16 SISTEMAS NEUMÁTICOS (I)

Sugerencias Didácticas

- En el estudio de los sistemas neumáticos se analizarán las diferencias existentes entre estos sistemas y los hidráulicos, distinguiendo con claridad los elementos que los constituyen y la misión que desempeñan. El uso de ejemplos prácticos facilitará la explicación.
- Conviene, como punto de partida, repasar los conocimientos adquiridos en el curso anterior (véase Unidad 22 de nuestro texto de Tecnología Industrial de Primer Curso), lo que permitirá una más fácil asimilación de nuevos conceptos y la ampliación de aquellos aspectos ya conocidos.
- Como los fluidos utilizados en los sistemas neumáticos son gases, consideramos imprescindible que el alumnado maneje con soltura el concepto de presión y sus unidades, así como el de caudal a través de una tubería.
- Se estudiará el funcionamiento de los distintos tipos de compresores (volumétricos y dinámicos), así como el de los componentes destinados al tratamiento del aire comprimido (filtros, reguladores de presión y lubricadores). También es importante incidir con la suficiente amplitud en los elementos de consumo, que transforman la energía del aire en trabajo útil. Estos elementos –cilindros y motores– requieren un tratamiento no sólo cualitativo, sino también desde el punto de vista del cálculo teórico de los volúmenes y fuerzas implicadas.
- En lo que respecta a los ejercicios numéricos, es necesario extremar el rigor científico en su resolución, utilizando preferiblemente el Sistema Internacional, y justificando adecuadamente los cálculos realizados. Un problema no supone sólo la aplicación de una fórmula; ésta, al fin y al cabo, no es otra cosa más que una relación entre cantidades correspondientes a distintas magnitudes. El alumno ha de ser capaz de decidir en cada caso qué magnitudes son las que intervienen en el fenómeno al que se refiere el problema propuesto y justificar razonadamente las fórmulas que debe utilizar.

SOLUCIONES a las Actividades de Síntesis

1. Aplicando la ecuación de estado de los gases perfectos:

$$T=\frac{p\cdot V}{n\cdot R}=\frac{2\cdot 10^5\ \text{Pa}\cdot 40\ \text{L}\cdot\dfrac{1\ \text{m}^3}{10^3\ \text{L}}}{2\ \text{moles}\cdot 8,31\,\dfrac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}}=481\ \text{K}\equiv\boxed{208\ °\text{C}}$$

2. Calcularemos la presión que ejerce el oxígeno en el interior del recipiente:

$$p=\frac{n\cdot R\cdot T}{V}=\frac{m\cdot R\cdot T}{M\cdot V}=$$
$$=\frac{3,5\ \text{g}\cdot 0,082\ \text{atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})\cdot 293\ \text{K}}{32\ \text{g/mol}\cdot 2\ \text{L}}=1,31\ \text{atm}$$

La presión exterior es:

$$740\ \text{mm Hg}\cdot\frac{1\ \text{atm}}{760\ \text{mm Hg}}=0,974\ \text{atm}$$

Por lo tanto, **saldrá oxígeno del recipiente hasta que el que quede dentro de él iguale la presión exterior.**

3. El volumen mínimo del cilindro es $V_{\text{mín}}=70\ \text{cm}^3$ y el máximo:

$$V_{\text{máx}}=70\ \text{cm}^3+\frac{\pi\cdot D^2\cdot L}{4}=$$
$$=70\ \text{cm}^3+\frac{\pi\cdot(10\ \text{cm})^2\cdot 5\ \text{cm}}{4}=462,7\ \text{cm}^3$$

Por lo tanto, la relación de compresión valdrá:

$$R=\frac{V_{\text{máx}}}{V_{\text{mín}}}=\frac{462,7\ \text{cm}^3}{70\ \text{cm}^3}=\boxed{6,61}$$

4. La presión a la que se encuentra sometido el gas será la suma de la presión atmosférica y la debida al peso de 100 N que actúa sobre el émbolo. Esta última valdrá:

$$p'=\frac{F}{S}=\frac{100\ \text{N}}{\pi\cdot\left(\dfrac{10^{-2}\ \text{m}}{2}\right)^2}=1,273\cdot 10^6\ \text{Pa}=$$
$$=1,273\cdot 10^6\ \text{Pa}\cdot\frac{1\ \text{atm}}{1,013\cdot 10^5\ \text{Pa}}=12,6\ \text{atm}$$

Por lo tanto, la presión total del gas será:

$$p=p'+p\ \text{atm}=12,6\ \text{atm}+1\ \text{atm}=\boxed{13,6\ \text{atm}}$$

El volumen que ocupa este gas se obtiene aplicando la ecuación de estado de los gases perfectos:

$$V=\frac{n\cdot R\cdot T}{p}=$$
$$=\frac{1\ \text{mol}\cdot 0,082\ \text{atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})\cdot 298\ K}{13,6\ \text{atm}}=\boxed{1,8\ \text{litros}}$$

5. Expresemos primeramente la presión del aire en unidades internacionales:

$$p=10\,\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}\cdot\frac{9,8\ \text{N}}{1\ \text{kp}}\cdot\frac{10^4\ \text{cm}^2}{1\ \text{m}^2}=9,8\cdot 10^5\ \text{Pa}$$

1. a) Expresemos primeramente la presión del aire en unidades internacionales:

$$p = 5\,\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}\cdot\frac{9,8\text{ N}}{1\text{ kp}}\cdot\frac{10^4\text{ cm}^2}{1\text{ m}^2} = 4,9\cdot 10^5\text{ Pa}$$

La sección del émbolo en la cara opuesta al vástago es:

$$S = \frac{\pi\cdot D^2}{4} = \frac{\pi\cdot(7,5\text{ cm})^2}{4} = 44,18\text{ cm}^2 = 4,418\cdot 10^{-3}\text{ m}^2$$

Por lo tanto, la fuerza que ejerce el vástago en el movimiento de avance valdrá:

$$F_{\text{avance}} = p\cdot S = 4,9\cdot 10^5\text{ Pa}\cdot 4,418\cdot 10^{-3}\text{ m}^2 = \boxed{\mathbf{2\,165\text{ N}}}$$

La sección en la otra cara del émbolo es:

$$S' = \frac{\pi\cdot\left[D^2 - d^2\right]}{4} = \frac{\pi\cdot\left[(7,5\text{ cm})^2 - (2,5\text{ cm})^2\right]}{4} =$$

$$= 39,27\text{ cm}^2 = 3,927\cdot 10^{-3}\text{ m}^2$$

y la fuerza que actúa sobre ella:

$$F_{\text{retorno}} = p\cdot S' = 4,9\cdot 10^5\text{ Pa}\cdot 3,927\cdot 10^{-3}\text{ m}^2 = \boxed{\mathbf{1\,924\text{ N}}}$$

b) El volumen de aire desplazado por el émbolo en un ciclo completo, medido a la presión de trabajo, es:

$$V = \frac{\pi\cdot\left[2D^2 - d^2\right]\cdot L}{4} =$$

$$= \frac{\pi\cdot\left[2\cdot(7,5\text{ cm})^2 - (2,5\text{ cm})^2\right]\cdot 10\text{ cm}}{4} = 834,5\text{ cm}^3$$

y, en condiciones normales, de acuerdo con la ley de Boyle-Mariotte, será:

$$V_0 = \frac{p\cdot V}{p_0} =$$

$$= \frac{\left(4,9\cdot 10^5\text{ Pa} + 1,013\cdot 10^5\text{ Pa}\right)\cdot 834,5\text{ cm}^3}{1,013\cdot 10^5\text{ Pa}} =$$

$$= 4\,871\text{ cm}^3 = 4,871\text{ L}$$

Por tanto, el consumo de aire en condiciones normales vendrá dado por:

$$Q = 4,871\,\frac{\text{L}}{\text{ciclo}}\cdot\frac{30\text{ ciclos}}{1\text{ min}} \approx \boxed{\mathbf{146,1\text{ L/min}}}$$