

## **Material de apoyo**

### **Guía práctica de instrumentación neumática básica.**

#### **Introducción**

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como medio para realizar trabajo mecánico. En la industria moderna, especialmente en el sector de alimentos y bebidas, su uso es esencial por la limpieza, seguridad, rapidez y eficiencia que ofrece en los procesos productivos.

Los sistemas neumáticos se encuentran en líneas de envasado, manipulación, transporte, control de válvulas y equipos de dosificación, lo que los convierte en una herramienta clave para la automatización industrial.

El propósito de esta guía es brindar al personal técnico, operativo y a los practicantes de PepsiCo Alimentos una base sólida sobre los fundamentos de la neumática mediante la aplicación práctica en un tablero didáctico de instrumentación neumática, permitiendo afianzar conocimientos teóricos y desarrollar habilidades aplicadas.

#### **Objetivos**

Desarrollar y fortalecer los conocimientos en neumática de los usuarios del tablero de didáctico de instrumentación neumática.

## **Objetivos específicos**

Reconocer los principios físicos y técnicos que rigen la neumática.

Identificar y clasificar los componentes principales de un sistema neumático.

Comprender el funcionamiento de los actuadores, válvulas, reguladores y dispositivos de control.

Interpretar diagramas neumáticos bajo la norma **ISO 1219**.

Realizar montajes prácticos aplicando normas de seguridad industrial.

Desarrollar competencias para la solución de fallas y la optimización de sistemas neumáticos.

## **principios de la Neumática**

La neumática se basa en el uso del aire comprimido como fluido de trabajo. Este aire se genera mediante un **compresor**, se acondiciona a través de una **unidad de mantenimiento (FRL)** y se distribuye a los distintos componentes del sistema.

## **Ventajas de la Neumática**

La neumática presenta múltiples beneficios que la hacen una de las tecnologías más utilizadas en la automatización industrial, especialmente en el sector alimentario, farmacéutico y de empaques. A continuación, se amplían sus principales ventajas:

## **Limpieza y compatibilidad con ambientes alimentarios**

El aire comprimido es un fluido limpio, seco y libre de contaminantes cuando se somete a un adecuado proceso de filtrado y secado. A diferencia de los sistemas hidráulicos que utilizan aceite, la neumática no genera fugas que puedan contaminar los productos o las áreas de producción.

Esto la convierte en la tecnología ideal para plantas de alimentos, bebidas y empaques, donde se requiere cumplir con altos estándares de higiene y normativas sanitarias.

Además, los componentes neumáticos suelen fabricarse en materiales resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar, como el acero inoxidable o el aluminio anodizado.

## **Rapidez en el accionamiento**

Los sistemas neumáticos se caracterizan por su alta velocidad de respuesta, gracias a que el aire comprimido puede desplazarse rápidamente por las tuberías y válvulas sin sufrir pérdidas significativas de energía.

Esta característica permite ejecutar movimientos de avance, retroceso o presionado en milisegundos, lo que resulta ideal para operaciones repetitivas en líneas de producción, como el empaque, etiquetado o llenado de productos.

En comparación con los sistemas eléctricos o hidráulicos, la neumática permite ciclos de trabajo más cortos, mejorando la productividad y reduciendo los tiempos de inactividad.

## **Facilidad de control y mantenimiento**

Los sistemas neumáticos tienen una estructura simple y modular, lo que facilita su instalación, operación y mantenimiento preventivo.

Los circuitos se pueden modificar o ampliar fácilmente añadiendo válvulas, actuadores o sensores sin necesidad de grandes adaptaciones.

Además, las averías suelen ser fáciles de detectar y reparar, y los repuestos son de bajo costo y fácil acceso.

El mantenimiento rutinario se centra en tareas básicas como la limpieza de filtros, verificación de fugas, lubricación adecuada y ajuste de presiones, lo que contribuye a la durabilidad y confiabilidad del sistema.

## **Seguridad ante sobrecargas o bloqueos**

Una de las ventajas más destacadas de la neumática es su seguridad operativa. En caso de bloqueo o sobrecarga mecánica, el aire comprimido simplemente se libera, evitando daños en los componentes o accidentes para el operador.

A diferencia de los sistemas eléctricos, no existe riesgo de descargas eléctricas, y a diferencia de los sistemas hidráulicos, no se acumula presión peligrosa ni se derrama aceite caliente.

Esto hace que la neumática sea segura para el personal técnico y para el entorno de

trabajo, incluso en zonas húmedas o con riesgo de explosión, donde se requieren equipos a prueba de chispas.

### **Disponibilidad económica y ecológica del aire**

El aire es un recurso abundante, gratuito y renovable, lo que convierte a la neumática en una tecnología económica y sostenible.

Aunque el proceso de compresión consume energía eléctrica, el costo total de operación suele ser bajo si se realiza un buen mantenimiento del compresor y del sistema de distribución.

Además, el aire no contamina el medio ambiente y puede ser liberado de forma segura a la atmósfera después de su uso, sin generar residuos ni sustancias tóxicas.

En este sentido, la neumática es una alternativa ambientalmente responsable frente a otros sistemas de potencia más contaminantes o costosos.

### **Propiedades del Aire**

El aire es el fluido de trabajo fundamental en los sistemas neumáticos, y sus características físicas lo hacen especialmente adecuado para transmitir y controlar energía en aplicaciones industriales. Comprender sus propiedades permite optimizar el diseño, funcionamiento y mantenimiento de los circuitos neumáticos.

A continuación, se detallan las principales propiedades del aire utilizadas en la neumática:

### **Compresible**

El aire es una mezcla de gases (principalmente nitrógeno y oxígeno) que puede reducir su volumen cuando se le aplica presión.

Esta propiedad permite almacenar energía dentro de tanques o depósitos de aire comprimido, que luego puede liberarse para realizar trabajo mecánico, como mover pistones o accionar válvulas.

La compresibilidad también brinda flexibilidad al sistema, permitiendo absorber pequeños golpes o fluctuaciones de presión sin causar daños. Sin embargo, es importante controlar esta característica para evitar pérdidas de eficiencia o retardos en la respuesta del sistema.

### **Elástico**

El aire posee una gran capacidad de recuperación: cuando se libera la presión a la que ha sido sometido, retorna a su volumen original.

Esta propiedad, conocida como elasticidad del aire, es fundamental en los sistemas neumáticos porque permite que los actuadores vuelvan a su posición inicial sin necesidad de mecanismos complejos.

Por ejemplo, cuando un cilindro neumático realiza su carrera de avance, el aire

comprimido actúa sobre el pistón; al liberar la presión, el aire se expande nuevamente, generando el movimiento de retorno. Esta característica mejora la seguridad y simplicidad de los mecanismos.

### **Capaz de almacenar energía**

Debido a su compresibilidad, el aire puede almacenar energía potencial dentro de los depósitos o acumuladores.

Cuando se comprime, el aire retiene energía que puede liberarse de forma controlada para realizar trabajo, similar al funcionamiento de un resorte.

Esto permite disponer de una reserva de energía inmediata para accionar equipos neumáticos incluso cuando el compresor no está en funcionamiento.

Además, el almacenamiento de aire comprimido permite compensar los picos de demanda y mantener estable la presión del sistema, garantizando un funcionamiento continuo y eficiente.

### **Inofensivo y no contaminante**

El aire es limpio, seguro y ecológico. No es tóxico, no produce residuos y puede liberarse al ambiente sin afectar la salud ni contaminar el entorno.

A diferencia de los fluidos hidráulicos o los aceites lubricantes, no existe riesgo de derrames o contaminación, lo que hace de la neumática una opción ideal para industrias donde la higiene es prioritaria, como la alimentaria, farmacéutica y de bebidas.

Además, al no ser inflamable ni conductor de la electricidad, el aire comprimido es seguro para operar en ambientes húmedos, con polvo o con riesgo de explosión.

## Leyes Fundamentales del Aire

El comportamiento del aire como fluido comprimible se rige por una serie de leyes físicas que explican la relación entre la presión (P), el volumen (V) y la temperatura (T) del gas.

Estas leyes son esenciales para comprender cómo se genera, almacena y utiliza la energía neumática en los sistemas industriales.

A continuación, se presentan las leyes más importantes aplicadas a la neumática:

### **Ley de Boyle – Mariotte (Relación Presión–Volumen)**

A temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión que se ejerce sobre él.

#### **Expresión matemática:**

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \text{ en donde}$$

- $P_1$  y  $P_2$  son las presiones inicial y final.
- $V_1$  y  $V_2$  son los volúmenes inicial y final del gas.

### **Interpretación en neumática:**

Cuando se comprime el aire (aumenta la presión), su volumen disminuye, y viceversa.

Este principio es la base del funcionamiento de los compresores y tanques de almacenamiento, donde se reduce el volumen del aire para acumular energía que luego se liberará para accionar cilindros o válvulas.

### **Ejemplo práctico:**

Si el aire se comprime a la mitad de su volumen original, su presión se duplicará, siempre que la temperatura se mantenga constante.

Esto explica por qué los recipientes de aire comprimido pueden almacenar gran cantidad de energía en un espacio reducido.

### **Ley de Pascal (Transmisión de la Presión)**

La presión aplicada a un fluido en un recipiente cerrado se transmite uniformemente en todas las direcciones y actúa con igual intensidad sobre todas las superficies del recipiente.

### **Expresión general:**

$$P=F/A$$

Donde:

P: presión (N/m<sup>2</sup> o Pa).

F: fuerza aplicada (N).

A: área sobre la que actúa la fuerza (m<sup>2</sup>).

### **Interpretación en neumática:**

Esta ley explica cómo el aire comprimido transmite fuerza dentro de un circuito.

Cuando se aplica presión en un punto del sistema, esta se distribuye uniformemente por toda la red de tuberías y actuadores, permitiendo que el aire ejerza fuerza de forma equilibrada sobre los pistones o válvulas.

### **Ejemplo práctico:**

Si un cilindro neumático tiene un pistón con un área de 10 cm<sup>2</sup> y recibe una presión de 5 bar (equivalente a  $5 \times 10^5$  Pa), la fuerza generada será:

$$F = P \times A = 5 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.001 \text{ m}^2 = 500 \text{ NF}$$

Es decir, el cilindro puede ejercer una fuerza de 500 newtons, suficiente para realizar un trabajo mecánico como empujar, sujetar o levantar una pieza.

## **Ley Combinada de los Gases (Relación P–V–T)**

Cuando cambia la temperatura de un gas, la relación entre presión y volumen también se modifica.

### **Expresión general:**

$$P_1xV_1/T_1 = P_2xV_2/T_2$$

Donde:

- P: presión del gas.
- V: volumen del gas.
- T: temperatura absoluta (Kelvin).

### **Interpretación en neumática:**

Durante la compresión o expansión del aire, la temperatura varía; si no se controla, puede provocar condensación o pérdida de eficiencia en el sistema.

Por ello, los sistemas neumáticos incluyen enfriadores, filtros y secadores de aire, que garantizan que el aire comprimido llegue a los actuadores a la temperatura y humedad adecuadas.

## **Aplicación de las Leyes en la Neumática Industrial**

Estas leyes permiten:

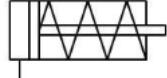
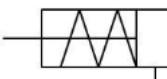
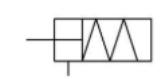
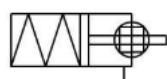
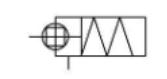
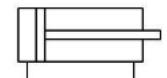
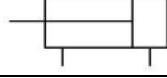
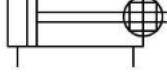
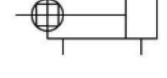
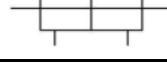
- Calcular la fuerza teórica que puede ejercer un cilindro.
- Determinar el volumen de aire necesario para un trabajo específico.
- Analizar el comportamiento de la presión en redes de distribución.
- Comprender la importancia del acondicionamiento del aire para evitar condensación o pérdida de potencia.

## **Componentes básicos**

<b>Componente</b>	<b>Función Principal</b>
<b>Compresor</b>	Genera aire comprimido.
<b>Unidad de mantenimiento (FRL)</b>	Filtра, regula y lubrica el aire antes de su uso.
<b>Válvulas direccionales</b>	Controlan la dirección del flujo de aire.
<b>Válvulas de control de caudal</b>	Regulan la velocidad de los actuadores.
<b>Actuadores neumáticos</b>	Transforman la energía del aire en movimiento (cilindros de simple o doble efecto).
<b>Temporizadores neumáticos</b>	Permiten retardo en el accionamiento.
<b>Manómetros</b>	Indican la presión del sistema.
<b>Mangueras y acoples</b>	Permiten la conducción y distribución del aire comprimido.

## Simbología neumática básica.

Medición y mantenimiento	
Símbolo	Descripción
	<b>Unidad de mantenimiento</b> , símbolo general.
	<b>Secador.</b>
	<b>Limitador de temperatura.</b>
	<b>Refrigerador.</b>
	<b>Manómetro.</b>
	<b>Unidad de mantenimiento</b> , filtro, regulador, lubricador. Gráfico simplificado.
	<b>Válvula de control de presión</b> , regulador de presión de alivio, regulable.
	<b>Combinación de filtro y regulador.</b>
	<b>Combinación de filtro, regulador y lubricador.</b>
	<b>Medidor volumétrico.</b>
	<b>Indicador óptico.</b> Indicador neumático.
	<b>Sensor.</b>
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , retorno por esfuerzos externos.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , retorno por esfuerzos externos.

	<b>Cilindro de simple efecto</b> , retorno por muelle.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , retorno por muelle.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , vástago simple antígiro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	<b>Cilindro de simple efecto</b> , vástago simple anti-giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , vástago simple.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , vástago simple.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , vástago simple anti-giro.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , vástago simple anti-giro.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , vástago simple montaje muñón trasero.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , doble vástago.
	<b>Cilindro de doble efecto</b> , doble vástago.

<b>6.- Válvulas direccionales.</b>	
	<b>Mando manual en general</b> , pulsador.

	<b>Mando con bloqueo</b> , control manual.
	<b>Muelle</b> , control mecánico.
	<b>Rodillo palpador</b> , control mecánico.
	<b>Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido</b> , control mecánico.
	<b>Válvula de cierre.</b>
	<b>Válvula de bloqueo</b> (antirretorno).
	<b>Válvula de retención pilotada.</b> $P_e > P_a \rightarrow$ Cierre.
	<b>Válvula de retención pilotada.</b> $P_a > P_e \rightarrow$ Cierre.
	<b>Válvula O (OR)</b> . Selector.
	<b>Válvula de escape rápido.</b> Válvula antirretorno.
	<b>Válvula de escape rápido</b> , doble efecto con silenciador

## Actividades Prácticas

### Práctica 1. Reconocimiento de Componentes

Objetivo: Identificar y clasificar los elementos de un sistema neumático.

Materiales: Tablero didáctico, compresor, válvulas, cilindros, reguladores, mangueras,

acoples.

Procedimiento:

1. Examina los componentes físicamente en el tablero.
2. Registra nombre, símbolo, función y aplicación.
3. Realiza un diagrama con los símbolos normalizados.
4. Comprueba la conexión al compresor y al FRL.

Resultado esperado: El participante reconoce correctamente cada componente y su símbolo correspondiente.

### **Práctica 2. Circuito de Cilindro de Simple Efecto**

Objetivo: Verificar el funcionamiento de un cilindro controlado por válvula 3/2.

Procedimiento:

1. Conecta el compresor al FRL.
2. Instala una válvula 3/2 manual y conéctala al cilindro.
3. Acciona la válvula y observa el movimiento de avance.
4. Registra la presión y la fuerza generada.
5. Libera la presión y analiza el retorno del émbolo.

Resultado esperado: El cilindro realiza un solo movimiento de avance y retorna por resorte.

### **Práctica 3.** Cilindro de Doble Efecto con Válvula 5/2

Objetivo: Analizar el control direccional de un cilindro mediante válvula 5/2.

Procedimiento:

1. Conecta la válvula al cilindro de doble efecto.
2. Acciona manual o neumáticamente la válvula.
3. Mide tiempos de avance y retroceso.
4. Registra presión de trabajo.

Resultado esperado: El cilindro se desplaza en ambas direcciones de forma controlada.

### **Práctica 4.** Control de Velocidad con Regulador de Flujo

Objetivo: Evaluar la influencia del caudal en la velocidad del actuador.

Procedimiento:

1. Integra un regulador de flujo en el circuito.
2. Modifica gradualmente la apertura del regulador.
3. Observa la variación en la velocidad del cilindro.

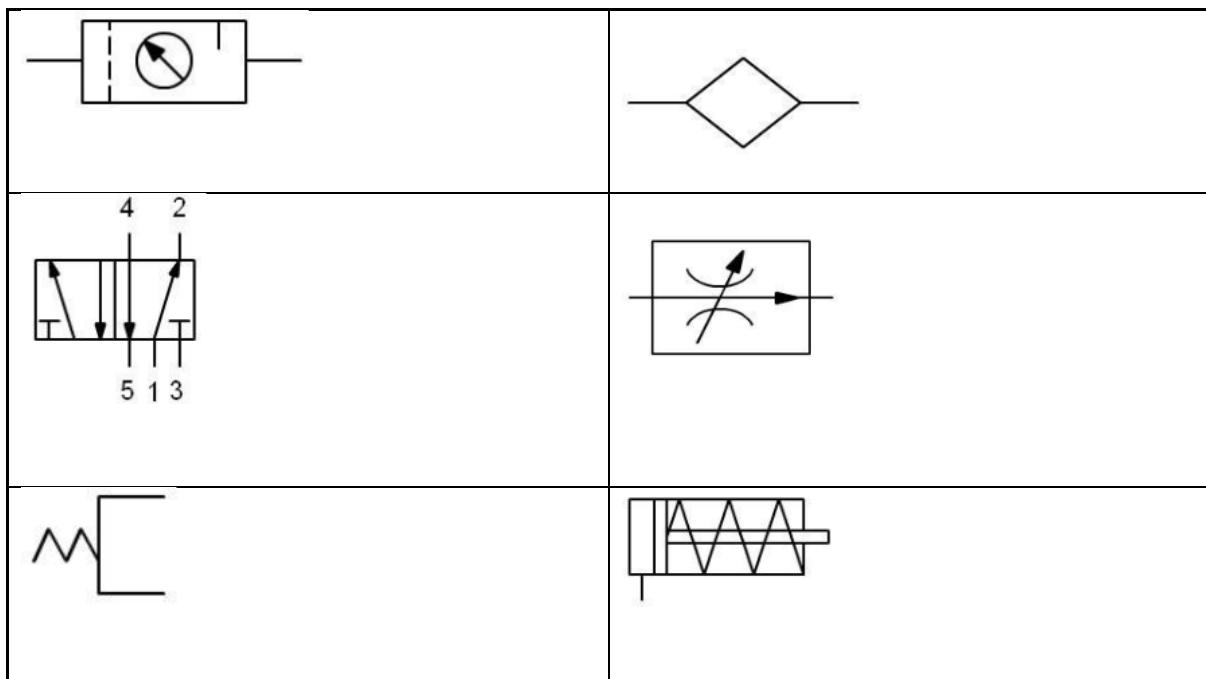
Resultado esperado: A menor caudal, menor velocidad de desplazamiento del cilindro.

**Práctica 5.** Identificación de símbolos.

Dibuja los símbolos en los huecos correspondientes.

Compresor de aire	Cilindro de doble efecto
Cilindro de simple efecto con retorno por muelle	Válvula 3/2 normalmente cerrada.
Válvula de cierre	Unidad de mantenimiento

2.- Indica el nombre de cada uno de estos símbolos.



Para el desarrollo del tablero didáctico de instrumentación neumática se tomó como

material de apoyo las siguientes normas: ISO 4414:2010 – Pneumatic fluid power —

General rules and safety requirements. Establece los principios de diseño seguro, instalación y mantenimiento de sistemas neumáticos industriales. Define requisitos sobre presión máxima, componentes, fugas, válvulas y conexiones. (International organization for Standardization. (2010). *ISO 4414:2010*) - ISO 1219-1:2012 – Fluid

power systems and components — Graphical symbols and circuit diagrams. Define los símbolos gráficos normalizados, usados en esquemas neumáticos e hidráulicos. Es la norma base para elaborar diagramas técnicos y tableros didácticos. (International Organization for Standardization. (2012). *ISO 1219-1:2012*) - ICONTEC. (2013). NTC

*ISO 4414 – Potencia fluida neumática: reglas generales y requisitos de seguridad para sistemas y sus componentes.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (ICONTEC. (2013).)

power systems and components — Graphical symbols and circuit diagrams. Define los símbolos gráficos normalizados, usados en esquemas neumáticos e hidráulicos. Es la norma base para elaborar diagramas técnicos y tableros didácticos. (International Organization for Standardization. (2012). *ISO 1219-1:2012*) - ICONTEC. (2013). NTC

*ISO 4414 – Potencia fluida neumática: reglas generales y requisitos de seguridad para sistemas y sus componentes.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (ICONTEC. (2013).)

