse fácilmente al punto más bajo de la tubería principal y antes del punto de distribución. De ese modo se conseguirá que

no penetre en las unidades ABC más que aire limpio y seco.

Otra regla es que las tuberías que van a las unidades ABC deben conectarse a la parte superior de la tubería principal, a fin de impedir la entrada de impurezas en las máquinas.

La figura 24 muestra un sistema de tubería neumática ilustrativo de las reglas enunciadas.

Para aire comprimido hasta una presión de 12 atm, pueden utilizarse tuberías de mediano diámetro, las que, de ser posible, deberán limpiarse antes de su instalación.

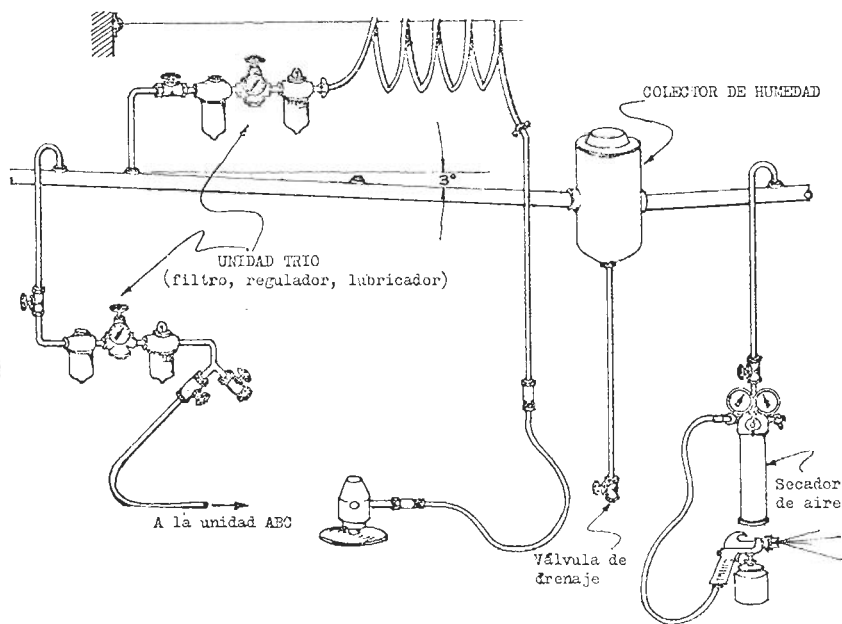


Figura 24. Sistema de tubería neumática.

Como las tuberías van desde el depósito de aire del compresor hasta un sistema que puede estar a bastante distancia, conviene que tengan un diámetro lo suficientemente grande para que las pérdidas por fricción sean mínimas. En el cuadro 1 se reproduce una guía en la que se indican los diámetros más apropiados. Para servirse de dicho cuadro, determínese primero la corriente de aire que va a transportarse. Encuéntrese su valor en la primera columna, luego pásese a la columna en que se in-

dica la longitud aproximada del tramo y, finalmente, véase el diámetro de tubería recomendada para reducir al mínimo la pérdida. Por ejemplo, 25 pies cúbicos/min (0,7 m<sup>3</sup>/min) de aire pueden transportarse hasta 150 pies (45,7 m) utilizando una tubería de un diámetro interior de 0,824 pulgadas (20,9 m). Si la longitud total del tramo excede de 150 pies (45,7 m), deberá utilizarse en toda su extensión una tubería de 1,049 pulgadas (26,6 milímetros).

Cuando no se conozca la co-

rriente de aire, utilícese la potencia del compresor (segunda columna) como punto de partida para la lectura del cuadro. Para corrientes de aire no incluidas en el cuadro, supóngase que cada unidad de potencia del compresor produce unos 3,5 pies cúbicos/min (0,1 m<sup>3</sup>/min). Este cálculo no es sino aproximado, ya que la relación corriente/potencia depende del rendimiento del compresor. En ese caso de duda, es mejor exagerar el diámetro de las tuberías principales, pues éstas pasan entonces a formar parte del depósito de aire.

El monograma de caída de presión de la figura 25 es también útil para el diseño de tuberías. Las flechas ilustran cómo se utiliza el monograma para resolver el siguiente problema:

Supongamos que se desea una corriente de aire de 10 m<sup>3</sup>/min (353,1 pc/min) en un tubo de 70 mm (2,76 pulgadas) de diámetro y 200 m (660 pies) de longitud. Si la presión inicial al comienzo de la tubería es de 7 atmósferas (101,5 ppc), ¿cuál será la presión final en el extremo de salida? La intersección de las líneas que representan 10 m<sup>3</sup>/min y 7 atmósferas se busca en el lado derecho del monograma y se proyecta diagonalmente en sentido ascendente, hacia la izquierda y hasta la línea vertical que separa las dos partes del monograma. Luego se sigue la línea horizontal hasta su intersección con la línea vertical que representa la longitud de tubería de 200 m. Desde esa intersección, la trayectoria desciende diagonalmente hasta la línea horizontal que representa el diámetro de la tubería, 70 mm, y luego desciende verticalmente hasta la escala, donde se lee la caída de presión, 0,1 atmósferas (1,45 ppc). La presión de salida será, pues, 7,0-0,1 = 6,9 atmósferas (100 ppc). Cualquier otro problema en el que intervengan las cinco cantidades representadas en el monograma podrá resolverse de análoga manera.

CUADRO 1

Diámetros de tuberías sugeridos para un sistema de distribución de aire comprimido.

Cortiente de aire (pc/min)	Potencia del compresor	Tramo (pies)								
		25	50	75	100	150	200	250	300	
		(metros)								
		7,6	15,2	22,8	30,5	45,7	61	76,2	91,5	
5 o menos	0,14 o menos	1,4	0,622 (15,8)							
10	0,28	2,8	0,622 (15,8)		0,824 (20,9)					
15	0,43	4,3	0,622 (15,8)	0,824 (20,9)						
20	0,56	5,6	0,824 (20,9)							
25	0,70	7,0	0,824 (20,9)			1,049 (26,6)				
30	0,85	8,5	0,824 (20,9)		1,049 (26,6)					
35	1,0	10,0	0,824 (20,9)		1,049 (26,6)					
40	1,12	11,2	0,824 (20,9)	1,049 (26,6)						
50	1,40	14,0	1,049 (26,6)							
70	2,0	20,0	1,049 (26,6)			1,380 (35,0)				

FUENTE: Air Compression Research Council.

NOTA: Las cifras del cuerpo principal del cuadro representan diámetros interiores en pulgadas (los equivalentes en milímetros van entre paréntesis) de tubería negra normalizada que mantendrá la pérdida de presión a un mínimo razonable a lo largo de los tramos indicados.

Como regla empírica, cuando se interconecten válvulas y cilindros en un circuito neumático, utilícese como guía el diámetro del cilindro. En todo caso, suponiendo que la fábrica cuenta ya con una fuente de aire comprimido, es preciso conocer las magnitudes de las fluctuaciones de presión y de la presión más baja al calcular el diámetro del cilindro para poder determinar si hay suficiente aire con que accionar el equipo. De no haberlo, deberá aumentarse la capacidad de la planta de aire comprimido.

«Acondicionadores» de aire

El aire comprimido se puede

considerar totalmente saturado de vapor de agua. Como la cantidad de agua que puede retener-

**Industrial de la  
Madera y Corcho**



trabaja para usted  
poniendo la investigación  
técnica al servicio de  
su industria

se en forma de vapor, en un volumen dado de aire, es función creciente de la temperatura, cualquier descenso de la temperatura del aire comprimido saturado dará lugar a una excesiva condensación de la humedad en el sistema. La cantidad de agua así depositada puede ser lo suficientemente grande como para impedir el buen funcionamiento de un sistema neumático. Además de la humedad, el aire bruto comprimido puede contener mezclas y sedimentos abrasivos capaces de causar graves daños en los componentes neumáticos.

Para evitar tales inconvenientes, se requiere un sistema «acondicionador de aire», esto

es, un equipo adecuado de tratamiento de aire colocado en el circuito antes de los cilindros, las válvulas y otras herramientas para secar y filtrar el aire comprimido, agregarle lubricante y regular la presión. El esquema de acondicionamiento de aire ilustrado en la figura 26 corresponde a una unidad «trío», así designada por constar de tres componentes.

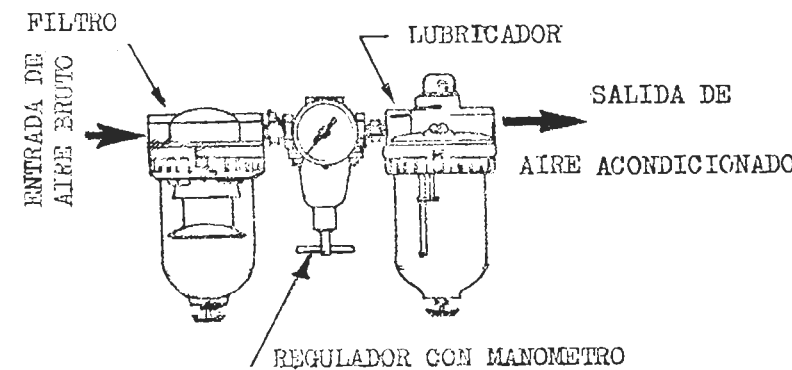


Figura 26. Unidad trío: Filtro, regulador y lubricador.

(Continuará).

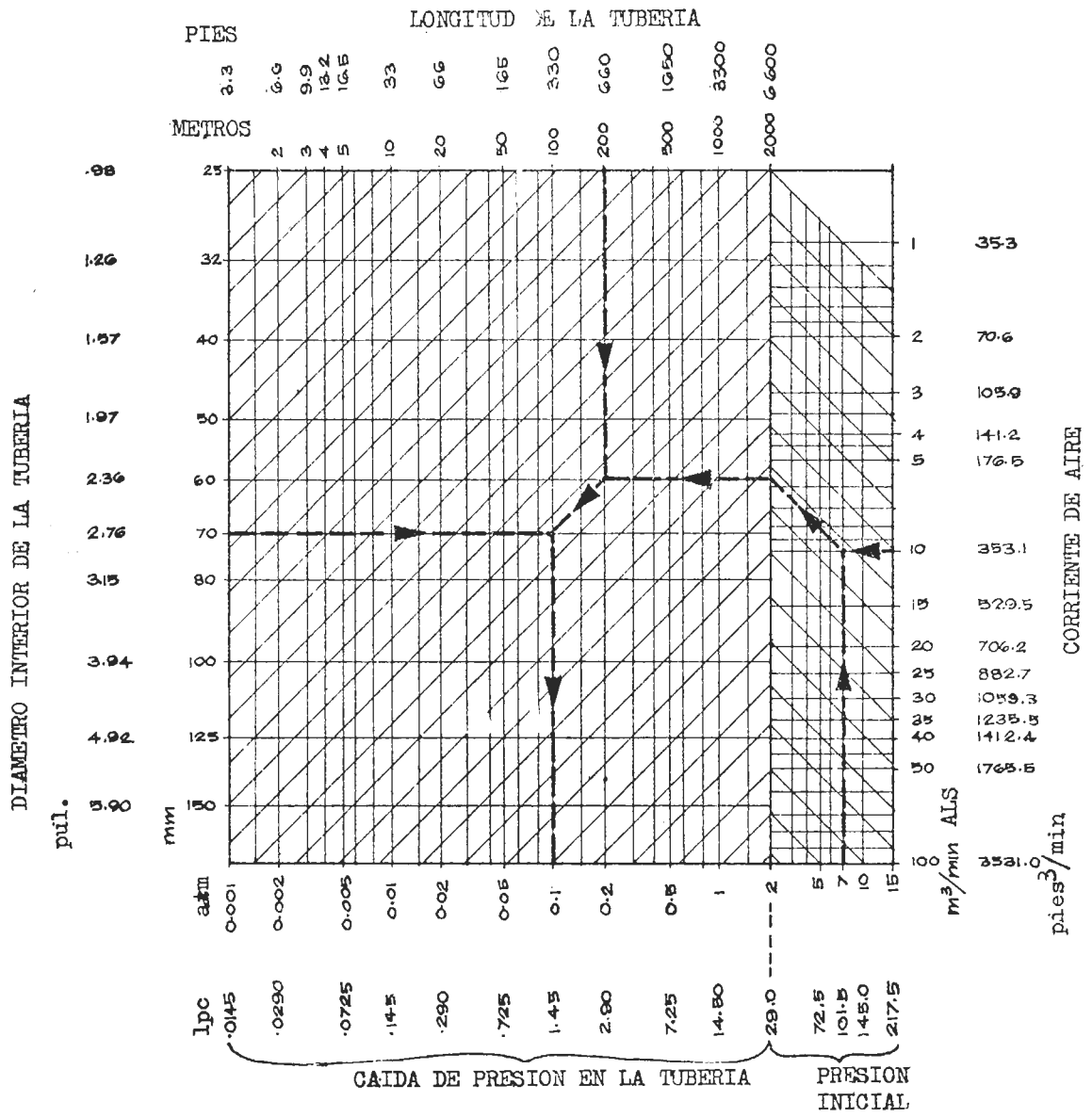


Figura 25. Monograma de caída de presión.