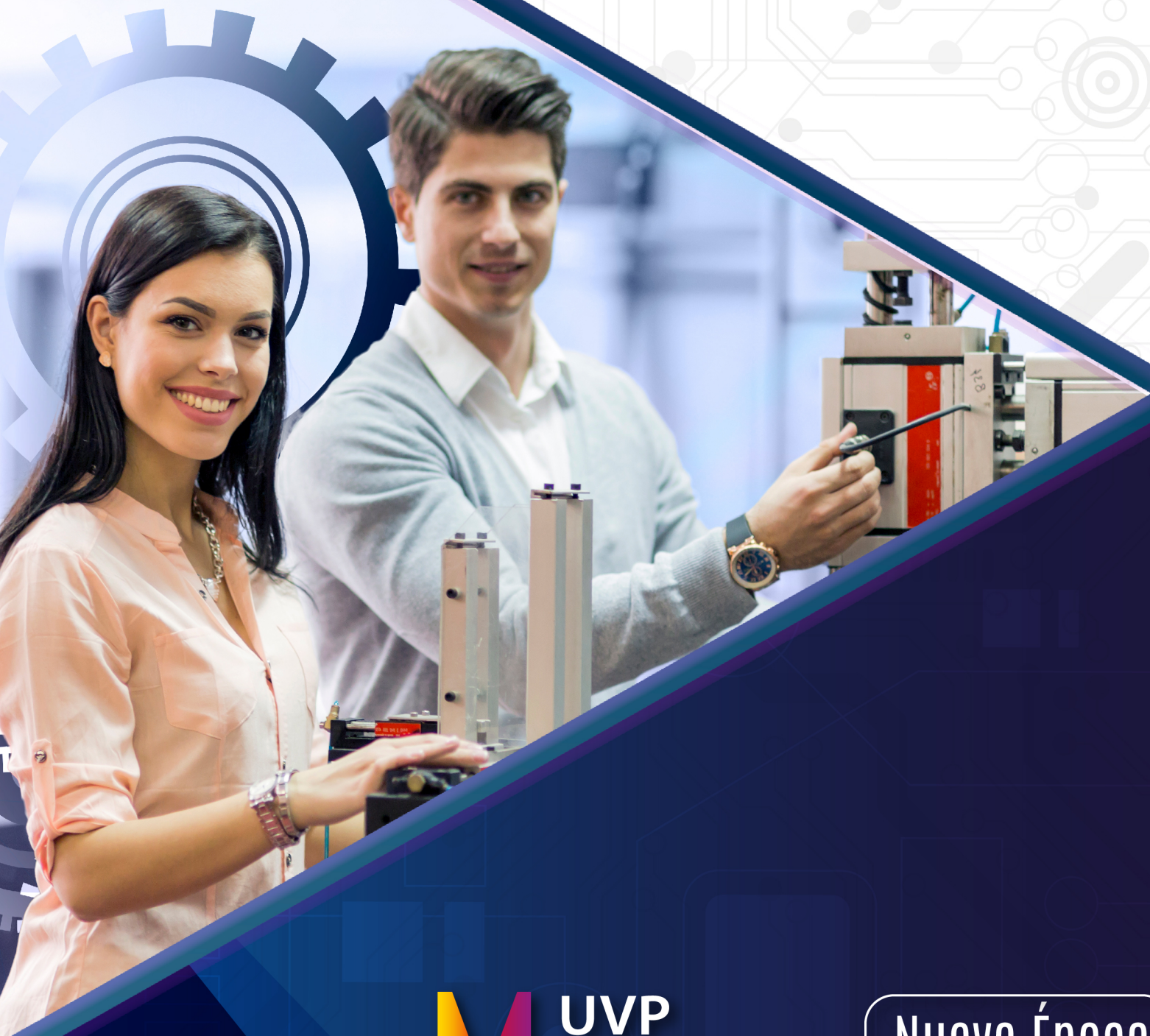


# NEXTIA

ISSN 2683-1988



**UVP**

UNIVERSIDAD  
DEL VALLE DE PUEBLA

**Nueva Época**

año 8, No. 13, Septiembre - Diciembre 2021

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

NEXTIA, año 8, No. 13, septiembre - diciembre 2021, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad del Valle de Puebla S.C., Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488, <www.uvp.mx>. Editoras Responsables: Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtra. Irma Higinia Illescas Lozano. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.04-2018-012418122300-203, ISSN 2683-1988, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinación Editorial y de Publicaciones, Dr. Mauricio Piñón Vargas.

Las posturas expresadas por los autores no necesariamente reflejan las posturas de la Universidad del Valle de Puebla, de su Coordinación Editorial y de Publicaciones, de las editoras responsables ni del staff editorial involucrado en la edición de la revista.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de la presente publicación, siempre y cuando se acredite el origen de estos.

Cualquier carta dirigida al editor debe enviarse al correo [coord.editorial@uvp.mx](mailto:coord.editorial@uvp.mx).

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Año 8 / Núm. 13

Septiembre - Diciembre 2021



**Universidad del Valle de Puebla**

**Presidente de la Junta de Gobierno**

Mtro. Jaime Illescas López

**Rectora**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

**Director de la División de Ingenierías**

Ing. Eduardo Torres García

**Editoras Responsables**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

Mtra. Irma Higinia Illescas Lozano

**Coordinadora Editorial**

Dr. Mauricio Piñón Vargas

**Diseño Editorial**

Mtra. Gabriela Arias Limón



**Directorio Editorial**

**Eduardo Torres García**

Universidad del Valle de Puebla

**Miguel Ángel Reyes Vergara**

Universidad del Valle de Puebla

**Claudio Alfredo Jiménez Carranza**

Universidad del Valle de Puebla

**Héctor Reyes Carrasco**

Universidad del Valle de Puebla

**Sabel Flores Maclovio**

Universidad del Valle de Puebla

**José Carlos Romero Michihua**

Universidad del Valle de Puebla

A vertical black line runs down the left side of the page, with a solid black circle centered on it.

## **Índice**

### **Revisión**

Revisión para el diseño para manipulador  
de montaje de puertas para la reducción de  
tiempos muertos

**10**

**Víctor Hugo Galindo Cabrera**

## **EDITORIAL**

La industria manufacturera para la República Mexicana representa una gran cantidad del Producto Interno Bruto generado.

Se han destacado los últimos años, la industria de los alimentos, la industria textil, la industria manufacturera e inclusive se ha destacado la industria aeroespacial donde los productos mexicanos por su gran calidad y adaptarse a las necesidades, se han vuelto muy competitivos y referentes a nivel mundial.

Para el estado de Puebla, la industria automotriz se ha destacado por muchos años gracias a diversas empresas internacionales las cuales se han asentado en estas tierras, gracias a las prestaciones, seguridad, materia prima, así como del talento humano requerido para la realización de actividades comerciales.

En este sentido, Volkswagen ha permeado mucho de la vida de la ciudad de Puebla, encontrando centros de capacitación, centros recreativos y automóviles de primera calidad para el mercado local, nacional y mundial.



Gracias a que el talento humano que trabaja en la industria se ha observado la pertinencia y el ingenio mexicano para resolver problemas, aplicar innovación y sobre todo aplicar cambios fundamentales para la mejora de los procesos y es así que en el presente número de Nextia se presenta una innovación para mejorar los procesos de la industria automotriz.

Para la realización de la maquinaria propuesta es requerida la investigación previa, siguiendo los elementos del Lean Manufacturing que permitirán concebir diversas leyes, elementos, procedimientos y referentes que permitirán la realización del prototipo.

Les deseo una buena lectura de este interesante proyecto que terminará seguramente en una gran innovación.

Salud y buena lectura

La Editorial.

# REVISIÓN

# REVISIÓN PARA EL DISEÑO PARA MANIPULADOR DE MONTAJE DE PUERTAS PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS

Víctor Hugo Galindo Cabrera

Universidad del Valle de Puebla

sio1623@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0002-2084-111X

## Resumen

La industria manufacturera de la República Mexicana es sumamente importante ya que permite el desarrollo de diversos elementos que contribuyen al Producto Interno Bruto del país.

Específicamente, en la industria automotriz del país, es importante Volkswagen ya que es una empresa a nivel internacional que se ha asentado desde hace ya varios años en el Estado de Puebla construyendo diversos autos para el mercado nacional e internacional.

Aunque existen diversos procesos inmersos en el ensamble de automóviles, existen algunas opciones para reducir los tiempos muertos en el montaje de puertas mediante un manipulador.

El presente proyecto hace la revisión de las leyes requeridas, procedimientos, así como de algunas fórmulas requeridas para la realización de este manipulador.

Este procedimiento de elementos, leyes y fórmulas es requerido como parte del proceso de Lean Manufacturing con el fin de realizar un procedimiento integral con la certitud de éxito del proceso de construcción del manipulador.

**Palabras Clave:** Presión, cilindro, leyes, hidráulica, neumática.

## Introducción

Un Sistema de Producción es un conjunto de procesos, información y recursos cuyo objetivo es lograr que el producto sea creado y entregado de acuerdo a las necesidades del cliente organizando y ubicando los recursos de acuerdo al diseño de las operaciones, (Ballard, 2008).

La gestión de proyectos es visualizada como la planificación, control, corrección y mejoramiento de los procesos buscando lograr condiciones estables para el diseño de un Sistema de Producción y que este se extienda desde la organización global hasta el diseño de una operación, de manera de lograr: hacer el trabajo, maximizar el valor y minimizar las pérdidas.

Un sistema de producción debería ser diseñado cuidadosamente tal como lo es un producto, esto significa crear desde el inicio los requerimientos, por tal motivo la base teórica para el diseño está fundada en los principios de 3 gestiones de la producción, considerando las particularidades de la industria de la construcción, (Koskela et al., 1997).

Nahmias (2005) sostiene que el objetivo de un Sistema de Producción es la realización de una planificación agregada, para determinar las cantidades exactas de producción necesaria así como los recursos requeridos para alcanzar dicha producción, lo que en la práctica debiera reflejarse en la definición del número de trabajadores que serán empleados y el número de unidades que serán producidas en un periodo estimado. Además en términos operativos un Sistema de Producción debe involucrar a los proveedores para obtener un flujo de materiales y de información adecuado.

Se sabe que con la utilización de la maquinaria se optimizan los procesos de producción, es por ello que en una línea de producción se ha notado que existen actualmente dos dispositivos que montan la puerta trasera de dos modelos respectivamente que se producen actualmente pero en periodos largos solo se ocupa un solo dispositivo (dependiendo del modelo de auto que se esté haciendo) dejando el otro dispositivo a la deriva y provocando un paro en la línea de producción cuando el operario hace el cambio de dispositivo. Es por eso que se tendrá que diseñar un dispositivo de montaje de puertas traseras para que el dispositivo pueda tomar y montar las dos puertas de los dos modelos producidos, para ser competitivo debe producir con eficiencia y calidad, de tal forma que se consiga aumentar la productividad.

La presente investigación se realiza para la empresa automotriz Volkswagen de México ubicada en la autopista México-Puebla km.116 San Lorenzo Almecatla Cuatlancingo, Puebla cp. 72700.

En el presente proyecto se desarrollarán en los temas relacionados con el funcionamiento de válvulas las cuales van a permitir el paso del aire en una o varias direcciones de acuerdo a las piezas que se moverán (actuadores neumáticos). La función de los actuadores neumáticos es transformar la energía acumulada del aire comprimido en energía mecánica mediante un movimiento rectilíneo. Se denominan generalmente cilindros.

El cilindro es un tubo de sección circular constante, cerrado por ambos extremos, en cuyo interior se desliza un émbolo solidario con un vástago que atraviesa uno de los fondos. El émbolo divide al cilindro en dos volúmenes llamados cámaras y existen dos aberturas en las cámaras por donde puede entrar y salir el aire.

La capacidad de trabajo de un cilindro viene determinada por su carrera y su diámetro.

## Desarrollo

“La neumática como la tecnología que emplea aire comprimido como energía para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse”, (Solé, 2011).

La neumática es la tecnología que emplea un gas, normalmente aire comprimido, como elemento de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar diferentes mecanismos. Los procesos consisten en disponer de la presión de aire y a hacer que esta energía acumulada actúe sobre los elementos del circuito neumático (por ejemplo los cilindros) para que estos efectúen un trabajo útil. Como se dijo anteriormente, por lo general el gas utilizado es el aire comprimido, pero para aplicaciones especiales puede usarse el nitrógeno u incluso otros gases inertes, (Soneira, 2017).

El fluido que utiliza la neumática es el aire comprimido, y es una de las formas de energía más antiguas utilizadas por el hombre. Su utilización se remonta al Neolítico, cuando aparecieron los primeros fuelles de mano, para avivar el fuego de fundiciones o para airear minas de extracción de minerales. Muchos de sus principios ya eran utilizados por el hombre primitivo. Por ejemplo, la primera aplicación del aire comprimido consistió en el soplado de las cenizas para reavivar el fuego. El aire empleado había sido “comprimido” en los pulmones, a los que se les puede considerar como un compresor natural. Produce cierta impresión conocer la capacidad y el rendimiento de este compresor, (García, 2015).

De acuerdo con Castañeda (2016) la primera aplicación del aire comprimido consistió en el soplado de cenizas para reavivar el fuego. El aire empleado había sido comprimido en los pulmones a los cuales se pueden considerar como un compresor natural. Los pulmones son capaces de tratar  $100LPM = 6m^3 /h$

y ejercen una presión entre 0.02 *bar* y 0.08 *bar*. Pero el compresor humano se volvió insuficiente cuando el hombre comenzó a fundir metales (3000 a.C.) donde las temperaturas son superiores a los 1000°C.

El primer compresor mecánico fue el fuelle manual inventado en la mitad del tercer milenio a.C. Luego vendría el fuelle de pie que se usó en los años 1500 a.C. Esto ocurrió cuando la fundición del bronce (aleación de cobre estaño) y de oro se convirtieron en un proceso estable de producción como quedó registrado en algunas de las tumbas egipcias.

Castañeda (2016) menciona que la primera persona que se ocupó de la neumática y su estudio, es decir, de la utilización del aire comprimido como fuente de energía para realizar trabajo fue el matemático e inventor griego Ktsibios (282 a.C hasta 222 a.C.), quien escribió los primeros tratados acerca de este tema y hoy se le recuerda como el padre de la neumática. Hace más de 2000 años construyó una catapulta de aire comprimido basada en un cañón neumático que rearmado manualmente comprimía aire en los cilindros.

Los fuelles de pie que se usaron hasta el año 1762 pero fueron reemplazados por el cilindro soplante de John Smeaton accionado por una rueda de un molino. Al aumentar la capacidad de los hornos de fundición, los fuelles convencionales se quedaban cortos y el cilindro de Smeaton aunque tosco resultaba efectivo. El primer prototipo de todos los compresores mecánicos fue la máquina sopladora de vapor construida por John Wilkinson (1728-1808) e instalada en su fábrica de Wilby en Shropshire en 1776. Funcionaba a una presión en torno de 1 bar.

En el siglo XIX se comenzó a utilizar el aire comprimido en la industria de forma sistemática con herramientas neumáticas. Fue en 1857 durante la construcción del túnel de Mont-Cenis de 13.6 kilómetros de longitud cuando ingenieros constataron que por medios manuales tardarían en terminal el túnel alrededor de 30 años y decidieron utilizar una perforadora de aire comprimido con presiones de hasta 6

bares que permitía alcanzar velocidades de avance de dos metros diarios frente a los 0.6 que se obtenían por medios tradicionales

Con la construcción del túnel, muchos otros proyectos neumáticos fueron abordados tales como por ejemplo el primer martillo neumático inventado en 1880.

George Westinghouse (1846-1914) inventó los frenos de aire comprimido y los patentó en 1869.

En 1886, el doctor J. G. Poblet inventa el ascensor neumático. El proyecto de mayor impacto hasta la fecha fue realizado en 1888 en Francia donde el ingeniero austriaco Víctor Popp obtuvo permiso para utilizar el sistema de alcantarillado y montar una red de aire comprimido en toda la ciudad de París. Popp había instalado una planta de 1500 kW que suministraba aire comprimido a más de 7 kilómetros de tuberías al que se unían otros 50 kilómetros de líneas secundarias. La planta suministraba aire a 6 bares.

En 1934, el profesor Lysholm (1893-1973) presenta en Suecia su patente del compresor de tornillo con dos rotores circulares.

- **Campos de la aplicación de la neumática**

De acuerdo con Perdomo (2016), menciona que un número creciente de empresas industriales están aplicando la automatización de su maquinaria mediante equipos neumáticos, lo que, en muchos casos, implica una inversión de capital relativamente baja.

En este sentido, la neumática es utilizada para la ejecución de las siguientes funciones:

- Detección de estados mediante sensores.
- Procesamiento de información mediante procesadores.



- Accionamiento de actuadores mediante elementos de control.
- Ejecución de trabajos mediante actuadores.

Las ventajas que presentan el uso de la neumática según Ortiz (2014) son:

- El bajo coste de sus componentes.
- Su facilidad de diseño e implementación.
- Bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar), lo que constituye un factor de seguridad.
- Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión.
- Su fácil conversión al movimiento giratorio así como al lineal.
- La posibilidad de transmitir energía a grandes distancias.
- Una construcción y mantenimiento fácil y la economía en las aplicaciones.

Según Ortiz (2014) las desventajas de la neumática son:

- Imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire.
- Los altos costes de la energía neumática.

- Posibles fugas que reducen el rendimiento.
  - El aire atmosférico es la mezcla de gases que envuelven la esfera terrestre formando la atmósfera.

El aire comprimido es aire atmosférico sometido a presión compuesto por:

- Nitrógeno 78%.
- Oxígeno 21%.
- Otros gases 1% (especialmente argón)
  - **El flujo.** El movimiento de los líquidos y de los gases se llama flujo. Estos dos fluidos se diferencian entre sí en la medida en que los líquidos casi no se pueden comprimir (volumen constante) mientras que el volumen de los gases depende de la presión a la que están sometidos.

El aire a una temperatura entre 0°C a 200°C y a una presión de hasta 30 bares se comporta casi como un gas ideal por lo tanto la presión, la temperatura y el volumen específico son magnitudes que están proporcionalmente relacionadas entre sí.

- **El caudal.** Se llama Caudal o gasto de un fluido, al volumen de fluido que pasa por una sección en la unidad de tiempo. Esta cantidad de fluido podemos expresarla de dos formas, en masa o en volumen. El caudal másico y el caudal volumétrico están relacionados a través de la densidad del fluido, que en el caso de los gases es variable con la presión y la temperatura.

El aire comprimido que fluye a través de un tubo el caudal se expresa en unidades de volumen divididas en unidades de tiempo.

$$Q=A*L(3)$$

$Q$ = Caudal

$A$ = Área del interior del tubo en  $m^2$

$L$ = Longitud del segmento de volumen que fluye en un segundo expresado en  $ms$ .

- **La presión.** Cuando hablamos de presión se entiende como la parte de una fuerza ( $F$ ) que se aplica sobre una superficie determinada ( $A$ ). Por lo tanto tenemos:

$$P= F/ A$$

- **Presión Atmosférica.** Al nivel del mar es de 14,7 psi (Lbs/pulg<sup>2</sup>); la presión es más baja arriba del nivel del mar, y más alta debajo del nivel del mar. Esto también permite que el aire pase a través del filtro de admisión en un compresor, dentro del cilindro cuando el compresor está en la carrera de admisión, y la presión en el cilindro está por debajo de la presión atmosférica.
- **Presión Relativa.** Es la que resulta de tomar como referencia (cero de la escala) a la presión absoluta atmosférica. Es la presión que indican los manómetros, también llamada presión manométrica, que es la empleada para el cálculo de fuerza de los cilindros o actuadores neumáticos.

- **Presión absoluta.** Es la presión resultante de sumar la presión atmosférica (1.013 Kg/cm<sup>2</sup>) a la presión manométrica.

Las presiones se suelen dar en bares (relativos a la presión atmosférica), el cero del manómetro es la presión atmosférica. Para los cálculos se utiliza la presión absoluta:

$$\text{Presión absoluta} = \text{Presión atmosférica} + \text{Presión relativa}$$

En neumática, una presión se considera como presión relativa, y se denomina comúnmente presión manométrica y para cálculos aproximados se asume la siguiente relación:

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ bar}$$

- **Leyes físicas de utilidad**

La relación de los parámetros, volumen, temperatura y presión se define por las leyes de Boyle-Mariotte, Charles y Gay Lussac.

- **Ley de Boyle-Mariotte**

El volumen de un gas, a temperatura constante, es inversamente proporcional a la presión.

$$\text{Presión} \cdot \text{Volumen} = \text{Constante}$$

$$\text{O bien: } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{Constante}$$

- **Ley de Charles**

A presión constante el volumen ocupado por una masa dada de gas, es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 = \text{Constante}$$

- **Ley de Gay Lussac**

A volumen constante, la presión absoluta de una masa de gas determinada es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2 = \text{Constante}$$

- **Humedad del aire**

Se define la humedad absoluta como la cantidad de agua en forma de vapor que contiene 1 m<sup>3</sup> de aire. En 1 m<sup>3</sup> de aire, que contiene una cierta cantidad de agua, se define el punto de rocío atmosférico como la temperatura a la que el vapor de agua comienza a condensarse a la presión atmosférica, debido a que el aire se encuentra saturado de vapor de agua. Se entiende por humedad relativa al cociente entre el vapor de agua que contiene el aire a una temperatura determinada y el que contendría a esa temperatura si se encontrase en estado saturado. La cantidad de agua por m<sup>3</sup> de aire, a una humedad relativa determinada, sólo depende de la temperatura y no depende de la presión a la que se encuentra, es decir, un m<sup>3</sup> de aire saturado a la presión atmosférica tiene la misma cantidad de vapor de agua que 1 m<sup>3</sup> de aire saturado a 7 bar, siempre que ambos se encuentren a la misma temperatura.

- **Red de aire comprimido**

En una red de aire comprimido, se deben tener en cuenta algunos aspectos importantes como:

Presión de trabajo, para conocer las características de la tubería y el compresor a utilizar (Las tuberías de más de cinco años de edad han demostrado que son falibles de presentar fugas de hasta el 25 por ciento).

Caudal, de acuerdo a los servicios que va a prestar la línea de aire comprimido, basándose en cada uno de los elementos y máquinas que se van a conectar a la red.

Pérdida de presión, producida por la cantidad de accesorios empleados, y elementos utilizados (la existencia de filtros de aire obstruidos, podría crear una demanda de aire artificial significativa).

Velocidad del aire, debido a que al circular por la tubería se generan pérdidas por fricción debido a la rugosidad y al diámetro de ésta (el empleo de tuberías de tamaño mayor o menor del necesario, mal configurado podría crear una demanda de aire artificial significativa).

- **Una red de aire comprimido cuenta con los siguientes elementos**

**Filtro:** retiene las impurezas del aire que ingresa al compresor (El aire de la atmósfera contiene una gran cantidad de partículas de polvo y vapor de agua que si no se eliminan pasan al depósito a través del compresor y circulando a lo largo de las tuberías pueden ocasionar serios daños, como por ejemplo desgastes rápidos y funcionamientos incorrectos).

**Compresor:** máquina donde el aire es comprimido y ocurre la transformación de energía de mecánica a neumática (aparatos que proporcionan energía a las herramientas y máquinas de construcción gracias a su sistema de funcionamiento, basado en tomar gas aire en la mayoría de las ocasiones, que después comprimen en un espacio reducido, el tanque).

**Post-enfriador:** separa gran cantidad de la humedad presente en el aire que se encuentra como agua.

**Tanque de almacenamiento:** lugar de acumulación de aire comprimido donde a la vez el agua del aire se separa por acción de gravedad y se la extrae de éste mediante una válvula de purga.

**Filtros de línea:** logran una calidad adecuada del aire para su aplicación final mediante su purificación.

**Secadores:** extraen la mayor cantidad de agua que permanece en el aire, con el fin de obtenerlo lo más seco posible.

**Elementos adicionales:** unidades de mantenimiento (FRL: filtro, regulador de presión, lubricante), válvulas de purga, secadores.

- **Preparación del aire comprimido**

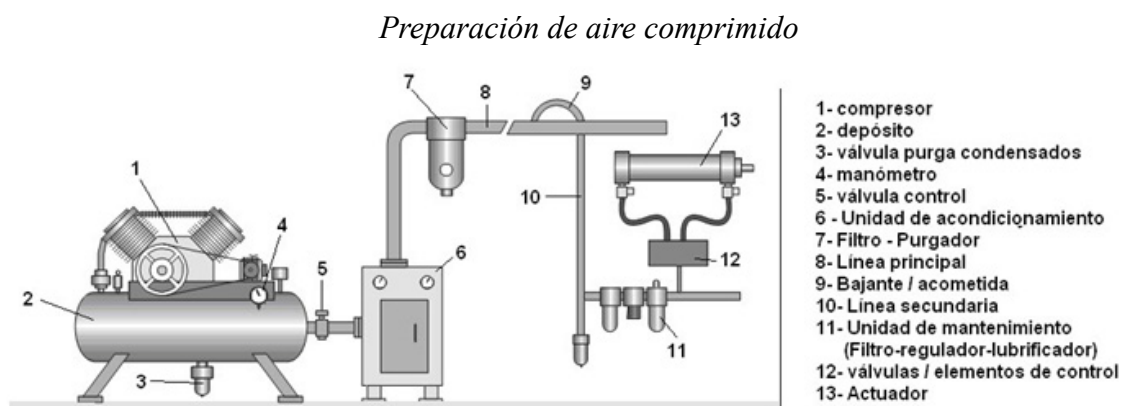
Se piensa equivocadamente que el aire comprimido es una fuente de energía económica por la disponibilidad del aire que se encuentra en la atmósfera, pero de hecho puede llegar a ser 10 veces más cara que la electricidad si se tiene en cuenta todos los costes de generación, transmisión, tratamiento e instalación. Una buena preparación del aire debe considerar por tanto el consumo de energía del sistema y el equipo necesario para el tratamiento del aire.

El aire producido y conducido hasta los puntos de servicio debe ser tratado antes de ser utilizado por un equipo o herramienta. De esta manera se incrementará la vida útil de estos equipos y la calidad de las operaciones realizadas con ellos. El tratamiento del aire tiene por objeto disminuir las impurezas que pueden estar formadas por agua, polvo, óxido, aceite procedente de la lubricación del compresor, partículas, herrumbres y de igual manera dependiendo del caso eliminar o disminuir el contenido de agua, y además dotarlo de cierta cantidad de aceite para la lubricación de la maquinaria neumática.

El agua origina un desgaste prematuro en los componentes neumáticos, ya que arrastra el aceite que lubrica las partes móviles, produce partículas de óxido en las tuberías de distribución, deteriora las tuberías flexibles y favorece la formación de hielo en ambientes de trabajo a baja temperatura. Las impurezas sólidas dañan las juntas y las partes móviles de los componentes.

La finalidad de la preparación del aire consiste en conseguir que el aire comprimido tenga la calidad que exige la unidad consumidora preparándolo en lo mínimo posible, aunque siempre tanto como sea necesario. En otras palabras, el aire comprimido debe estar tan limpio como sea indispensable, (Ortíz, 2014).

Figura 1





- Nota. Se puede observar en la figura los elementos necesarios desde el compresor hasta el actuador y el camino que se recorre, (Solé, 2010).

- **Electroneumática básica**

Los sistemas neumáticos se complementan con los eléctricos y electrónicos lo que les permite obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad.

En electroneumática, la energía eléctrica sustituye a la energía neumática el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando. Los elementos nuevos y/o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos, (Carmona y Pérez, 2014).

## **Conclusiones**

Con esta revisión se ha llegado a la conclusión de que es requerido tomar en cuenta una diversidad de leyes relacionadas con la neumática e hidráulica para la construcción de este manipulador.

Como se ha descrito es requerido la realización de algunos procedimientos a fin de mejorar la continuidad del trabajo en el montaje de los autos en la industria automotriz y en especial a la mencionada de Volkswagen en Puebla lo que disminuiría los trabajos muertos.

Es requerido continuar con esta investigación a fin de continuar con los elementos de diseño, construcción, prototipado, pruebas y montaje directamente en el área mencionada.

## Referencias

- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An update. *Lean construction Journal*.
- García, C. (2015). Ingeniería Mecánica. <https://ingenieriamecanicacol.blogspot.com/2015/05/historia-de-la-automatizacion-neumatica.html>
- Carmona, J. y Pérez, J.A. (2014). *Diseño electroneumático para máquina de doblado y planchado de prendas*. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5258/621815P438.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Castañeda, H. (2016). *Media*. <http://media.utp.edu.co/tecnologia-mecanica/archivos/M%C3%93DULO%201.pdf>
- Koskella, L., Ballard, G. y Tanhuanpää, V.P. (1997). *Towards lean design management en Proceedings of the 6th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, Gold Coast, Australia*.
- Nahmias, S. (2005). *Análisis de la producción y las operaciones*. 5ta. Edición. Mc Graw Hill.
- Ortíz, A. (2014). *Aplicaciones industriales para el laboratorio de Neumática de la Universidad Católica* [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Guayaquil.
- Perdomo, V. (2016). Usos y aplicaciones de la neumática. <http://isabel2197.blogspot.com/2016/05/campos-de-la-neumatica.html>
- Solé, C. (2010). *Neumática e hidráulica*. Macombo.
- Solé, C. (2011). *Neumática e hidráulica* Segunda Edición. Marcombo.
- Soneira, E. (2017). *CEAC*. <https://www.ceac.es/blog/introduccion-la-neumatica>



**UVP**

UNIVERSIDAD  
DEL VALLE DE PUEBLA

3 Sur 5759 Col. El Cerrito C.P. 72440, Puebla, Pue.

**Yo lo hago realidad**

📍 🐦 📺 📷 | [www.uvp.mx](http://www.uvp.mx) | [#YolohagoUVP](https://twitter.com/YolohagoUVP)