

# “Implementación de un Sistema de Aire Comprimido para un Taller de Mecánica Automotriz”

Carlos Fernando ZhimnaycelaReino

Dario Alfonso Camposano Filian

PROTMEC

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, km 30.5 vía perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

[carlozreino@hotmail.com](mailto:carlozreino@hotmail.com); [cafezhim@espol.edu.ec](mailto:cafezhim@espol.edu.ec); [daracamp@espol.edu.ec](mailto:daracamp@espol.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Director de Proyecto de graduación

Ing. Oscar Guerrero

[oguerrer@espol.edu.ec](mailto:oguerrer@espol.edu.ec)

## Resumen

*En este proyecto de graduación se encontrara una guía práctica para la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de un sistema de aire comprimido.*

*Para calcular el consumo total del sistema, se hacen las estimaciones de equipos a utilizar, la forma que debe determinarse la unidad compresora con su respectivo factor de seguridad en el caso de aumentar el consumo del sistema.*

*Se diseña la red de tuberías, se calcula el diámetro de la tubería, la caída de presión y selecciona la tubería que se encuentre en el mercado, se muestran las normas de seguridad para el uso del equipo neumático y el equipo de protección personal requerida para trabajar en el área.*

*El proyecto de graduación contiene también información acerca del mantenimiento preventivo del compresor. Información de los equipos y accesorios que usted puede utilizar para facilitar las purgas en el sistema, evitar las vibraciones y el porcentaje de inclinación que debe tener el sistema de aire comprimido.*

## Abstract

*In this graduation project you will find a practical guide for the installation, setup and maintenance of a compressed air system.*

*The total consumption of the system is done evaluating the load of the equipment to be used and the safety factor.*

*The consideration to take into account are the Design of the pipe layout, the diameter of the pipe selected in the marketplace, with this in mind it is calculated the pressure drop, special attention should be observed to comply with the safety regulations for the use of the pneumatic equipment and personal protective equipment required for these in the work area.*

*The graduation project also contains information about the preventive maintenance of the compressor, equipment information and accessories needed to use to purges the system, prevent vibration and the maximum inclination allowed for the compressed air system in order to operative and increase the service time of the equipment and parts.*

## 1. Unidad compresora

La rehabilitación de un compresor abandonado, es un reto para nosotros gracias a que no se tiene información de ningún tipo sobre esta máquina. Cuando se trabaja con equipos de segunda mano, la revisión de cualquier equipo o maquina de trabajo, es de vital importancia. Puesto que del uso de la misma, influirá en: el funcionamiento del sistema, que en nuestro caso es neumático. También influye en el costo de reparación, así como también en la seguridad de las personas que trabajaran día a día junto a este equipo.

### 1.1. Neumática

La tecnología de la neumática ha ganado una importancia muy grande en el campo de la racionalización del lugar de trabajo. Ciertas características del aire comprimido han hecho este medio bastante adecuado para usarlo en las, modernas plantas de fabricación y producción. Por lo tanto, es importante que los técnicos e ingenieros tengan un buen conocimiento en este tema.

### 1.2. Aplicación de neumática

En la actualidad las herramientas y accesorios accionados por aire comprimido son una imagen común en cada una de las industrias. Con la introducción de la neumática en el proceso de fabricación, la industria se beneficia con un medio más barato de automatización, el cual, si utiliza con buen juicio, puede llevar el costo de producción hacia un nivel mucho más bajo. Las siguientes características son las que hacen posible todas las ventajas de la neumática.

- Amplia disponibilidad de aire
- Compresibilidad del aire
- Facilidad para transportar el aire en recipientes a presión, contenedores y tubos largos
- Características del medio de ser a prueba de incendio
- Construcción sencilla de los elementos neumáticos y facilidad de su manejo
- Alto grado de facilidad de control de presión, velocidad y fuerza
- Posibilidad de un fácil, pero razonablemente confiable, control de distancia
- Mantenimiento más fácil
- Características del medio de ser a prueba de explosión

## 2. Mantenimiento de la Unidad Compresora

El compresor de tornillo de la marca TWISTAIR ha estado abandonado por más de diez años, así que en este capítulo, evaluaremos el estado del compresor y el tipo de mantenimiento que necesita, así como los cambios y adaptaciones realizados, para que el compresor este operativo. Especificaciones en la tabla 1.

**Tabla 1.** Especificaciones del compresor

Potencia	30 HP
RPM	5313
CFM máx.	120
PSI máx.	150

### 2.1. Estado del compresor

Luego de la limpieza del compresor, observamos a simple vista, que este, tenía una fuga de aceite en la tubería, junto al filtro de aceite, y partes fuera de servicio (dañadas), como: una termocupla, una electroválvula, el visor de nivel de aceite y el intercambiador de calor, entre los principales.

### 2.1. Mantenimiento

El mantenimiento es el control constante de las instalaciones y/o componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema.

Objetivos.

- Mantener las instalaciones en buen estado de funcionamiento.
- Limitar el envejecimiento de los equipos.
- Mejorar las condiciones de trabajo y la seguridad del personal.
- Mejorar el rendimiento de las instalaciones.
- Disminuir el tiempo de las reparaciones.
- Eliminar al máximo los paros de producción.

#### 2.1.1. Mantenimiento Correctivo

Busca la mejora de un material, por medio de estudios sistemáticos, que consideran:

- Estado del material.
- Condiciones de funcionamiento.
- Evolución de los costos de explotación y mantenimiento.
- Rendimiento cualitativo y cuantitativo.
-

### 2.1.2. Mantenimiento Preventivo

Evita la indisponibilidad accidental del material por medio de intervenciones preventivas, este mantenimiento debe evitar fallos, antes de que estos ocurran, aquí se incluye el cambio de piezas desgastadas, de aceites, etc.

### 2.1.3. Mantenimiento Curativo

Este mantenimiento se ocupa netamente de la reparación pero eliminando las causas que han producido las fallas.

Políticas convenientes:

- En los materiales en los que el costo de avería no sea mayor al de los costos de renovación preventiva.
- Para los componentes de rotura por fatiga, cuya probabilidad de avería es constante a lo largo de su vida.
- Para equipos antiguos de poca utilización cuya indisponibilidad no afecta al sistema productivo.

## 3. Seguridad industrial

La seguridad industrial es, el conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas empleados para prevenir accidentes, tendientes a eliminar las condiciones inseguras del ambiente y a instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implementación de prácticas preventivas.

## 4. Instalación de tubería de aire

Las redes de aire comprimido, de forma general, se conforman de dos partes:

- Línea principal
- Líneas secundarias

La línea principal es la que sale de la central compresora, lleva el aire a los distintos puntos de utilización, se suele disponer de dos formas:

- En circuito abierto.
- En circuito cerrado.

### 4.1 Consumo del sistema

Presentamos una lista de máquinas que se utilizarán en el taller de Mecánica Automotriz de la Escuela de Conducción, con la presión mínima y máxima de trabajo, así como el consumo total en CFM y en m<sup>3</sup>/h, estos mismos datos, nos servirán más adelante para el cálculo del diámetro de la tubería a utilizar. Ver tabla 1.1.

Tabla 2. Equipos y consumo del sistema

EQUIPOS Y CONSUMO				
	HERRAMIENTAS	PSI	CFM	m <sup>3</sup> /h
a	Pistola de Torque	70-100	5,60	9,52
b	Test para Radiador	70-100	1,00	1,70
c	Lavadora de Carros	120-150	1,00	1,70
d	Línea de Aire	120-150	1,50	2,55
e	Aspiradora de Aceite	120-150	6,50	11,05
f	Pistola Engrasadora	120-150	3,00	5,10
<b>Consumo Total</b>			<b>18,60</b>	<b>31,62</b>

## 4.2 Diámetro de tubería.

Al tender la tubería neumática para el sistema, se debe tener suficiente cuidado y poner atención en ver que la caída de presión, desde el punto de generación hasta el de consumo, permanezca tan baja como se pueda. Por razones económicas, siempre es mejor si la caída total de presión se limita a un valor máximo de 0.1 bar, o incluso menos. Ahora se dará un ejemplo del cálculo del diámetro de una tubería.

Nota: Los CFM totales se los tomara como 20 y no 18,60.

Datos:

Caudal = 34 m<sup>3</sup>/h (20 CFM)

Velocidad = 8 m/s (velocidad máxima con la que el aire circulara dentro de la tubería)

Desarrollo:

Se procede a cambiar de unidades de los datos, para empezar;

$$\frac{20 \text{ pie}^3}{1 \text{ min}} \times \frac{12^3 \text{ pulg}^3}{1 \text{ pie}^3} \times \frac{0.0254^3 \text{ m}^3}{1 \text{ pulg}^3} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times 2^*$$

$$= 67.96 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\frac{67.96 \text{ m}^3}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.01888 \text{ m}^3/\text{s}$$

(\*se multiplica por 2 porque el taller tiene planes de adquirir herramientas neumáticas de mayor tamaño, dado este caso, se utilizó este factor de seguridad.

Teniendo los datos listos, se halla el área interior de la tubería;

$$C = A \times V$$

En dónde;

C= caudal del sistema

A= área de la tubería

V= velocidad del aire dentro

de la tubería.

Despejando A;

$$A = \frac{C}{V}$$

$$A = \frac{0.01888 \text{ m}^3/\text{s}}{8 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.00236 \text{ m}^2$$

Con el área, podemos determinar el diámetro interior de la tubería;

$$A = \pi \frac{D^2}{4}$$

En dónde; A= área interior de la tubería.  
D= diámetro interior de la

tubería.

Despejando D;

$$D = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0.00236 \times 4}{\pi}}$$

$$D = 0.0548 \text{ m}$$

Llevando a una mejor visualización;

$$D = 0.0548 \text{ m} \times \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = 54.8 \text{ mm}$$

Así entonces se puede decir que necesitamos en este primer tramo de la tubería total, un tubo que tenga un diámetro interno de 54.8 mm. Pero en el medio comercial no se encuentra, ni existe, un tubo con esta dimensión, con ayuda una tabla 1.2 de tubos normalizados; se encuentra el tubo adecuado:

Tabla 3. Diámetros de tuberías

Tamaño Nominal	Diámetro Exterior	ASTM A-53 CEDULA 40			
		Espesor Pared	Presión P.S.I.	Peso Kilos	Diámetro interno
1/8"	10.30	1.73	700.00	2.16	6.84
1/4"	13.50	2.24	700.00	3.72	9.22
3/8"	17.50	2.31	700.00	5.10	12.48
1/2"	21.40	2.77	700.00	7.56	15.76
3/4"	27.00	2.87	700.00	10.08	20.96
1"	34.01	3.38	700.00	15.00	26.28
1 1/4"	42.09	3.56	1000.00	20.28	35.08
1 1/2"	48.40	3.68	1000.00	24.30	40.94
2"	60.30	3.91	1000.00	32.58	52.48
2 1/2"	76.20	5.16	1000.00	51.72	62.88
3"	88.90	5.49	2220.00	67.68	83.41
4"	114.30	6.02	1900.00	97.26	108.28
5"	141.30	6.55	1670.00	130.56	128.20
6"	166.00	7.11	1520.00	169.38	154.08

Tabla 1.2.

### 4.3. Caída de presión

Debido a la fricción del flujo en el interior de la tubería, a otras pérdidas y resistencias, siempre existe una caída en la presión del aire saliente. Los ingenieros han aplicado diversas fórmulas empíricas para

calcular la caída de presión. En seguida se muestra una formula muy común:

$$\Delta p = \frac{1.6 \times 10^3 \times Q^{1.85} \times L}{D^5 \times P_1}$$

en dónde;

$\Delta p$  = caída en la presión, en Pa.

$L$  = longitud de la tubería, en m.

$Q$  = volumen del aire libre, en m<sup>3</sup>/s.

$D$  = diámetro interior del tubo, en m.

$P_1$  = presión absoluta del aire a la entrada del tubo, en Pa.

### 5. Comprobación del funcionamiento del sistema.

Luego de haber concluido con el trabajo, es vitalmente necesario, revisar cada una de las partes cambiadas o adaptadas, así como sistemas construidos, tal es el caso del sistema de tuberías que llevaran el aire comprimido, ya que un fallo en una de las partes del sistema, pondrá en riesgo el funcionamiento del sistema y algo más importante es que pondrá en riesgo, nuestra reputación como nuevos profesionales. A continuación presentaremos las partes que representaron algún tipo de problema, y que se las resolvió sin ningún inconveniente para que el sistema trabaje de la forma requerida.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

- El proyecto de grado es la mejor manera de poner en práctica lo aprendido a lo largo de nuestra carrera universitaria valorando y comprendiendo así, todas y cada una de las pruebas que nuestros profesores nos hicieron en el transcurso de las clases.
- Aunque la materia prima con que funciona el sistema de aire comprimido es muy barato, por el hecho que se lo toma directamente de la atmosfera; no obstante, no es muy económica la ejecución de compresión.
- La detección de fugas en las tuberías resulta una misión un poco complicada, porque por lo general se la detectan por medio del sonido que generan. Pero en un ambiente muy

ruidoso, como el de un taller, se convierte en una tarea compleja.

- En la instalación de las tuberías del sistema de lubricación-enfriamiento fueron utilizados dos tipos de sellantes, teflón líquido y convencional (cinta). La mejor opción fue el teflón convencional porque el riesgo de fugas es muy bajo.

## 6.2. Recomendaciones

- En el primer diseño de la tubería se consideró solo tener aire comprimido en una sección del taller, pero considerando la capacidad del compresor y la futura necesidad de ampliar el taller, se colocó accesorios de tubería en “T” con tapón para que se instalen nuevos segmentos de tubería.
- Se realizó un mantenimiento del cableado eléctrico y sus conexiones, dejando el control eléctrico original, con sus contactores y relés. Se recomienda, para un futuro proyecto, cambiar este sistema por un control moderno como puede ser un sistema de control por PLC (controlador lógico programable).
- Para el funcionamiento efectivo del sistema, y para evitar daños por corrosión en la tubería de aire comprimido, se debe purgar el sistema ya que el aire que está en el ambiente tiene gran cantidad de agua.
- El compresor debe ser manipulado solo por personal autorizado, utilizando el debido equipo de protección personal y respetando las señales de seguridad.

## 7. Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Oscar Guerrero por su apoyo incondicional y desinteresado en la realización de este proyecto. Así como también a nuestras familias por darnos la oportunidad de prepararnos para contribuir con las personas y el país.

## 9. Referencias

- [1]NEUMÁTICA, Thomson & Paraninfo, SMC International Training 2 edición, 2003.(Capitulo 2 pág. 31)
- [2]SISTEMAS NEUMÁTICOS – PRINCIPIOS Y MANTENIMIENTO, S. R. Majumdar, McGRAW-HILL, 1998 (pág. 20-35).
- [3]MANUAL DE MECANICA INDUSTRIAL, Neumática e hidráulica, Cultural S.A., 1999.(Cap. 3)
- [4]<http://www.definicionabc.com/motor/motor-electrico.php>
- [5][http://www.caballano.com/aire\\_comprimido.htm](http://www.caballano.com/aire_comprimido.htm)
- [6]<http://www.uji.es/bin/serveis/prev/docum/notas/airecom.pdf>
- [7]<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/segehigienework.htm>