

Aire comprimido el fluido vital de las máquinas

Marcelo A. Cassani



Los contaminantes del aire comprimido tales como la humedad, aceites y polvos son los principales agresores de los componentes neumáticos, atacan directamente a los elementos suaves (sellos) impidiendo la correcta estanqueidad y libre deslizamiento de sus partes.

Una vez que se presenta este problema, es de esperarse que se de en todo el circuito en general con fallas escalonadas y frecuentes. Como cualquier problema es más fácil y económico su prevención que su corrección, sin embargo, no existe un receta mágica para todas las plantas, sino por el contrario, es necesario dar una solución específica para las características de cada planta productiva.

La intención del presente documento es mostrar cuáles son los principales contaminantes del aire comprimido y cuáles son las recomendaciones de cómo eliminarlos. Por lo que invito al lector a continuar leyendo el presente en el que seguramente encontrará una respuesta a sus inquietudes para mejorar la calidad del aire utilizado en su planta.

1. La Calidad del aire comprimido

La contaminación se adquiere en el mismo momento en que se genera el aire comprimido, por esta razón analizaremos brevemente su generación, aunque no es intención de este documento ser extensivo en este punto.

El aire atmosférico es un gas incoloro, inodoro e insípido que está constituido por una mezcla de gases, principalmente nitrógeno y oxígeno, entre otros. Algunos de los principales contaminantes se encuentran de forma natural suspendidos en el aire, tales como: vapor de agua y partículas sólidas (polvo, arena, hollín y cristales de diferentes sales).

Siendo el aire una mezcla, sus componentes pueden separarse si el aire es enfriado, sus diferentes componentes se separan por destilación.

Pero, ¿Qué contaminantes se encuentran en el aire comprimido y causan tantos trastornos a nuestro circuito neumático y por consiguiente a nuestras maquinas?

- 140 millones de partículas en cada m³
- 23 gramos de agua por m³ (a 25°C)
- Agentes abrasivos tales como los aceites usados en la compresión del aire.
- el óxido que se produce y desprende de la red de aire comprimido.

La calidad del aire comprimido en el punto de consumo (máquina), viene definida por tres parámetros.

- pureza, referida a la humedad y a la suciedad por partículas sólidas contenidas en el aire
- presión, referida al valor adecuado y constante
- lubricación, de acuerdo al área de aplicación

La pureza del aire comprimido está influenciada por:

- la calidad del aire de aspiración
- filtro de aspiración
- tipo de compresor utilizado

- mantenimiento del compresor
- separador de partículas sólidas contenidas
- refrigerador posterior
- sistemas de distribución de aire (tubería, disposición, etc.).

Todo el aire aspirado por el compresor, contiene una cantidad de agua en forma de vapor que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente.

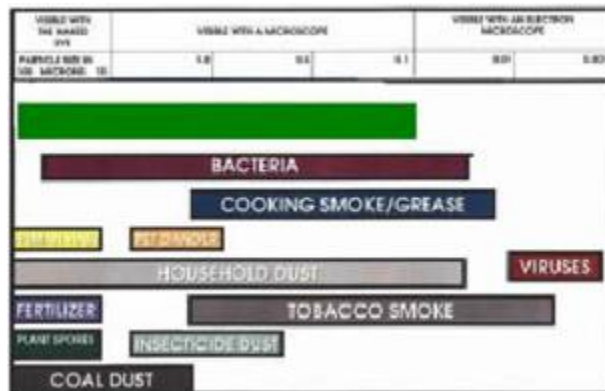
Los filtros de aspiración eliminan aproximadamente un 96 a 99% del polvo y suciedad que contiene el aire, pero sólo eliminan un 25% del número total de partículas suspendidas. Cuando estos filtros de aspiración se encuentran en condiciones precarias de mantenimiento, los porcentajes disminuyen.

Los filtros de aspiración de los compresores convencionales, no detienen partículas pequeñas, aerosoles, vapores ni gases. Por otra parte, el proceso de compresión incrementa la concentración de contaminantes.

2. Partículas sólidas

Prácticamente todos los compresores, algunos más que otros, añaden partículas de desgaste y aceite de su propio cuerpo al flujo de aire, esto por su propio funcionamiento y diseño.

Las partículas sólidas en los sistemas de aire comprimido, varían en naturaleza desde partículas de polvo y de humos, hasta partículas de herrumbre, de polvo de metal, etc. Tales contaminantes con el paso del tiempo pueden bloquear debido a su tamaño, orificios de herramientas e instrumentos.



El aire comprimido tiene una amplia gama de aplicaciones industriales, cuyos requerimientos de calidad de aire varían de unas a otras. Por ejemplo, los sistemas de instrumentación y control, necesitan aire relativamente a baja presión, exento de agua, aceite y partículas extrañas. Los elementos de trabajo en cambio, requieren aire a más alta presión, limpio, con escasa humedad y que contenga un lubricante. Si una máquina neumática, tiene que proporcionar un rendimiento óptimo, con una vida de trabajo máxima, es evidente que el aire comprimido ha de prepararse adecuadamente. Los factores del que depende tal preparación, son función de:

- presión
- grado de secado
- pureza
- contenido de lubricante

3. Suministro de aire comprimido

Suministrar aire comprimido no es solamente conectar un compresor a una máquina, por el

contrario, es todo un proceso de generación, preparación, distribución y alimentación del aire para que este llegue en las condiciones óptimas de acuerdo a la aplicación. Este proceso esta compuesto de las siguientes etapas:

- Unidades compresoras de aire.
- Depósito de aire.
- Secador (frigorífico o adsorción)
- Filtro colector de polvo.
- Red de distribución.
- Unidades de regulación-filtrado-lubricación.

4. Unidades compresoras de aire

Los compresores trabajan con dos principios físicos fundamentales, por desplazamiento o por aceleración de fluidos.

4.1. Compresores de desplazamiento positivo.

El principio de desplazamiento se basa en la reducción del volumen del aire. Esta reducción provoca un aumento de presión que es proporcional a la disminución de dicho volumen. Los compresores de este tipo pueden, por otra parte, subdividirse en alternativos y rotativos.

4.2. Compresores de émbolo o pistón (alternativos).

Estos compresores son del tipo de desplazamiento positivo, son los más comúnmente utilizados. Existen de simple y doble efecto. El nombre de simple efecto o doble efecto lo reciben por su capacidad de comprimir el aire al avance o en ambos sentidos, respectivamente. Los compresores alternativos, existen en las versiones lubricada y sin lubricar. Estos últimos incorporan segmentos y bandas de desgaste, de Teflón (PTFE).

Los compresores del tipo entroncado, no lubricados, son secos, con rodamientos lubricados permanentemente. Los del tipo cruceta tienen una biela más larga, de forma que la parte engrasada no tiene contacto con el aire que se comprime. En la figura 2 se muestran ejemplos de compresores de simple y doble efecto.

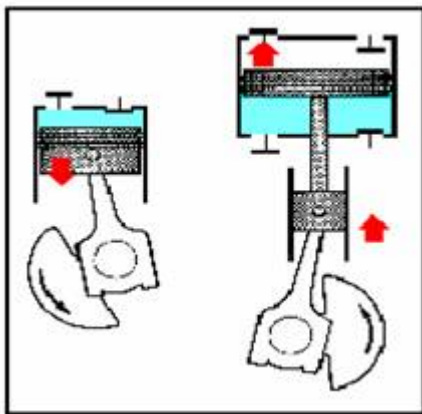


Figura N° 2: Compresor de émbolo (o pistón) de simple y doble efecto.

4.3. Compresores dinámicos (dinámica de fluidos).

Estos compresores usan aspas que giran a alta velocidad produciendo la aceleración del aire. Esta aceleración de aire se dirige hacia un difusor provocando la presión.

La energía total, en un flujo de aire en movimiento, siempre es constante. Cuando dicho flujo, atraviesa un orificio de mayor sección, la velocidad del mismo (energía cinética) se reduce, transformándose en presión.

Así mismo, la presión estática es más elevada en el orificio de mayor sección. Según diseño, los compresores dinámicos pueden ser centrífugos (radiales), axiales y radiaxiales (mezcla de los diseños anteriores). En general estos tipos de compresores son más adecuados, para grandes caudales y presiones relativamente bajas, aún cuando en máquinas de múltiples etapas la presión puede aumentarse.

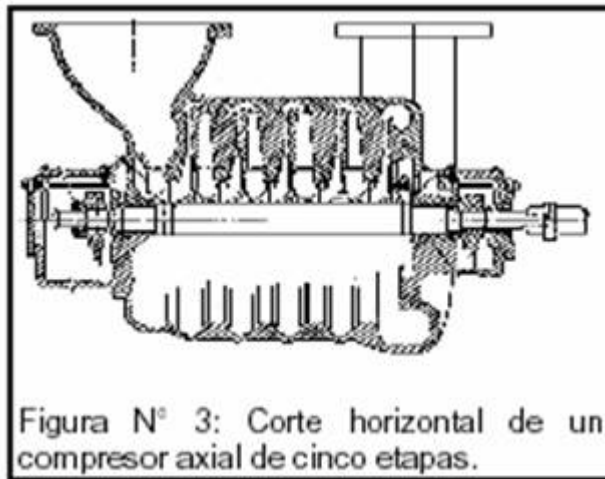


Figura N° 3: Corte horizontal de un compresor axial de cinco etapas.

5. Depósitos de aire

Una planta compresora incorpora normalmente uno o más depósitos de aire. Sus dimensiones han de adaptarse a la capacidad del compresor, sistema de regulación, presión de trabajo y variaciones del consumo de aire.

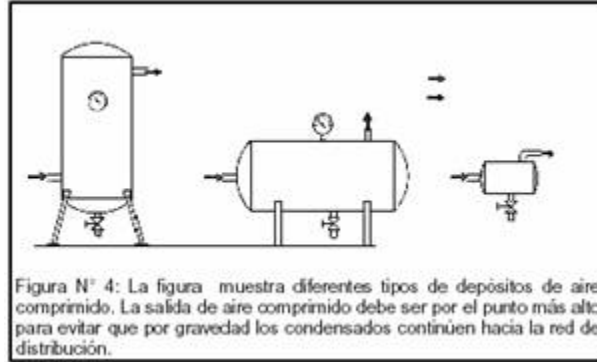
Los tanques almacenadores de aire sirven para:

- Almacenar aire comprimido para cuando la demanda momentánea exceda la capacidad del compresor.
- Incrementar la refrigeración y captar posibles condensados residuales y pequeñas gotas de aceite.
- Compensar las variaciones de presión que tengan lugar en la red de tuberías.
- Evitar ciclos carga-descarga del compresor demasiado frecuentes.

En los compresores con una presión efectiva de trabajo de hasta 9 bar y condiciones normales en el consumo de aire, el tamaño del depósito en unidades de volumen, debería ser alrededor de seis veces la capacidad del compresor, en las mismas unidades de volumen por segundo.

Para el funcionamiento de un compresor con arranque y parada automáticos, debe seleccionarse el volumen del depósito de acuerdo con el consumo de aire y capacidad del compresor, considerando que sólo pueden producirse diez arranques por hora, igualmente distribuidos, con arranques cada seis minutos. En este caso, la diferencia de presión entre parada y arranque debe ser más alta (alrededor de 1 bar).

Algunos tipos de depósitos de aire comprimido se muestran en la figura 4. Los depósitos de aire comprimido podrán instalarse en posición horizontal o vertical dependiendo del espacio libre en la sala de máquinas.



6. Secadores de aire

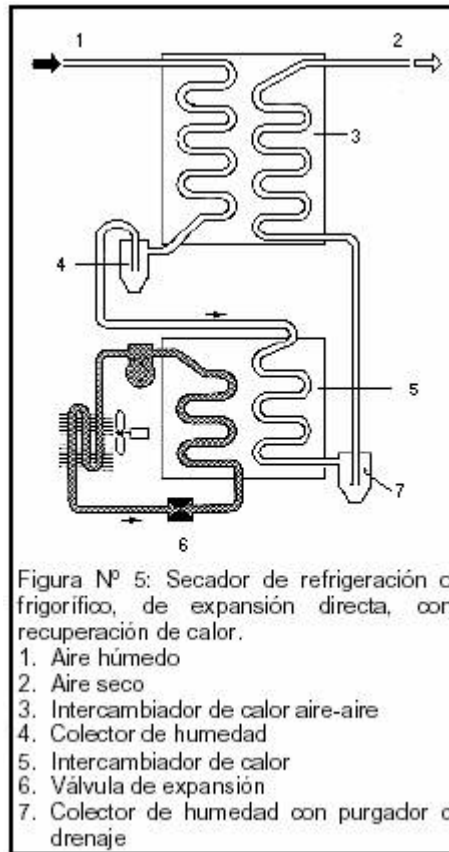
El aire comprimido, puede secarse mediante:

- condensación, obtenida por refrigeración,
- por absorción, y
- adsorción.

6.1. Enfriamiento y refrigeración

La capacidad del aire para retener el vapor de agua, disminuye con la temperatura, por lo que el método más utilizado para secar el aire comprimido, es el de instalar un secador por refrigeración.

El aire comprimido se hace circular a través de una serpentina, que por disipación transfiere el calor a la atmósfera, a esta serpentina también se le conoce como intercambiador de calor aire-aire; sin embargo, el punto de condensación no es alcanzado lo suficientemente bajo como para secar el aire, por esta razón se coloca una segunda etapa, en la cual por medio de aire frío se hace disminuir la temperatura del aire comprimido entre los $+0.6$ y 0.3 °C, esto es con el objeto de que se produzca el punto de rocío sin llegar a la congelación de la humedad. El aire frío de la segunda etapa se genera a través de gas refrigerante.



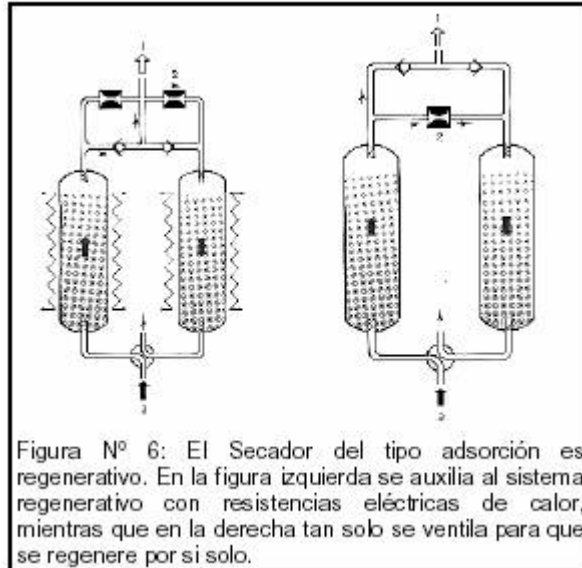
6.2. Adsorción

Otro de los métodos para extraer el vapor de agua del aire comprimido, es el de la adsorción. Aquí, las moléculas del vapor de agua, ya sea en fase líquida o gaseosa, son atraídas por la superficie de un sólido el cual se adhieren.

Dicho método, es uno de los más generalizados dentro del sector industrial. Los puntos de rocío que se obtienen, son también muy bajos.

El material que normalmente se utiliza como agente desecante son sustancias como el silicagel y la alúmina activada.

La adsorción es muy rápida, de tal forma que un contacto entre 0.1 y 0.5 segundos es suficiente. Una de las ventajas importantes de este método para secar el aire comprimido, es que la sustancia desecante es regenerable. La regeneración de la sustancia desecante se logra con la aplicación de temperatura a través de resistencias eléctricas, o por ventilación directa a la atmósfera.



7. Red de distribución de aire comprimido

Generalmente, la mejor forma de construir un sistema de tuberías, es la de anillo alrededor del área donde va a tener lugar el consumo de aire, tirando desde este anillo principal tuberías de alimentación a los diferentes puntos de consumo. De esta forma se obtiene para un consumo de trabajo intermitente un suministro de aire comprimido mucho más uniforme ya que el mismo fluye en dos direcciones.

Este sistema debería utilizarse para todas las instalaciones, a menos que existieran puntos de consumo bastante alejados de la planta compresora, en tales casos, dichos puntos deberían alimentarse por líneas principales separadas.

En todos los casos que la instalación sea aérea, en cada toma de aire deben colocarse las trampas de agua o cuello de cisne para evitar que los condensados y partículas trepen por la tubería hacia la máquina. Además, la tubería debe tener una inclinación de 1 al 2 % de la longitud total de la tubería, considerando el punto más alto por donde entra el aire comprimido.

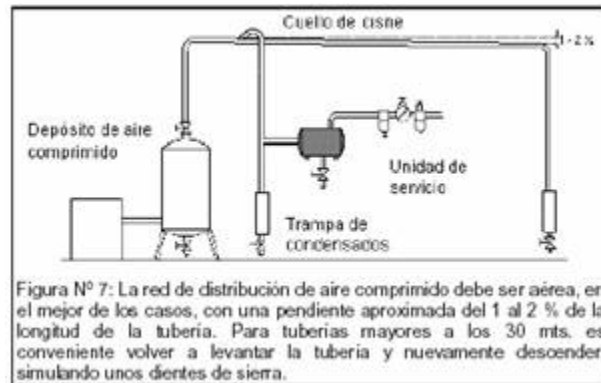
Esta pendiente se realiza con la intención de conducir los condensados hacia la parte más baja de la tubería, donde se eliminarán a través de una trampa de condensados o una purga manual.

8. Unidades de Tratamiento del Aire Comprimido

8.1. Filtros de aire

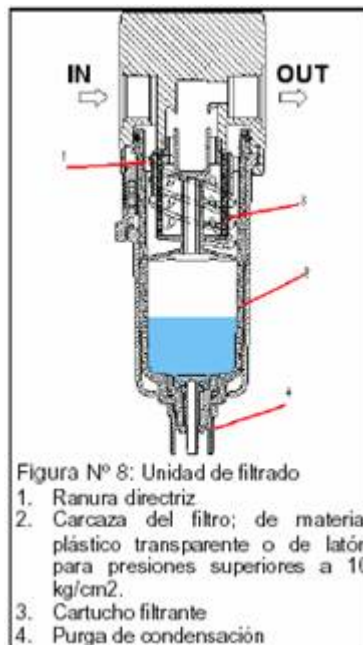
El aire comprimido transporta frecuentemente una cierta cantidad de agua libre, agua que se precipita en el sistema de tuberías en la forma de condensado, lo que puede producir la corrosión de los equipos conectados a dicho sistema.

Esta humedad puede existir aún cuando se utilicen sistemas de secadores de aire, claro esta que en una cantidad mucho menor. Así mismo, el aire comprimido transporta partículas desprendidas de las paredes de la tuberías, y partículas de desgaste del compresor; que en consecuencia originan atascamientos, desgastes y averías en los equipos de trabajo en utilización.



El filtro de la figura N° 8 tiene la misión de liberar al aire comprimido circulante de todas las impurezas y del agua en suspensión que aún quedan como resultado de las etapas anteriores.

Al entrar el aire comprimido en la carcasa del filtro (2) a través de las ranuras guía (1) es puesto en rotación elevando la velocidad de circulación, siendo proyectadas las gotas de agua existentes, por el enfriamiento y el efecto centrífugo. El condensado, impurificado con partículas de suciedad, se recoge en la parte inferior del vaso del filtro y debe ser evacuado al alcanzar la marca máxima de condensado, ya que de lo contrario sería de nuevo arrastrado por la corriente de aire y llegaría hasta el consumidor.



Las partículas sólidas mayores a los poros del cartucho del filtro (3) son retenidas por éste, por lo que puede obturarse en el transcurso del tiempo debido a estas partículas sólidas. Por este motivo, el cartucho filtrante debe limpiarse o cambiarse periódicamente. En caso de producirse una gran cantidad de condensado se recomienda instalar un purgado automático en sustitución del tornillo de purga manual (4).

8.2. Formas de filtración

La eliminación de las partículas contenidas en el aire comprimido se puede hacer por medio de filtros. Los filtros pretenden obstaculizar el paso de estas impurezas, reteniéndolas en su cuerpo.

Una vez que el cuerpo filtrante se ha saturado con las partículas contaminantes deberá de ser reemplazado o limpiado según sea el método de filtración que se haya elegido.

8.2.1. Filtración por superficie

Funciona por el principio de estrangulación en el que todas las partículas mayores al tamaño de los poros son retenidas.

La principal ventaja es que una solución simple y económica.

La desventaja es que filtra únicamente partículas sólidas, y no fluidos (sin embargo, algunos fluidos se filtran con un estrangulador ciclónico)

8.2.2. Filtro de micro multi-capas

Este filtro tiene la forma de cilindro hueco y consiste en varias capas filtrantes, soportadas en un tubo metálico.

El filtro no solamente remueve las partículas sólidas, sino también retiene fluidos como agua y aceite.

El material de pequeñas rendijas colecta el fluido y directamente lo manda hacia la parte inferior.

Como principales ventajas podemos mencionar que filtra partículas y fluidos y tiene una gran superficie de contacto.

La desventaja de este tipo de filtro es la caída de presión que genera en el sistema.

Todas las unidades de mantenimiento o servicio Pneumax cuentan con filtros estándar de 50, 20 o 5 micrones. En el caso de los filtros coalescentes, tienen un filtro con eficiencia de 99,97% para partículas de mas de 0,1 micrón.

Las características que deben cumplir los filtros se especifican mediante normas internacionales. A continuación se describe la norma ISO para filtros.

Clase	Tamaño de partículas μ	Punto de rocío en $^{\circ}\text{C}$	Máximo contenido de aceite mg/m^3
1	0,1	-70	0,01
2	1	-40	0,1
3	5	-20	1
4	15	+3	5
5	40	+7	25
6	-	+10	-

A continuación detallamos algunos ejemplos de calidad de aire comprimido requerido.

Aplicaciones	Clase		
	Sólidos	Agua	Aceite

Minas	5	7	5
Limpieza	5	6	4
Máquinas de soldado	5	6	5
Máquinas y herramientas	5	4	5
Cilindros neumáticos	3	4	5
Emàquetado	5	4	3
Sensado	2	2-3	2
Industria alimenticia	2	4	1
Procesos de fotografía	1	2	1

8.3. Regulador de presión

En el suministro de aire comprimido es bastante común que se produzcan variaciones en la presión. Estas se deben principalmente, a los cambios en el consumo de aire. Una presión demasiado elevada, origina un gasto mayor de energía incrementando su costo innecesariamente. Por otra parte también incrementa el desgaste de las partes de las herramientas y conexiones. Tales problemas pueden resolverse instalando reguladores de presión, después del filtro de aire. Un regulador reduce una presión de aire primaria elevada, a una presión secundaria adecuada para el trabajo.

El regulador tiene la misión de mantener constante el consumo de aire y la presión de trabajo (presión secundaria) con independencia de la presión de la red variable (presión primaria). La presión de entrada es siempre mayor que la presión de salida. La válvula de presión regula la presión secundaria mediante una membrana (1). Una de las caras de la membrana es impulsada por la presión de salida, y en la otra parte se coloca un muelle (2) cuya fuerza es regulable por un tornillo de ajuste (3). De este modo puede graduarse la presión secundaria.

Al aumentar la presión de salida, la membrana se mueve venciendo la fuerza del muelle, por lo que la sección de paso en la junta de la válvula varía de modo continuo o se cierra por completo, regulándose la presión de salida a través del caudal que circula. Al tomarse aire, desciende la presión y la fuerza del muelle hace que se abra la válvula. La regulación de la presión de salida implica un constante abrir y cerrar de la válvula. Con el fin de que no se presenten fenómenos de vibración, se monta sobre el plato de la válvula (6) un sistema de amortiguación por aire o por resorte (5). La presión de salida, igual a la presión de trabajo, es indicada por un manómetro.

Existen dos clases de reguladores, con o sin orificio de escape.

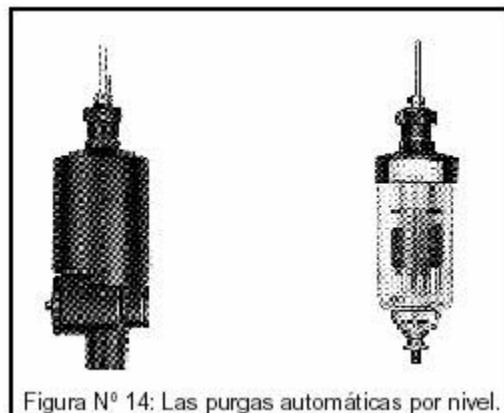


Figura N° 14: Las purgas automáticas por nivel.

En el caso de los reguladores sin escape si se baja la presión secundaria accionando el tornillo de ajuste, debe haber un consumo por parte del secundario con el fin de que se rebaje la presión al

valor previamente establecido. En el regulador con escape, la presión más alta establecida de antemano es purgada al exterior a través del orificio destinado a este fin hasta que se alcanza la presión secundaria ajustada. En este tipo no se precisa ningún consumo en el secundario.

8.4. Lubricadores

La mayor parte de los equipos neumáticos requieren lubricación. El lubricante se suministra generalmente con el aire comprimido, y esto no sólo reduce la fricción entre las partes móviles, sino que además, el aceite protege a los equipos contra la corrosión interna y produce sellados interiores mucho más efectivos.

Debe de observarse que la presencia de aceite en el aire comprimido, luego de salir de un compresor lubricado, tiene solamente un valor limitado como lubricante, ya que éste se ha visto sometido a elevadas temperaturas dentro de la unidad compresora, de tal modo, que este aceite se comporta más como abrasivo que como elemento de protección, por lo que no es conveniente en el aire comprimido por lo tanto es necesario eliminarlo. El aceite que se aplica en los lubricadores después de la unidad de filtrado y de regulación es de características de viscosidad especiales, además de estar limpio por lo que sí cumple con los requerimientos antes señalados. Los lubricadores por niebla de aceite proporcionan al aire comprimido un suministro continuo de lubricante en forma atomizada. La cantidad de lubricante suministrada es directamente proporcional al consumo de aire comprimido. Tales lubricadores pueden utilizarse con capacidades que oscilan entre 0.12 y 420 litros por segundo. La caída de presión que originan es muy pequeña, por lo que no afecta el rendimiento de la unidad de mantenimiento.

La figura representa la sección de un lubricador, siendo el sentido de la corriente de aire de P1 hacia P2.

Una válvula reguladora hace que una parte del aire circule a través de la tobera hacia el depósito de aceite; en este último, el aire se satura de aceite y, por la acción de la sobre presión en el depósito y el efecto de aspiración (por la baja presión), el aire circula desde el depósito a través del tubo de plástico y aparece en el recinto en forma de goteo. Mediante el tornillo de ajuste, existe la posibilidad de ajustar las gotas de aceite por unidad de tiempo. A la salida se consigue una desviación del aire saturado de aceite por lo que las gotas gruesas caen en el depósito y la niebla oleosa pasa a la corriente de aire.

Aquí se mezcla con el aire circulante en una proporción que es función de la fuerza del resorte de la válvula de regulación y de la diferencia de presión entre P1 y P 2. Según el tipo del lubricador sólo puede reponerse el aceite con el aire comprimido desconectado, pero en los tipos más recientes puede hacerse también con el aire circulando.

Con el fin de conseguir una unidad de mantenimiento completa, el filtro, el regulador y el lubricador se agrupan en un conjunto uniéndolos mediante dos manguitos dobles. En los diseños nuevos, el filtro y el regulador se combinan en una sola unidad y al que se le puede añadir la unidad lubricadora, esto permite tener una sola unidad de servicio para la preparación del aire comprimido.

La conveniencia de trabajar con los equipos Pneumax es su diseño modular que permiten formar la unidad que más convenga a la máquina que alimentan. Tómese en cuenta que dentro de una misma máquina pueden existir diferentes requerimientos de presión, así como de lubricación. Por esto las unidades de servicio modulares son una solución económica para cada proceso en particular.

- Filtro (50, 20 y 5 micrones).
- Filtro coalescente.
- Filtro regulador.
- Regulador de presión.

- Unidad de servicio.
- Lubricador.

8.5. Purgas automáticas

Los condensados deben ser periódicamente purgados de las trampas de condensados, ya que de otra manera la humedad podría llegar nuevamente hasta la misma red de distribución. Cuando esta purga es ejecutada de forma manual se corre el riesgo que el encargado de tal tarea no la realice, o que debido a las temporadas más húmedas, sea necesario purgar con mayor frecuencia y no sea considerado. Una solución a estas dificultades es el uso de purgas automáticas.

Las purgas por nivel actúan de acuerdo a la cantidad de humedad que se encuentra localizada en la trampa de condensados, una vez que este llega a un nivel máximo se ordena la apertura de una válvula que desfoga la humedad por la presión de aire existente en la línea. La desventaja de esta unidad es la relativa "facilidad" a trabarse con las emulsiones aceite-agua de los circuitos.

Una gran solución son las sofisticadas purgas electrónicas que detectan el nivel del condensado por un sensor y eliminan solo el agua condensada sin permitir que escape el valioso aire comprimido. En la figura 15 se muestra el corte de una de estas purgas de condensado, cuya única desventaja es el elevado costo.

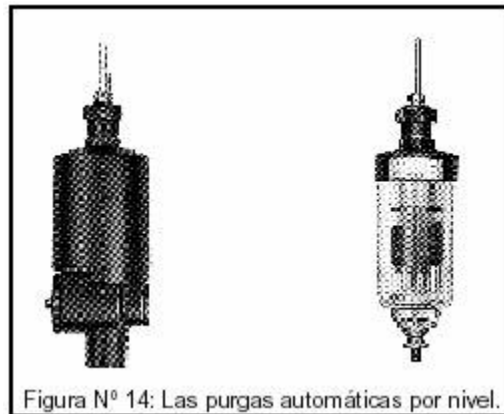


Figura N° 14: Las purgas automáticas por nivel.

Una solución intermedia son las purgas temporizadas, estas tienen un temporizador interno que gobierna la apertura y cierre de la descarga, pero en ningún momento detecta si existe algún condensado por lo cual en muchos casos esta desperdiciando nuestro aire comprimido.

9. Racores, accesorios y fugas de aire comprimido.

Un factor que muy pocas veces es descuidado por el personal de mantenimiento son las fugas de aire. Nuestro aire comprimido es muy costoso ya que representa una enorme cantidad de horas de funcionamiento de toda la sala de máquinas en la producción de aire, que se tira al ambiente y que además repercute en la misma calidad del aire, dado que produce deficiencias importantes en el caudal suministrado y por lo tanto caídas de presión que a su vez pueden provocar paradas en las máquinas por mala ejecución en el trabajo.

Es posible evitar las fugas de aire comprimido usando los conectores, mangueras y diferentes accesorios adecuados para la aplicación.

En cuanto a los conectores existen diversas marcas, tamaños y colores. Las diferencias radican en la calidad de los mismos, sistemas de sellado y materiales constructivos.

Por esta razón busque siempre conectores de cuerpo metálico que son mucho mas robustos que los de cuerpo plástico. Lo mismo sucede con respecto a las roscas, las roscas cilíndricas son mejores que las cónicas ya que estas ultimas luego de colocarla y sacarla varias veces termina agrandando la conexión de la válvula o el cilindro.

Con respecto a los sistemas de sellado en la rosca evite usar teflón ya que este puede correr dentro del circuito neumático y dañar los componentes es preferible el conector con rosca cilíndrica y sello con O'rings como se muestra en la figura 16.

Respecto de las fugas y/o deterioro de las redes de aire comprimido mal diseñadas, demás esta decir el daño que le produce a las herramientas las partículas de oxido de una cañería oxidada o los restos de teflón de algunas juntas roscadas...ni hablar del agua condensada no eliminada que forma una emulsión con el aceite sin propiedades lubricantes que forma esa "mayonesa" que traba los sistemas de purga por nivel, la cual al no ser eliminada es arrastrada a toda la red trabajando válvulas y dañando herramientas.



Usualmente nadie presta atención a esos caños celestes que están contra la pared ni cuanto aire escapa de los mismos. Cuando surge un problema de filtro tapado con partículas extrañas o teflón es muy fácil culpar al compresor o al filtro. Pero para comprender como el oxido ataca a los componentes, piense usted simplemente en una pieza que se somete a un arenado.



Generalmente es esa "línea de caños" es la última en recibir un mantenimiento preventivo, por lo que se llega siempre a un mantenimiento correctivo luego de la aparición de fugas y demás síntomas.

Esas fugas de aire comprimido afectan los costos de producción y la economía de su empresa ya que el aire comprimido es uno de los elementos más caros utilizados en la actualidad, estadísticamente entre el 20 y 25% del total de aire generado se pierde en fugas. Ahora bien, considere usted que suma toda la superficie por la que tiene fugas, que ese área total es equivalente a un agujero de 5 mm.

El caudal que escapa por ese agujero a una presión de trabajo de 6 bar es de 1,857 m³/min.

Para ponerlo de la forma que lo entienden los contadores y gerentes de planta. Estimando el costo de generación en \$0,009/m³, que puede variar según el costo de la energía, además esta considerado sin incluir amortización de la instalación ni costos de mantenimiento, y que se trabajan solo 2000 horas al año, entonces por ese "agujerito" se están tirando \$ 2005 por año...

10. Conclusión

La contaminación del aire comprimido en sus primeras etapas puede parecer un simple malestar dentro de nuestro sistema de producción, sin embargo, sino se corrige, con el tiempo tiende a extenderse atacando todos los componentes neumáticos de nuestra planta, provocando el fatal paro de producción.

Aún en los depósitos de aire comprimido y redes de distribución, sino se purgan periódicamente, los condensados se sedimentan gradualmente en él, bloqueando inclusive las válvulas de purga, reduciendo con el paso de los años el volumen de almacenaje y flujo de aire, de tal manera que para poder reparar esta falla será necesario cortar el tanque y tuberías.

La falla más inmediata y frecuente al tener contaminantes en el aire, es la destrucción de los sellos y empaques de válvulas y actuadores, impidiendo así el funcionamiento de las máquinas y aumentando el costo.

Definitivamente, una vez que se tiene la contaminación en el aire comprimido debe de eliminarse, ya que de otra manera este avanzará destruyendo todo lo que encuentra.

La base de la competitividad está en la eficiencia, eficiencia de los medios y recursos de producción, y que Pneumax Argentina le ayudará a optimizar.

Marcelo Cassani tiene una amplia trayectoria en el rubro, primero en una empresa alemana como gerente de producto y actualmente es Gerente General de Pneumax Argentina SA, ha desarrollado todo el proceso de instalación de la filial Argentina de Pneumax Holding durante el año 2000, ha dictado gran cantidad de cursos y conferencias de capacitación en neumática y electroneumática desde 1996 en empresas y universidades de todo el país. mcassani@pneumax.com.ar