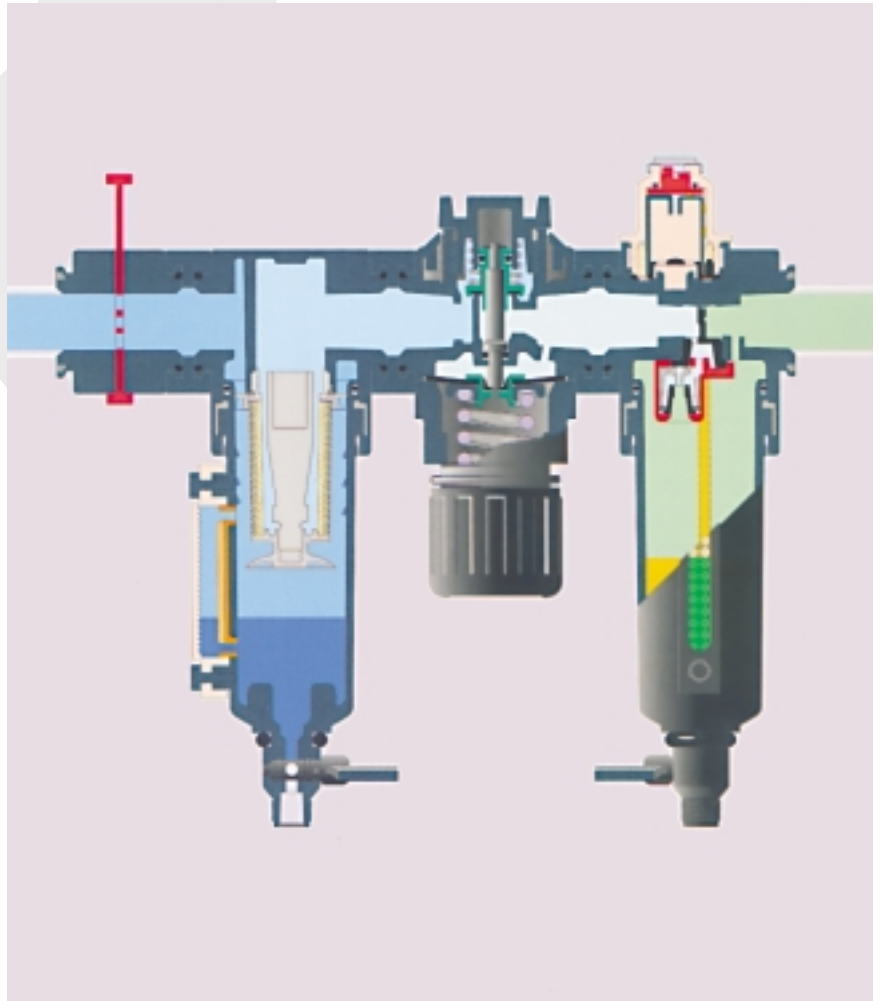


Aire Comprimido

La guía Norgren para el Tratamiento del Aire



El aire que sale de un compresor está sucio, caliente, húmedo y generalmente se encuentra a una presión mayor de la requerida por el equipo que se encuentra aguas abajo. Un compresor típico de 50 dm³/seg (100 scfm) impulsará a la instalación, durante un período de un año, 4 500 litros de agua y 8 litros de aceite degradado del compresor, junto con considerables cantidades de partículas de suciedad. Antes de que este aire pueda ser utilizado, necesitará ser tratado para eliminar los contaminantes, la presión deberá reducirse hasta el nivel adecuado, y en muchos casos se le deberá añadir aceite para lubricar el equipo aguas abajo.

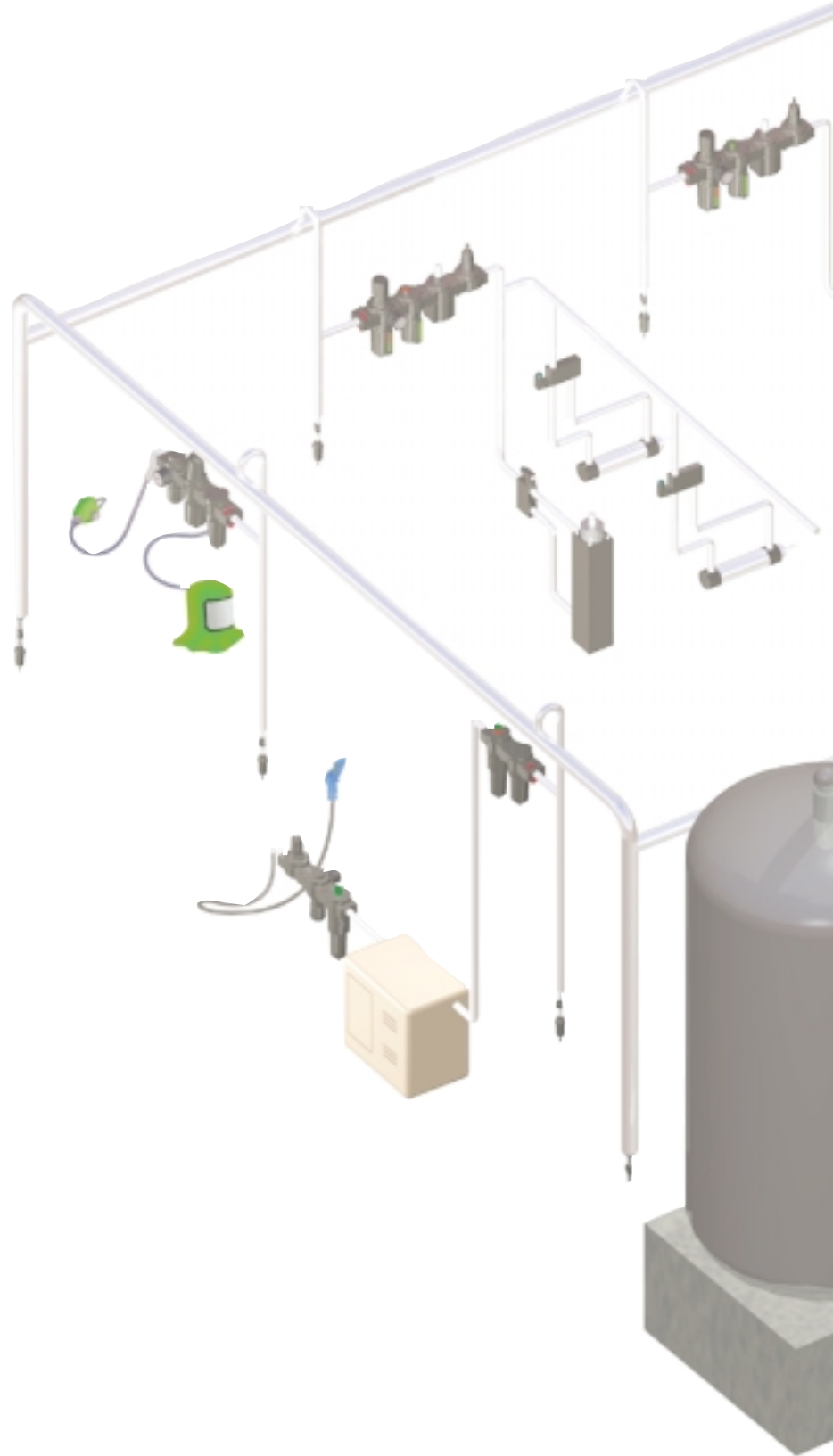
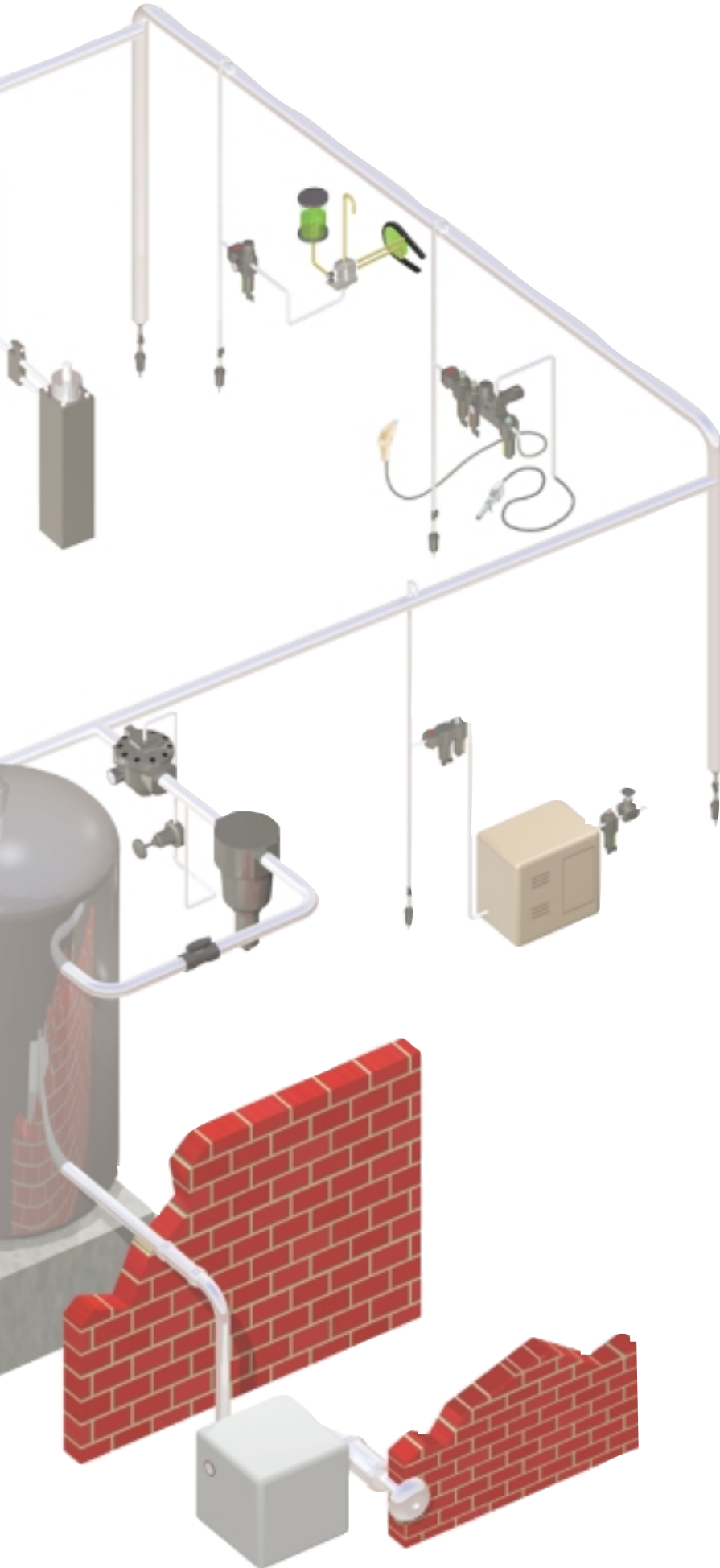


Figura 1.
Instalación de aire comprimido en la que aparecen varias aplicaciones de Tratamiento del aire. Ver detalles en páginas 4 y 5.

**APLICACIONES**

4 ~ 5

**EXTRACCION DE
CONTAMINANTES**

6 ~ 10

CONTROL DE PRESION

11 ~ 13

LUBRICACION

14 ~ 15

**PROTECCION DE LOS
SISTEMAS, DEL PERSONAL
Y DEL ENTORNO**

16 ~ 17

**OTROS PRODUCTOS PARA
SISTEMAS SEGUROS**

18

**TRATAMIENTO DEL AIRE
NORGREN: VISION GENERAL
DEL PRODUCTO**

19 ~ 21

GLOSARIO

22

TABLAS DE REFERENCIA

23

A menudo se piensa equivocadamente que el aire comprimido es una fuente económica, o incluso sin ningún coste de energía. De hecho, puede llegar a ser 10 veces más caro que la electricidad si se tienen 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 proceso de la preparación del aire ha sido el alma del negocio de Norgren durante 70 años. El propósito de este manual es el de ofrecer unas directrices acerca de la manera más correcta, económica y segura de llevar a cabo el tratamiento del aire comprimido en aplicaciones industriales. En él sólo podemos ofrecer un breve resumen de la amplia experiencia que Norgren posee como líder mundial en tecnología FRL. Para un asesoramiento más detallado, no duden en contactar con su Centro de Ventas Norgren más próximo.

APLICACIONES

La siguiente sección muestra varios sistemas típicos genéricos y el equipo que se utiliza normalmente para la aplicación. Debe recordarse que cada sistema deberá ser tratado en función de sus características, y separando los diferentes elementos para asegurar que se consigue una instalación y unos costes de funcionamiento y mantenimiento óptimos.

Las aplicaciones que aparecen a continuación son ramas típicas tomadas de un gran sistema de distribución con válvulas aisladas situadas frente a todas las ramas para permitir el aislamiento de la red pudiendo entonces realizar el mantenimiento sin necesidad del cierre completo de la planta.

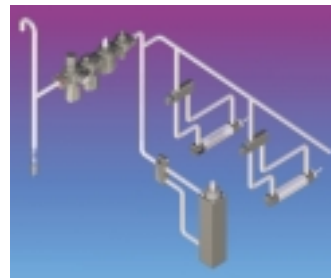
Para un asesoramiento experto del equipo adecuado para su aplicación, no duden en contactar con su Centro de Ventas Norgren más próximo.

Circuitos neumáticos generales:

ej: válvulas y cilindros de control direccional, en circuitos multi-válvula, limpieza de máquinas, motores neumáticos y herramientas de alta velocidad.

Se requerirá un lubricador Micro-Fog para las diferentes direcciones del caudal, asegurándose una lubricación completa. (Figura 2)

Figura 2.



Válvula de corte, filtro/reg, lubricador Micro-Fog, válvula de arranque progresivo/descarga, válvula de seguridad.

Aplicaciones simples múltiples:

ej: Maquinaria de equipo original

Es frecuente el caso de que en máquinas relativamente sencillas, se requiera aire lubricado para circuitos neumáticos y válvulas, y aire libre de aceite para cojinetes neumáticos. Para mantener los costes al mínimo no es recomendable utilizar dos líneas separadas, la disposición típica a partir de una sola línea de suministro de aire sólo puede conseguirse como se muestra. Otros elementos tales como presostatos y válvulas de retención se encuentran disponibles en sistemas modulares. (Figura 3).

Figura 3.



Válvula de corte, filtro/regularizador, filtro de eliminación de aceite, toma intermedia, lubricador Micro-Fog.

Aire para respiración:

ej: mascarillas y capuchas, agitación del aire.

La aplicación típica asume que las entradas de aire son de una calidad razonable, sin contaminación de CO o CO2. En algunos casos puede considerarse la eliminación del vapor de agua. (Figura 4)

Figura 4.



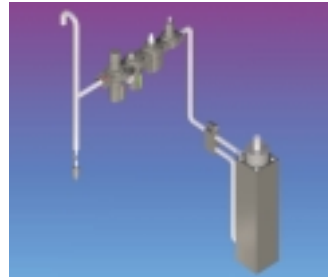
Válvula de corte, filtro de aplicación general, filtro Ultraire, regulador.

Lubricación para grandes cargas de trabajo:

ej: grandes cilindros con desplazamiento lento.

En tales aplicaciones se requieren grandes cantidades de lubricante para una lubricación efectiva. De nuevo se muestra una válvula de arranque progresivo/descarga, pero su utilización dependerá de la aplicación. (Figura 6).

Figura 6.



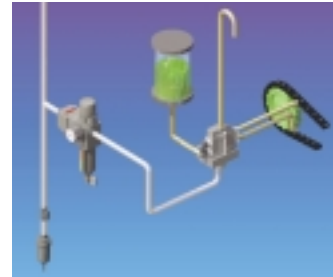
Válvula de corte, filtro/reg, lubricador Oil-Fog, válvula de arranque progresivo/descarga, válvula de seguridad.

Lubricación por inyección directa:

ej: cadenas transportadoras.

La aplicación no permite la lubricación tipo 'fog' debido al entorno ambiental y a la ausencia de una cámara de lubricación. (Figura 8)

Figura 8.



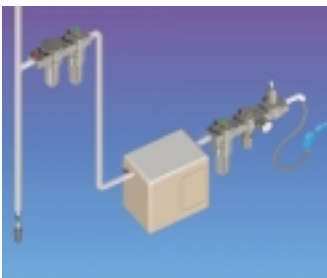
Válvula de corte, filtro/reg + lubricador por inyección directa.

Aplicaciones libres de aceite:

por ejemplo, pintura por pulverización, provisiones, procesado de películas, polvos.

Estas aplicaciones no deben tener condensados de agua en el sistema aguas abajo. En muchas instalaciones esto requerirá secado de aire. El medio secante (para secadores desecantes o delicuescentes) necesitará protección frente al aceite para permitir un trabajo eficiente y el sistema aguas abajo también necesitará ser protegido de estas partículas. Una disposición típica podría ser la de la figura 5, en algunos casos vale la pena tener en cuenta también un filtro de eliminación de vapor de aceite.

Figura 5.



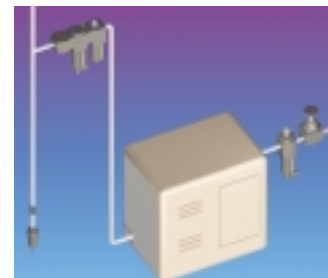
Válvula de corte, filtro de aplicación general, filtro de eliminación de aceite, secador, filtro de eliminación de aceite, regulador, válvula de seguridad.

Control de Presiones Críticas (Instrumentación):

ej: regulación de precisión, sistemas fluidicos, manómetros, control de proceso.

Se muestra una disposición típica, en la que se necesita eliminar los aerosoles de aceite que pueden impedir una respuesta rápida de los dispositivos aguas abajo. En función de la calidad del aire, el secado puede no ser necesario. (Figura 7)

Figura 7.



Válvula de corte, filtro standard, filtro de eliminación de aceite, secador, filtro de eliminación de aceite, regulador de precisión.

Procesos continuos:

Ej: fábricas de papel, plantas químicas...

Otra faceta del Olympian Plus de Norgren es la capacidad de desarrollar sistemas dúplex. Esto es muy importante en el caso de sistemas que nunca pueden detenerse, como en plantas de procesos continuos. Se unen conjuntamente dos equipos idénticos de aire, uno de los cuales puede encontrarse aislado (y sometido a mantenimiento) mientras que el otro equipo está en funcionamiento. (Figura 9).

Figura 9.



Sistema Dúplex: válvula de corte, filtro/reg, lubricador, toma intermedia, filtro de eliminación de aceite y válvula de corte x2 con conectores de bloque colector.

EXTRACCION DE CONTAMINANTES

El aire producido por un compresor está húmedo, caliente y sucio. El primer paso para una buena preparación del aire es el de filtrar todos estos contaminantes. Esta sección considera la eliminación del agua en estado líquido, del vapor de agua, de las partículas sólidas y finalmente del aceite.

AGUA

En los sistemas de aire comprimido, el vapor de agua existe como contaminante, originándose en la salida del compresor en forma de vapor, aunque, a medida que el aire se enfría, existirá tanto en forma líquida como de vapor.

La cantidad de vapor de agua que puede existir en un determinado volumen de aire comprimido es directamente proporcional a la temperatura del aire e inversamente proporcional a la presión.

Así, la cantidad de agua será mayor en cuanto menor sea la temperatura y mayor sea la presión, siendo pues en estas condiciones cuando la eliminación de agua en el aire será más eficaz.

Con el fin de alcanzar este estado, un elemento esencial de cualquier sistema que siga al compresor será un refrigerador posterior eficiente, con la suficiente capacidad como para reducir la temperatura del aire a una diferencia no mayor de 8°C respecto a la temperatura del agua que entra en el refrigerador posterior.

El aire saliente deberá ser entonces conducido hasta un depósito de capacidad adecuada, situado en el emplazamiento más frío posible, no debiéndose colocar de ninguna manera dentro del mismo emplazamiento que el compresor. Esto permitirá enfriar más el aire, produciéndose por tanto una mayor condensación.

Generalmente, la capacidad del depósito es aproximadamente 30 veces mayor que el suministro nominal de aire libre del compresor cuando trabaja en la zona de los 7 bar, típica para la mayoría de los suministros de aire industriales. Véase la figura 10 como ejemplo de una instalación típica de compresor.

El enfriamiento del aire puede continuar en los mismos conductos de distribución generando así más agua. Estos deberán ser colocados con inclinación en la dirección del caudal de aire, de forma que la

gravedad y el caudal de aire transporten el agua hacia circuitos de desagüe situados en los puntos adecuados. Deberán evitarse los bucles en descenso, en caso de existir se debe colocar un circuito de desagüe en el bucle en descenso. Con la excepción de los circuitos de desagüe, todos los puntos de suministro de aire de los conductos de distribución deberán salir de la parte superior del conducto para impedir que el agua entre en las líneas de conexión. Véase la figura 1 para la típica disposición correcta de conducciones.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la extracción más eficiente del agua tendrá lugar a altas presiones, de forma que deberá evitarse cualquier elemento que produzca una caída de presión dentro del sistema de distribución. Esto significará también una pérdida de energía para el sistema, e incrementará el coste de la generación de aire comprimido. Las zonas a evitar en este caso serán vías complejas de circulación con excesivas curvas y conducciones dimensionadas inadecuadamente. Ver los Datos de Referencia en la página 19 para pérdidas por fricción en los conductos y para los caudales recomendados en los mismos.

La extracción del agua puede conseguirse mediante circuitos de purga por condensado: válvulas de purga automática y filtros. Estos dispositivos deberán colocarse en posiciones en las que el agua líquida se encuentre presente en cantidades lo suficientemente grandes como para ser eliminada. (Véase figura 3). Dada la posibilidad de que el enfriamiento se produzca durante el paso del aire a través de los conductos de distribución y ramificaciones, es preferible instalar pequeños filtros individuales tan cerca como sea posible del punto final de utilización del aire, en lugar de dejar la misión a un único filtro contiguo al receptor de aire. Un punto a recordar es que dado que la mayor parte del agua aparecerá a las presiones más altas, deberán emplazarse siempre los filtros aguas arriba de cualquier válvula reductora de presión.

Los filtros que tienen la capacidad de eliminar el agua han sido diseñados para una eliminación eficiente de la misma y para producir una muy baja caída de presión de acuerdo con los caudales recomendados para las conducciones (véase página 19). Los filtros Norgren satisfacen eficiencias de hasta el 200% de los valores recomendados.

VAPOR DE AGUA

Un filtro del tamaño adecuado para una línea de aire comprimido, con un buen diseño y situado en el lugar correcto eliminará el agua líquida de forma eficaz, pero no reducirá el contenido de vapor de agua en el aire. Un mayor enfriamiento del aire puede dar como resultado una mayor condensación del agua. Si es esencial una eliminación completa de la contaminación del agua, entonces el contenido de vapor de agua en el aire debe reducirse de forma que el Punto de Rocío del aire sea menor que cualquier temperatura a la que el aire del sistema pueda quedar expuesto.

Una vez que toda el agua líquida ha sido eliminada del aire comprimido, en condiciones normales el aire se encontrará completamente saturado con vapor de agua. Las condiciones particulares de temperatura y presión a las que el aire comprimido se encuentra en ese momento se conocen como

Figura 10
INSTALACION DE COMPRESOR TIPICA

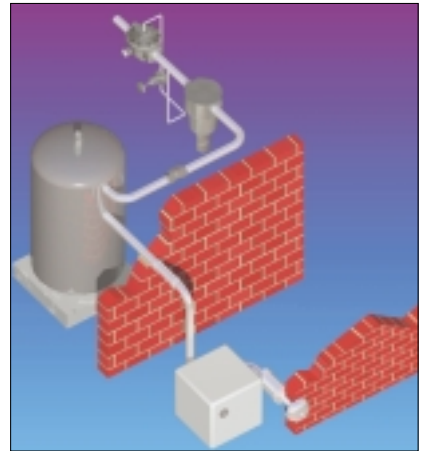
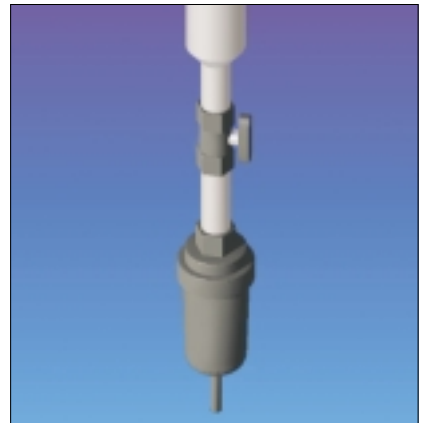


Figura 11.
CIRCUITO DE PURGA POR CONDENSADO



Presión del Punto de Rocío.

Los Puntos de Rocío se miden normalmente a la presión atmosférica y pueden relacionarse entre sí a través de los gráficos adecuados.

Para eliminar el vapor de agua de un sistema de aire comprimido deben emplearse Secadores de Aire. La eficiencia de estos dispositivos se incrementa en gran medida asegurándose de que no se encuentren contaminados por agua líquida o aceite (o combinaciones - emulsiones) y la entrada de aire debe ser a la menor temperatura posible. De esta forma son elementos a añadir al sistema y no alternativas a los filtros y a los refrigeradores posteriores.

Existen tres clases principales de Secadores de Aire:

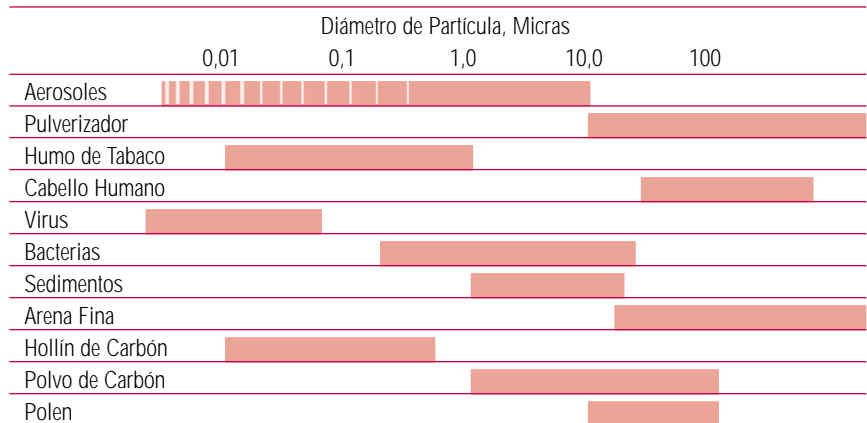
- Refrigerador,
- Secadores Regenerativos Adsorbentes
- Desecantes y Delicuescentes
- Absorbentes

(Las comparativas sobre propiedades generales y costes se encuentran en forma de tabla en los Datos de Referencia de la página 23.,////)

Con el fin de mantener los costes del secado de aire al mínimo, considérese lo siguiente:

- a) ¿Requiere el proceso en particular secado de aire, o basta con refrigeradores posteriores, receptores y filtros de alta eficacia?
- b) No especificar Puntos de Rocío extremadamente bajos si el proceso no los justifica.
- c) Limitar el volumen de aire a secar al que sea realmente necesario para el proceso en particular, con un margen adecuado para ampliaciones futuras. Esto puede significar que sólo una zona de la planta de proceso necesite emplear un secador.
- d) Los mayores requerimientos para secadores de aire en industrias de aplicación general se encuentran allí donde existan elevadas temperaturas ambiente.

Figura 12. TAMAÑOS DE PARTICULAS



PARTICULAS SOLIDAS

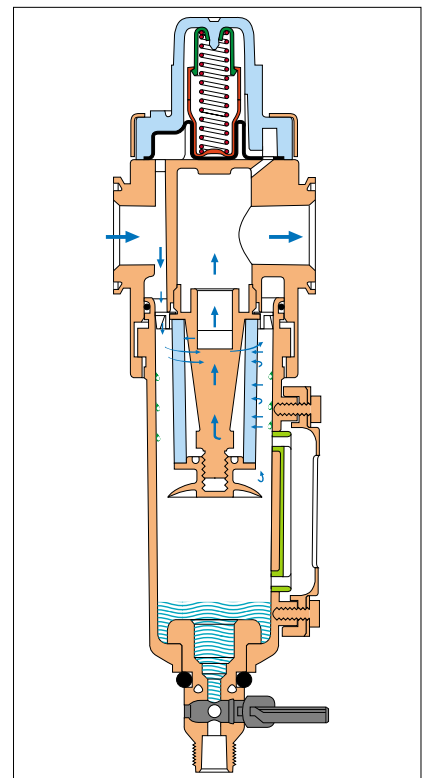
Al igual que en el agua, en cualquier sistema de aire comprimido existen partículas sólidas, independientemente del tipo de compresor. Estas partículas pueden generarse desde cuatro fuentes principales:

- a) Suciedad atmosférica aspirada en el puerto de entrada del compresor.
- b) Productos corrosivos originados por la acción del agua y de ácidos débiles, formados por la interacción de agua y gases tales como el dióxido de azufre, aspirados por el compresor.
- c) Productos de carbono formados por la acción del calor de compresión en el aceite lubricante o por el desgaste normal de los anillos de carbono del pistón utilizados en algunos tipos de compresores libres de aceite.
- d) Partículas originadas a partir de la fijación mecánica entre la canalización y los componentes, introducidas en el sistema de distribución de aire.

El tamaño de las partículas de suciedad puede cubrir un rango muy amplio, desde varios cientos de micras hasta por debajo de una micra (ver figura 12) y el nivel de filtración depende del grado de limpieza necesario para cada proceso en particular. Generalmente, no es recomendable habilitar una filtración más fina de la estrictamente necesaria, dado que cuanto más fina sea la filtración, mayor será la cantidad de suciedad atrapada por el elemento de filtraje, con lo cual éste se bloqueará más rápidamente.

Las partículas pueden clasificarse según dos grandes grupos; las gruesas (40 micras o más) y las finas. La mayoría de

Figura 5. FILTRO DE APLICACION GENERAL



los filtros de aire normales podrán eliminar satisfactoriamente partículas de hasta un tamaño mínimo de 40 micras.

La filtración fina en la región de los 10 – 25 µm es la requerida normalmente para máquinas neumáticas de alta velocidad, o para instrumentación de control de procesos. La filtración de 10µm e inferior es muy importante para micro-motores neumáticos y para cojinetes neumáticos. Los filtros Norgren de aplicación general se encuentran disponibles con elementos de rangos diversos para ofrecer estos niveles diferentes de filtración. Algunas

aplicaciones pueden llegar a requerir un nivel de filtración aún mayor, como por ejemplo en los casos de pintura por pulverización, aire acondicionado y aplicaciones alimentarias, es muy importante la filtración a niveles inferiores a $1\mu\text{m}$. En estos casos no pueden utilizarse filtros de aire standard, haciéndose necesaria la utilización de los filtros de alta eficacia (filtros de eliminación de aceite/coalescentes). Los filtros de aire standard deberán aún así utilizarse como pre-filtros junto con estos filtros de alta eficacia. Estos últimos eliminarán estas partículas extremadamente finas, y en el caso de ser expuestos directamente a las partículas más gruesas, quedarán saturados por las mismas de forma extremadamente rápida.

Todos los elementos se irán saturando con el uso. El nivel de saturación aceptable dependerá de la aplicación y del conocimiento energético relativo al funcionamiento de la planta. Los filtros standard pueden limpiarse y ser reutilizados, pero en el entorno actual, con elevados costes de mano de obra frente al bajo nivel de precios de las piezas de recambio, normalmente la mejor solución es la de sustituir los elementos. Esto asegurará también una caída de presión mínima tras la reinstalación, puesto que la limpieza eliminará, como máximo, un 70% de las partículas acumuladas. Los elementos de filtraje de alta eficacia no pueden limpiarse y deberán ser sustituidos antes de que lleguen a quedar bloqueados por la suciedad.

Bajo condiciones normales de utilización se procede al cambio de los elementos de filtraje de aplicación general antes de que la caída de presión originada sea mayor de 0,5 bar, o bien durante el mantenimiento periódico anual. El periodo puede ajustarse siempre para monitorización de aplicaciones críticas utilizando un indicador de colmataje (figura 15).

La sustitución de los elementos de los filtros de alta eficacia deberá realizarse cuando se alcance una caída de presión de 0,7 bar. De nuevo es aplicable la utilización de un indicador de colmataje de bajo coste. Este dispositivo posee una escala de dos colores, normalmente verde y rojo. Los elementos deberán cambiarse cuando sea visible por completo el color rojo (o antes de alcanzar la totalidad del color). También se encuentran disponibles indicadores de colmataje eléctricos Norgren, para facilitar una señalización remota. Los programas de mantenimiento deben diseñarse de forma que se asegure que esta

situación de "último momento" no llegue a producirse, de hecho para algunas aplicaciones no será tolerable siquiera este nivel de caída de presión, en especial si ésta se encuentra en el punto de generación de un sistema de distribución de aire comprimido, dado que el coste de energía extra en sí mismo ya sería muy elevado.

ACEITE

La fuente principal de contaminación por aceite en un sistema de aire comprimido se encuentra en el compresor. Un compresor lubricado por aceite con una capacidad de $50\text{dm}^3/\text{s}$ puede introducir en el sistema hasta 0,16 litros de aceite por semana.

El aceite se utiliza para la lubricación del compresor, pero cuando aparece junto con el aire comprimido previo a la distribución, el aceite se encuentra en un estado totalmente inutilizable. Al haber sido sometido a elevadas temperaturas durante la compresión del aire, el aceite queda oxidado y ácido, con lo que puede ser considerado como un contaminante agresivo para el sistema, más que un lubricante propiamente, por lo que debe ser eliminado.

Los filtros de aire normales eliminarán el suficiente aceite líquido (junto con agua) como para dejar el aire del sistema en condiciones para alimentar a la mayoría de máquinas y cilindros neumáticos, pero en determinados procesos se requiere aire completamente libre de aceite.

Una solución consiste en utilizar compresores libres de aceite (esto es, sin lubricación por aceite). Estos compresores producirán, aún así, aire contaminado con suciedad y agua, y a menudo resultará más económico utilizar compresores con lubricación por aceite junto con refrigeradores posteriores y filtros de aire standard, colocando únicamente filtros de eliminación de aceite de alta eficacia en los puntos del sistema en que se requiera aire libre de aceite. Ello asegura que la cantidad de aire que necesita tratamiento especial se mantenga al mínimo, permitiendo trabajar en la zona afectada con un filtro especial más pequeño, en lugar de tener que utilizar un filtro especial de mayor tamaño para la totalidad de la planta.

El aceite de un sistema de aire comprimido puede existir en tres formas: como emulsiones de aceite/agua, aerosoles (pequeñas partículas suspendidas en el aire) y vapores de aceite.

Figura 14.
FILTRO COALESCENTE 'PURAIRE'

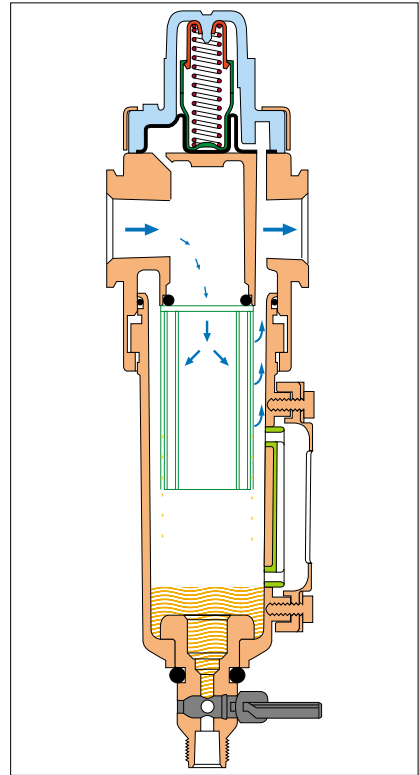


Figura 15.
INDICADOR DE COLMATAJE DEL FILTRO



Las emulsiones pueden eliminarse mediante la utilización de filtros de aire standard. El tratamiento de los aerosoles se especificará en el siguiente apartado.

AEROSOLES DE ACEITE

Estas gotas minúsculas de aceite se encuentran en la corriente de aire, y las que causan mayores problemas tienen un tamaño de entre 0,01 a 1 micra (aprox. el 90%), el resto pueden ser ligeramente mayores (ver figura 12, tabla de tamaños de partículas).

La mayoría de los filtros standard de las líneas de aire consiguen la eliminación del agua mediante una acción centrífuga, pero en el caso de los aerosoles no es así, debido al pequeño tamaño de las partículas, y requieren la utilización de filtros especiales de tipo coalescente.

Además de eliminar estas pequeñas gotas de aceite, estos filtros suprimirán también gotas diminutas de agua, pero deben ser protegidos contra la contaminación de suciedades o gotas de agua de mayor tamaño por medio de filtros standard instalados inmediatamente aguas arriba (figura 16.) Normalmente es recomendable que estos filtros puedan eliminar partículas de hasta 5 micras o incluso menores, de lo contrario el filtro coalescente quedará rápidamente saturado con suciedad, con lo que se hará necesaria una sustitución del elemento filtrante.

Los filtros coalescentes se clasifican normalmente por la cantidad de aire que pueden procesar para conseguir un rendimiento de eliminación de aceite determinado, normalmente un contenido residual de aceite en el aire de salida de 0,01 mg/m³ (o 0,01 ppm). Si se intenta trabajar con valores superiores a estos sólo se conseguirá obtener una mayor caída de presión en la unidad y por lo tanto unos costes excesivos de energía, pero más importante aún, el contenido de aceite residual se incrementará. Esto podría ser aceptable en algunas aplicaciones en las que la eliminación del aceite hasta niveles del orden de 0,5 mg/m³ es adecuado para proporcionar un grado de protección a un sistema particularmente propenso a un alto nivel de contaminación por aceite.

La Figura 18 muestra las capacidades de caudal de los filtros Norgren coalescentes para alcanzar un rendimiento dado.

VAPOR DE ACEITE

En la mayoría de los procesos la eliminación de vapor de aceite no es necesaria dado que, a diferencia del vapor de agua, el vapor de aceite existe únicamente en cantidades mínimas y no es objetable excepto en circunstancias en las que su olor sea inaceptable, por ejemplo en el caso de procesamiento alimentario, en industrias farmacéuticas y de bebidas, y en aplicaciones de aire para respiración.

El método más común de eliminación consiste en hacer pasar el aire a través de un lecho absorbente, normalmente de carbón activo, aunque también pueden utilizarse otros materiales.

Los mencionados filtros de eliminación de vapor reducirán normalmente el contenido restante del total de aceite, cuando se utilicen conjuntamente con un pre-filtro (filtro de aplicación general) y con un filtro coalescente, a 0,003mg/m³.

Una idea equivocada muy común en relación a estos filtros es que también eliminarán el monóxido de carbono o el dióxido de carbono. En realidad esto no es cierto.

Al igual que con los filtros de eliminación de aceite (coalescentes), los filtros de eliminación de vapor deberán utilizarse únicamente en el caso de que su función sea necesaria, no superando el rango de caudal máximo y precedidos siempre por un filtro de aplicación general y por un filtro coalescente. Esto minimizará el tamaño de los filtros requeridos y por tanto el coste de la instalación.

Norgren ofrece un filtro integrado coalescente y de eliminación de vapor dentro de la gama Olympian Plus. (Ver figura 17). Ello incluye un indicador de servicio por cambio de color como standard.

La ubicación de la toma de entrada del compresor puede también tener su efecto sobre el nivel de filtración requerido, si, por ejemplo, la toma se encuentra situada cerca de una fuente de vapores de hidrocarburos, etc. Una entrada de aire limpio reducirá el coste de la producción de aire comprimido.

Figura 16.
FILTRO DE ELIMINACION DE ACEITE CON
PRE-FILTROS DE APLICACIONES GENERALES



Figura 17.
FILTRO DE ELIMINACION DEL VAPOR DE
ACEITE 'ULTRAIRE'



SELECCION DE FILTROS

Una vez considerados todos los contaminantes, puede ya determinarse el grado de limpieza del aire de cada parte de una planta industrial o proceso. Únicamente mediante la utilización de los filtros correctos en su emplazamiento adecuado, pueden mantenerse los costes de energía y mantenimiento al mínimo. El volumen de aire implicado en cada etapa debe siempre ser considerado como subdimensionado, la utilización de filtros inadecuados es una de las causas principales de costes de energía.

La figura 21 muestra una guía muy general referente a los niveles típicos de limpieza requeridos por los procesos más comunes. Cada aplicación deberá considerarse, sin embargo, según sus propias circunstancias.

Las recomendaciones acerca del secado del aire son particularmente difíciles, dado que dependen de la temperatura de la canalización principal del aire comprimido, de su ubicación respecto a la aplicación/máquina, así como del nivel de reducción de presión y del caudal de aire.

Para los sistemas de generación y distribución de aire correctamente diseñados, el secado es raras veces requerido en países de temperaturas ambiente y grados de humedad relativa típicamente bajos o moderados.

Cuando se elija un filtro para la limpieza de aire comprimido, asegurarse de que:

- Se ha seleccionado el tipo correcto de filtro y el elemento filtrante para la eliminación de partículas.
- La eficiencia de la eliminación de líquido es alta y no es posible la re-entrada.
- Exista una facilidad de mantenimiento y de recogida del líquido condensado.
- Mediante una buena visibilidad del condensado y/o del elemento se asegura que la función se ha conseguido o que existe una necesidad de mantenimiento. Este elemento puede ser un dispositivo de caída de presión, un indicador de nivel de líquido o un recipiente transparente.

Con el fin de ayudar en la determinación del tipo de eliminación del agua y partículas, la figura 20 muestra la Clasificación de la Calidad del Aire según ISO 8573.

Figura 18. CAUDALES PARA FILTROS DE APLICACION GENERAL

| Tamaño Tubería | Unidad | Caudal (dm ³ /s)* |
|----------------|--------|------------------------------|
| 1/8" | F07 | 15 |
| 1/4" | F72G | 30 |
| 1/2" | F64G | 70 |
| | F74G | 83 |
| 1" | F15 | 175 |

*Caudal a 6,3 bar y 0,5 bar de caída de presión.

Figura 19. CAUDALES PARA FILTROS DE ALTA EFICACIA

| Tamaño Tubería | Unidad | Caudal (dm ³ /s)* | Clase de eliminación |
|----------------|--------|------------------------------|----------------------|
| 1/8" | F39 | 2,8 | 2 |
| 1/4" | F72C | 4,5 | 2 |
| 3/8" | F64C | 16 | 2 |
| | F64B | 7 | 1 |
| | F74C | 16 | 2 |
| 1/2" | F64H | 28 | 2 |
| | F64L | 11 | 1 |
| | F74H | 28 | 2 |
| 1" | F53 | 60 | 2 |
| | F52 | 60 | 1 |
| 1 1/2" | F47 | 85 | 2 |
| | F47 | 120 | 3 |
| 2" | F47 | 200 | 2 |
| | F47 | 286 | 3 |

**Caudal con entrada de 6,3 bar para alcanzar los requerimientos de 'clase'.

**Ver figura 20.

Figura 20.

CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AIRE SEGUN ISO 8573

| Clase de Calidad | Suciedad Tamaño de Partículas | Presión del Agua Punto de Rocío °C (ppm vol.) a 7 bar g | Aceite (incluido vapor) mg/m ³ |
|------------------|----------------------------------|--|--|
| 1 | 0,1 | -70 (0,3) | 0,01 |
| 2 | 1 | -40 (16) | 0,1 |
| 3 | 5 | -20 (128) | 1 |
| 4 | 40 | +3 (940) | 5 |
| 5 | — | +7 (1 240) | 25 |
| 6 | — | +10 (1 500) | — |

Figura 21.

NIVELES DE FILTRACION RECOMENDADOS.

| Aplicación | Clase de Calidad Típica | |
|--|-------------------------|----------|
| | Aceite | Suciedad |
| Agitación por aire comprimido | 1 | 3 |
| Cojinetes neumáticos | 2 | 2 |
| Calibración neumática | 2 | 2 |
| Motores neumáticos | 4 | 4 |
| Máquinas para fabricación de Ladrillos y Vidrios | 5 | 4 |
| Limpieza de componentes de máquinas | 3 | 4 |
| Construcción | 4 | 5 |
| Cinta transportadora, productos granulares | 2 | 4 |
| Cinta transportadora, productos en polvo | 1 | 3 |
| Fluido, circuitos de potencia | 2 | 5 |
| Fluido, sensores | 2 | 3 |
| Máquinas de Fundición | 4 | 5 |
| Alimentos y Bebidas | 1 | 1 |
| Herramientas neumáticas operadas manualmente | 5 | 5 |
| Máquinas herramienta | 5 | 4 |
| Minería | 5 | 5 |
| Fabricación de Micro-electrónica | 1 | 1 |
| Máquinas de embalaje y textiles | 5 | 3 |
| Procesado de películas fotográficas | 1 | 2 |
| Cilindros neumáticos | 3 | 5 |
| Herramientas neumáticas | 5 | 4 |
| Herramientas neumáticas (de alta velocidad) | 4 | 3 |
| Instrumentos de control de proceso | 2 | 3 |
| Pintura por pulverización | 1 | 1 |
| Aspersión de arena | 4 | 5 |
| Máquinas de soldadura | 5 | 5 |
| Aire Taller General | 5 | 4 |

CONTROL DE PRESION

Con el fin de utilizar el aire comprimido de la forma más eficaz, es necesario reducir la presión hasta precisamente el valor requerido para esa aplicación particular.

Todos los equipos neumáticos poseen una presión de trabajo óptima. Su utilización a una presión mayor causa un desgaste excesivo, sin un incremento significativo en cuanto a rendimiento, al tiempo que se desperdicia el aire comprimido en sí mismo y el coste necesario para su generación. Si el aire comprimido se almacena a su valor de presión mayor y se utiliza exactamente al valor mínimo requerido para la aplicación, el depósito de almacenamiento o el receptor sólo necesitan llenarse desde un nivel aproximadamente intermedio hasta su capacidad completa, lo cual es más eficiente. Con el fin de alcanzar esta utilización óptima, el compresor trabaja normalmente entre dos niveles de presión, esto es, el receptor posee normalmente un presostato ajustado para cerrar el compresor al alcanzar el nivel de presión requerido (usualmente el máximo alcanzable para conseguir la eficacia en la filtración), así como un nivel menor normalmente alrededor del 10 - 20% por debajo. Esta cifra puede optimizarse cuando se consideren el tamaño del receptor, la demanda de caudal del sistema y el nivel de salida del compresor. Como resultado a esta disposición, el compresor no está en marcha de forma continua: utiliza un exceso de energía que produce más calor, el cual a su vez genera agua. Esta debe ser eliminada (coste extra) para suministrar una presión para los requerimientos del sistema que resulta excesiva y origina un gran desgaste (coste extra) sin ningún incremento en el rendimiento.

Por lo tanto, una válvula reductora de presión puede generar ahorros de coste superiores a su precio en un tiempo muy breve. También es obligatoria en aplicaciones tales como pistolas de aire comprimido y boquillas refrigerantes en las que la utilización de aire comprimido a elevadas presiones es potencialmente peligrosa.

Las válvulas reductoras de presión o los reguladores poseen dos características principales que deben ser consideradas a la hora de determinar cuál de ellas escoger, como son su capacidad de mantener la presión de salida constante, independientemente de la presión de entrada (propiedad denominada característica de regulación) e independiente-

mente del caudal de salida (característica de caudal). Se fabrican diseños standard que alcanzan determinados niveles del rendimiento ideal en cada característica. Una aplicación simple con no excesivas demandas en relación a los requerimientos de los dos principios podría utilizar una válvula reductora standard que por lo tanto originaría bajos costes. La selección y puesta en práctica correctas de las partes importantes del sistema de aire conseguirán en el mismo el menor coste con una eficiencia de energía óptima.

Unas características de regulación pobres se traducirán en una variación en la presión de salida, aunque, en el conjunto de las aplicaciones de aire comprimido, las presiones de entrada son bastante constantes, de forma que este hecho supone pocos problemas.

La penalización por unas características de caudal pobres se traduce en una caída de presión que se refleja directamente en costes de energía. Cada regulador está sometido a un cierto nivel de caída de presión, de forma que para un buen diseño del sistema ésta es la propiedad a analizar más importante.

Puede conseguirse un importante ahorro en costes empleando una válvula reductora conjuntamente con cilindros de doble efecto con los que a menudo puede utilizarse una presión reducida en la carrera de retorno, pudiendo llegar a alcanzarse ahorros de hasta el 30% en costes. Esto puede ser muy importante en el caso de instalaciones con muchos cilindros.

Un punto en común de todos los reguladores de presión es de que con el fin de poder trabajar constante y repetidamente dentro de sus límites de diseño requerirán un suministro de presión al menos 1 bar por encima de la presión de salida requerida. También podrán trabajar con un diferencial inferior, pero esto puede perjudicar su rendimiento.

TIPOS DE REGULADOR

Aunque Norgren produce una amplia gama de reguladores, éstos pueden dividirse de forma muy general en 4 tipos:

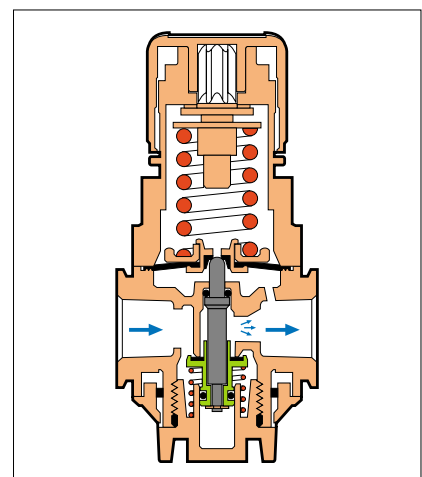
- De aplicación general
- Pilotados
- De Precisión
- Para aplicaciones especiales

La mayoría de los reguladores de aplicación general son del tipo de diafragma (figura 21). Estos reguladores suelen ser más sensibles que los reguladores de tipo pistón, que tienen tendencia a poseer una mejor capacidad de caudal para un tamaño dado. En la mayoría de los sistemas de aire comprimido, el requerimiento principal es su respuesta, más que su compactidad para un determinado tamaño de tubería, con lo que aquí los reguladores de tipo diafragma son los más comunes.

Los reguladores pueden ser con escape o sin escape. La característica de escape permite que la presión del sistema (a la salida) se pueda ajustar de un mayor nivel a otro menor sin necesidad de actuar sobre el equipo aguas abajo (esto se lleva a cabo disponiendo de un orificio de purga a través del diafragma hacia la atmósfera). Generalmente este orificio de purga es muy pequeño en relación a las conexiones principales del regulador, por lo que no puede conseguirse un gran caudal de escape, lo que no será considerado como un dispositivo de descarga total y ni siquiera un dispositivo de seguridad.

Las versiones sin descarga no poseen una conexión desde el sistema aguas abajo hasta la atmósfera, con lo que únicamente pueden ser ajustadas desde una presión

Figura 22. REGULADOR STANDARD



elevada de salida, alcanzada o deseada, hasta una menor mediante un funcionamiento cíclico del equipo aguas abajo, o utilizando una válvula de corte 3/2 para expulsar el exceso de aire del sistema aguas abajo.

Los reguladores pilotados son aquellos que no poseen medios mecánicos directos para el ajuste de la presión de salida. Esto elimina problemas de nivelación para conseguir altas presiones (16 bar y superiores) en unidades de tubería de gran tamaño. La presión de salida se controla mediante una señal de aire a presión (Figura 23) que es producida normalmente por un regulador de precisión. Ello permite, por ejemplo, situar un regulador pilotado en una ubicación remota de un gran sistema de distribución, normalmente sobre el techo de un edificio, pero su ajuste puede ser realizado hasta obtener la presión de salida deseada desde el nivel del suelo. Para la mayoría de aplicaciones pilotadas es mejor llevar a cabo la lectura de la presión del sistema o salida desde el mismo regulador pilotado (normalmente llamado esclavo) o del sistema de distribución, dado que la presión de salida del regulador piloto no es normalmente la misma.

Los reguladores pilotados también proporcionan un mejor rendimiento si se elimina el resorte de control y normalmente poseen una mayor área de diafragma en comparación al área de válvula, lo que mejora también la precisión del control de presión en

respuesta a pequeños cambios de presión.

Puede conseguirse otro nivel de precisión en el control utilizando un regulador piloto con realimentación. Este dispositivo detecta la presión de salida en el sistema y una conexión de tubería envía la señal hacia el regulador piloto, donde se compara con la señal de salida deseada y se 'compensa' incrementando la presión de salida si la señal de realimentación es demasiado baja, o disminuyendo la misma si la señal es demasiado alta. Este tipo de control se emplea normalmente en el caso de que se requiera un gran caudal de aire constante para un proceso continuo.

Los reguladores de precisión (o controladores) se utilizan normalmente para aplicaciones de instrumentación en las que son necesarias una repetitibilidad exacta y una posibilidad de fijar la presión de salida durante un tiempo determinado. Estos reguladores poseen normalmente un rango de caudal de salida bajo, pero presentan características superiores de caudal y regulación. Su capacidad para alcanzar el nivel ideal en cuanto a características de caudal y presión se refleja en su tamaño y su precio.

Generalmente, la mayoría de los reguladores de precisión utilizan una disposición especial para conseguir un escape constante de aire de salida a la atmósfera. A pesar de que esto representa un coste para el sistema en su conjunto, puesto que se trata de

Figura 24.
REGULADOR DE PRECISION MICRO-TROL
NORGREN



una pérdida de aire: es el precio que debe pagarse con el fin de alcanzar la respuesta tan rápida que requieren las aplicaciones, necesaria para mantener la presión del sistema constante. Los mejores reguladores de precisión utilizan también un funcionamiento integral por piloto, trabajando efectivamente con dos diafragmas y dos válvulas, una pequeña y sensible, y la otra un esclavo para asegurar que el rendimiento general satisface los requerimientos de la aplicación particular.

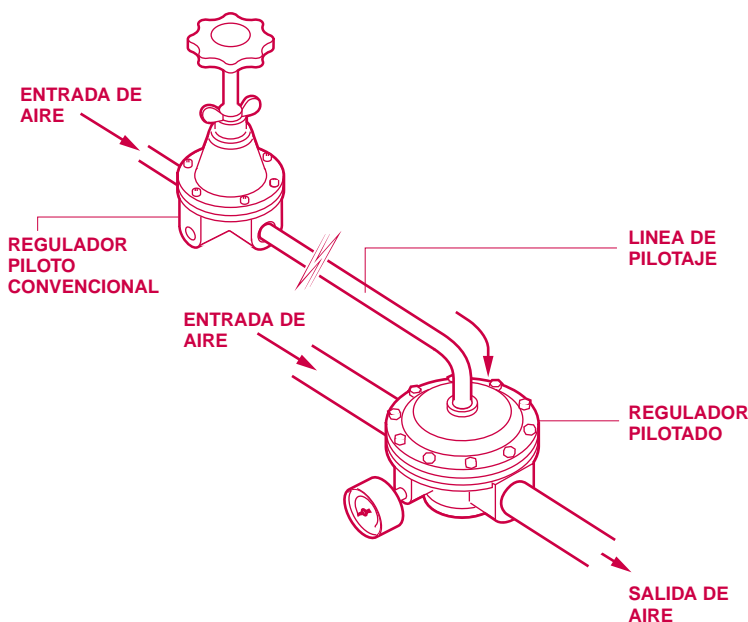
Otra característica de los reguladores de precisión es su capacidad de descarga, algunos poseen la capacidad de descargar hasta un 80/90% de su caudal regulado recomendado para aplicaciones especiales, tales como tensionado de correas, enrollado y equilibrado de papel. (Figura 24).

Los reguladores para aplicaciones especiales pueden cubrir una amplia gama de demandas específicas, incluyendo el cumplimiento de requerimientos ambientales precisos relativos a materiales especiales, con grandes caudales de descarga, accionamiento de pistones en lugar de ruedas manuales, etc. Pueden tratarse de derivados de cualquiera de los otros tipos de reguladores con adiciones según su aplicación específica. Estos pueden ser variaciones de los reguladores normales aplicadas en función del mecanismo específico.

SELECCION DEL REGULADOR

Asegurarse de que el regulador elegido se adapta perfectamente a los requerimientos de rendimiento de la aplicación. Un regulador que controle la presión para una conducción de distribución será normalmente

Figura 23.
INSTALACION TIPICA DE UN REGULADOR DE PRESION PILOTADO



del tipo de aplicación general, o para el caso de aplicaciones de gran volumen/caudal, deberá ser pilotado.

Determinar si los requerimientos sobre rendimiento se cumplen con un regulador standard o con uno de precisión. Determinar posteriormente si la capacidad de caudal del regulador es apta para las necesidades del tamaño de tuberías (ver figura 38) y comprobar las características de caudal del regulador. La figura 25 muestra los rangos de caudal de los reguladores Norgren de aplicación general. Si no existe variación en la presión de entrada para la aplicación, entonces la característica de regulación del regulador no tiene importancia, pero sí la tiene la característica de caudal. Si la presión de entrada se encuentra sometida a variaciones, entonces deberán considerarse también las características de regulación del regulador seleccionado.

Junto con la mayoría de los reguladores se ofrece una amplia gama de muelles. Idealmente, los reguladores deberán hacerse trabajar en el tercio central de su gama, dado que en la zona inferior de la gama el muelle pierde cierta sensibilidad y en la zona superior pueden desviarse de la linealidad. También los muelles de la gama baja pueden ayudar a reducir la caída de presión, de forma que los muelles pueden escogerse para adaptarse de forma óptima a los requerimientos del sistema.

En un regulador de precisión deberá decidirse el nivel de sensibilidad requerido, las características de caudal y de regulación, y si es necesaria capacidad de descarga y sensibilidad a la temperatura. Debe seleccionarse únicamente un regulador apto para esta aplicación. Mediante una selección correcta puede obtenerse un regulador standard con características de rendimiento normales que además cumpla lo que puede considerarse una función de regulador de precisión, sin degradación del sistema, a un coste de instalación menor y con mayor rentabilidad.

Figura 25.
CAUDALES PARA REGULADORES STANDARD

| Tamaño Tubería | Unidad | Caudal (dm ³ /s)* |
|----------------|--------|------------------------------|
| 1/8" | R07 | 6,5 |
| 1/4" | R72G | 33 |
| 1/2" | R64G | 120 |
| | R74G | 105 |
| 1" | R15 | 180 |

*Caudal con 10 bar entrada, 6,3 bar salida y 1 bar de caída de presión.

FILTROS/REGULADORES

Los filtros/reguladores tienen la finalidad de limpiar el aire que se dirige a la aplicación y controlar la presión en una sola unidad compacta. Para aplicaciones de tipo general, los filtros/reguladores tienen generalmente un coste inferior al de dos unidades por separado.

Algunos filtros/reguladores son especiales para aplicaciones de instrumentación con propiedades de eliminación de partículas muy finas o incluso de eliminación de aceite, con características propias del regulador de precisión, así como hay otros con propiedades de compatibilidad de materiales especiales.

Figura 26.
CAPACIDADES DE CAUDAL DEL FILTRO/REGULADOR NORGREN.

| Tamaño Tubería | Unidad | Caudal (dm ³ /s)* |
|----------------|--------|------------------------------|
| 1/8" | B07 | 6,2 |
| 1/4" | B72G | 38 |
| 1/2" | B64G | 110 |
| 1/2" | B74G | 100 |
| 1" | B15 | 230 |

*Caudal con 10 bar de entrada, 6,3 bar de salida y 1 bar de caída de presión.

LUBRICACION

El siguiente paso para el tratamiento del aire comprimido es el de introducir en el aire una cantidad adecuada de lubricante, normalmente aceite que permita al equipo de trabajo satisfacer sus requerimientos de forma eficiente sin una excesiva resistencia o desgaste. Una resistencia excesiva al movimiento provocará un consumo adicional de energía, y un desgaste excesivo conducirá a un acortamiento de la vida del equipo, originando un coste extra.

Existen dos tipos básicos de lubricador standard: aerosol y bomba de inyección.

El que más se utiliza es el aerosol, que fue el primer dispositivo de lubricación de líneas de aire comprimido con funcionamiento automático, inventado por Norgren en 1927.

Los lubricadores por aerosol se encuentran disponibles en dos tipos principales, Oil-Fog y Micro-Fog. En un lubricador Oil-Fog, la pulverización producida posee generalmente partículas de aceite relativamente grandes, y por lo tanto sólo se mantendrán en

Figura 27.
FILTRO/REGULADOR STANDARD

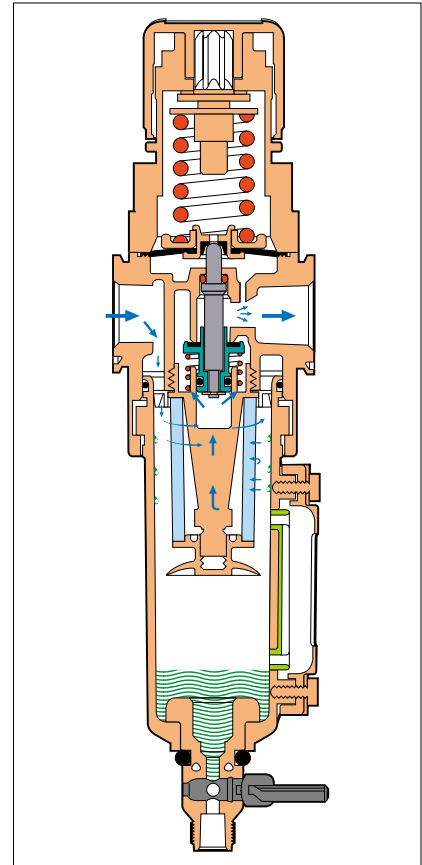


Figura 28.
FILTRO-REGULADOR DE ALUMINIO PARA LA INSTRUMENTACION



el aire en una distancia corta. Como regla práctica general la distancia máxima a la que un lubricador Oil-Fog deberá colocarse respecto al dispositivo neumático es de 9 metros. Las partículas más grandes se ven más fuertemente afectadas por la gravedad, y por lo tanto los lubricadores Oil-Fog no deberán utilizarse para lubricar un dispositivo a un nivel mayor que el lubricador.

El lubricador Micro-Fog utiliza un generador especial de pulverización para atomizar sólo una fracción del aceite.

Dado que la pulverización transportada por el aire está formada ahora únicamente por partículas ligeras, de un tamaño menor a 2 micras aproximadamente, la gravedad no tiene el mismo efecto sobre ellas y por lo tanto esta pulverización también sirve para largas distancias, y así como a través de líneas de alimentación más complejas sin humedecer exteriormente la tubería. El lubricador Micro-Fog puede también asegurar una distribución proporcional a través de múltiples salidas de lubricación, lo que es ideal para circuitos de control multiválvula.

Una primera comparación entre estos dos tipos de lubricadores puede conducir a una división simple de los mismos entre transporte superior (Oil-Fog) o de transporte inferior (Micro-Fog). Todas las gotitas de aceite que se muestran en el visor Oil-Fog pasarán al sistema, en cuanto al Micro-Fog, únicamente entre el 5 al 10% de las gotas observadas serán enviadas al sistema. El Micro-Fog puede por tanto ser utilizado en aplicaciones en las que únicamente se requieran muy pequeñas cantidades de lubricante, normalmente sobre zonas amplias. Mediante el ajuste del ritmo de goteo puede conseguirse un suministro de aceite superior para alcanzar el del lubricador Oil-Fog en utilización normal.

El principio Micro-Fog ha hecho posible la aplicación de la lubricación por aerosol a la lubricación general de máquinas, tal como cojinetes, engranajes, cadenas, etc.

Tanto los lubricadores Oil-Fog como Micro-Fog incluyen una válvula anti-retorno en el tubo de aspiración para asegurar una lubricación inmediata tan pronto como sea puesto el aire en marcha. Sin embargo, para algunas tareas de ciclo rápido, o sistemas con cilindros de carrera corta, a veces no es posible lubricar correctamente con lubricadores convencionales. Para dichas aplicaciones deben emplearse modificaciones en el sistema como válvulas de salida rápidas, o un lubri-

gador bidireccional colocado convenientemente, que ayudarán a superar dichos problemas.

El segundo tipo de lubricador, la bomba de aceite por inyección es un dispositivo de desplazamiento positivo. Dada su naturaleza, no puede suministrar lubricante de forma continua, pero posee aplicaciones particulares en máquinas de roscar tuercas de multicabezales, en las que los lubricadores convencionales repartirán los caudales de aire en función de la geometría del camino. La bomba de inyección suministrará la misma cantidad de lubricante al punto de aplicación para cada ciclo. Este tipo de lubricador se utiliza a menudo en cadenas transportadoras en las que su aplicación superará los problemas de lubricadores convencionales incorrectamente situados o ajustados.

Varios de los citados inyectores pueden distribuirse conjuntamente para lubricar un gran número de puntos diferentes, pero a la misma frecuencia.

Sea cual sea el tipo de lubricador utilizado, es importante recordar que todos los lubricadores constituyen sistemas de pérdida total, puesto que el lubricante dispensado alcanzará su superficie de trabajo y quedará dividido en partículas más pequeñas, que se 'perderán' a medida que el sistema realiza ciclos de trabajo.

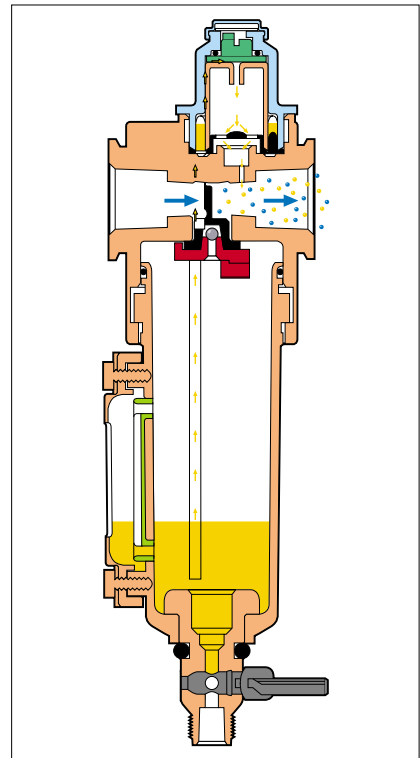
La cantidad de aceite que deberá ser entregada a un sistema neumático para que se consiga una lubricación suficiente es difícil de determinar, dado que cada sistema es diferente. Los dispositivos neumáticos de un sistema pueden requerir diferentes cantidades de lubricante, por lo que deberán siempre seguirse las recomendaciones de los fabricantes del equipo, siempre que existan.

Como orientación general, para la mayoría de sistemas neumáticos será un buen punto de inicio considerar una densidad de salida de aceite de 60mg/m³. Tras las inspecciones y actuaciones de mantenimiento regulares, la cantidad óptima podrá fijarse aumentando o disminuyendo la cantidad suministrada.

LLENADO DE LOS DEPOSITOS DEL LUBRICADOR

En todos los lubricadores es necesario llenar en un momento u otro el depósito. La mayoría de lubricadores Oil-Fog poseen una válvula de retención incorporada para permitir

Figura 29.
LUBRICADOR OIL-FOG



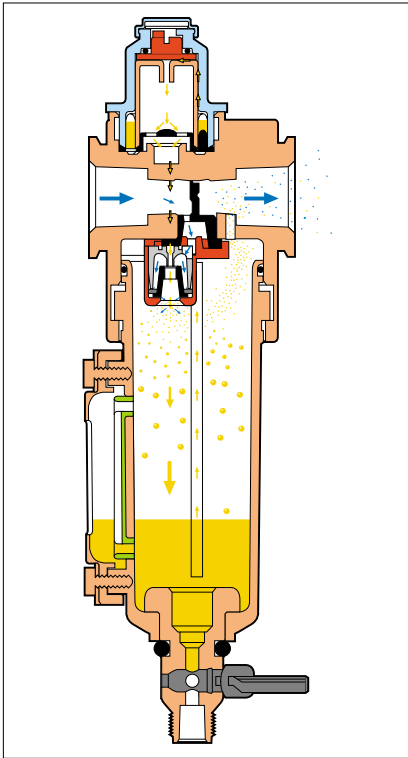
llenar el depósito durante su uso. La mayoría de los lubricadores Micro-Fog pueden incorporar una conexión para llenado rápido que suministra el lubricante a una presión de aproximadamente 1 bar por encima de la existente en el depósito.

También existen dispositivos de llenado automático que pueden ser utilizados para suministrar a la vez a diferentes depósitos simultáneamente desde una única posición centralizada.

Otra forma facilitar el llenado automático de los lubricadores o de asegurarse de que las operaciones importantes nunca se quedan sin lubricante es utilizando un interruptor de nivel de líquido. Estos dispositivos son normalmente interruptores activados por flotador que pueden proporcionar una señal eléctrica a un nivel determinado de líquido, alto o bajo. Dicha señal se puede integrar en un sistema de control para llenar o interrumpir el llenado del depósito o para proporcionar señales de alarma.

A pesar de que una señal de nivel alto puede parecer en principio carente de sentido, debe recordarse que un sobrellenado no sólo impedirá que el lubricador desarrolle su función de generación de la mezcla aire/aceite para pulverización, sino que distribuirá lubri-

Figura 30.
LUBRICADOR MICRO-FOG



cante por el sistema neumático, inundándolo.

SELECCION DEL LUBRICADOR

Determinar qué partes del sistema requieren lubricación (algunas líneas de distribución se dirigirán a zonas que deberán quedar libres de aceite, como por ejemplo las de pintura por pulverización o aplicaciones de aire para respiración).

Determinar qué tipo de lubricación se requiere para cada parte del sistema. Los cilindros pesados de movimiento lento requieren una alimentación elevada, de forma que se deberá escoger un lubricador del tipo Oil-Fog. Las grandes longitudes de tubería en circuitos multi-válvula requieren un lubricador Micro-Fog (o varios Oil-Fog) para lubricar de forma efectiva. Para las herramientas de alta velocidad es mejor utilizar un Micro-Fog, como por ejemplo en las puntas de las herramientas de corte.

Todos los lubricadores son una fuente de caída de presión y por tanto de pérdida de energía, con lo que aunque los Micro-Fogs pueden ser colocados prácticamente en cualquier lugar dentro del sistema, deberán seleccionarse y ubicarse tan cerca como sea posible de la aplicación. Se deben seleccionar

y colocar los lubricadores allá donde se requieran niveles diferentes de lubricación, y no intentar nunca colocar un lubricador para suministrar un sistema completo de distribución, puesto que entonces algunas partes quedarán sobrelubricadas mientras otras quedarán lubricadas insuficientemente.

Asegurarse de que únicamente se utilizan lubricadores Micro-Fog para aplicaciones especiales en el caso de lubricación de cojinetes, puesto que los otros tipos no son aptos.

Figura 31.
RANGOS DE CAUDAL DE LOS
LUBRICADORES

| Tamaño Tubería | Unidad | Caudal (dm ³ /s)* |
|----------------|---------|------------------------------|
| 1/8" | L07 | 5 |
| 1/4" | L72 | 24 |
| 1/2" | L64/L74 | 72 |
| 1" | L15 | 175 |

*Caudal a 6,3 bar y 0,5 bar de caída de presión.

Comprobar que el lubricador elegido posee la suficiente capacidad de caudal sin una excesiva caída de presión en relación al tamaño de la tubería que se va a utilizar (ver figura 37 y los gráficos de rendimiento para cada lubricador en particular).

Dado que los lubricadores requieren una mínima caída de presión para trabajar, caída que está normalmente relacionada con el caudal, deberemos asegurarnos de que se satisface esta mínima condición de caudal, puesto que de lo contrario no habrá salida de aceite. Es importante observar que las fugas de los sistemas de aire comprimido son una fuente de pérdidas de energía, y que tales fugas constituyen efectivamente un caudal constante a través del sistema. Si se utiliza un lubricador con un punto de arranque muy bajo, incluso una pequeña fuga que consiga superar el punto de arranque originará un goteo y suministrará aceite al sistema. Esta es a menudo la causa de inundación por aceite durante periodos de paro, especialmente durante los fines de semana.

En el caso de utilización continua, deberá seleccionarse un lubricador con suficiente capacidad de depósito. Para unidades de tamaño de tubería 1/2" y superiores, existen normalmente diferentes capacidades de depósito. En el caso de que esto no sea posible por razones de espacio o de grado

de utilización, deberán utilizarse dispositivos de llenado remotos o interruptores de nivel de líquido a los sistemas auxiliares.

En el caso de trabajar con caudales muy elevados deberá utilizarse un lubricador fijo tipo venturi. A diferencia de los tipos standard, éste no se ajusta automáticamente para proporcionar una densidad constante aire/aceite, por lo que las necesidades de caudal necesitan que éste sea esencialmente constante. Este tipo de dispositivo no producirá excesivas caídas de presión asociadas a los caudales elevados, por lo que será más eficiente energéticamente.

Para caudales excepcionalmente altos, pueden inyectarse pequeñas cantidades de lubricante (especialmente para empleo en anti-congelante) por medio de pequeños lubricadores en conducciones de grandes sistemas de distribución de 1 a 2" y superiores, donde un lubricador para superficie interior completa resultaría caro tanto en términos de coste como de caída de presión.

PROTECCION DE LOS SISTEMAS DEL USUARIO Y DEL ENTORNO

La seguridad en el puesto de trabajo es primordial y queda enfatizada mediante la Directiva de Maquinarias, la legislación de Sistemas Sometidos a Presión y los Reglamentos de Disposición y Utilización de los Equipos de Trabajo.

La sección que aparece a continuación puede ser una ayuda para los diseñadores de máquinas y para los usuarios en general, a quienes mostraremos aquellos productos para líneas de aire comprimido los cuales, correctamente utilizados, pueden garantizar la seguridad en los sistemas neumáticos.

En esta sección se incluyen importantes documentos referenciados cruzados. Norgren recomienda vivamente a todos los profesionales implicados en el diseño de máquinas y sistemas que se familiaricen con éstos y otros importantes documentos relativos a la seguridad.

PROTECCION FRENTE A SOBREPRESIONES

Los componentes de los sistemas neumáticos poseen normalmente una gama de presiones inferior a las generadas en el compresor, utilizándose reguladores de presión para reducir ésta a niveles seguros de trabajo. En caso de fallo, los componentes pueden quedar expuestos a presiones excesivas que conduzcan a un mal funcionamiento, o, en casos extremos, al fallo de la envoltura de contención.

Para la protección de la excesiva presión existen diferentes soluciones, siendo la más común la válvula de seguridad. La selección de una válvula de seguridad no es un proceso sencillo, requiriéndose una consideración detallada del sistema o elemento del sistema.

En general, todos los componentes y equipos neumáticos poseerán una Presión de Trabajo Segura (SWP), y un límite de sobrepresión del 10%. El diseñador del sistema neumático puede utilizar reguladores para trabajar a presiones inferiores a SWP y utilizar el factor de seguridad del 10% como el límite de sobrepresión que el sistema puede experimentar con la válvula de seguridad en funcionamiento.

Una válvula de seguridad se define

como un dispositivo que posee su salida conectada a un sistema de presión de tal forma que permita ésta se mantenga a un nivel constante. Este nivel constante se encontrará alrededor o por debajo del valor especificado SWP + 10% de sobrepresión permitida.

Las válvulas de seguridad deben tararse para trabajar únicamente cuando se supera la presión regulada, y por tanto necesita un taraje superior al del regulador. Existirá una tolerancia entre la presión de taraje de la válvula de seguridad y la presión de la salida del regulador, en función de sus características de regulación y de caudal. Un problema que aparece frecuentemente es una presión de trabajo de la válvula de seguridad demasiado cercana a la presión de trabajo del sistema. Como consecuencia, la válvula de seguridad estará trabajando y descargando aire durante el funcionamiento normal del sistema, lo que representa una costosa pérdida de aire.

Una vez se ha comprobado la presión de trabajo de la válvula de seguridad y que existe un nivel aceptable de sobrepresión, puede considerarse la capacidad de caudal del dispositivo de seguridad así como del sistema. El dispositivo de seguridad debe ser capaz de ajustarse o superar el nivel de caudal que atraviesa la parte del sistema a proteger, sin que la presión del sistema se eleve por encima del nivel aceptable de sobrepresión.

Pueden utilizarse diferentes métodos para conseguir este objetivo:

El dispositivo de seguridad posee una capacidad de caudal superior a la capacidad de suministro de aire en vacío de los compresores (en sistemas en los que no existe ningún receptor) esto es, el caudal de salida del sistema es mayor que el caudal de entrada.

El dispositivo de seguridad posee una capacidad superior a la del caudal a través del conducto de menor caudal aguas arriba del equipo a proteger. Existen tablas de caudal en orificios para determinar el caudal a diferentes presiones a través de diferentes tamaños de orificios. El diámetro interior menor actúa como una restricción al caudal de la corriente del sistema aguas abajo, y a menos que la presión aguas arriba pueda incrementarse, el caudal se estrangulará en esta zona, quedando por tanto limitado. Este hecho es importante, dado que un sistema de distribución de conducciones puede ser de un gran volumen, con tuberías de un gran diámetro interior, y compresores de elevada capacidad, aunque el dispositivo a proteger puede estar alimentado por tubería de

diámetro interior nominal 1/8" . De forma que únicamente se requiere un pequeño dispositivo de bajo coste, y no uno grande que pueda abarcar la capacidad del sistema completo.

En zonas en las que no exista tal restricción de caudal, deberá crearse la misma, con el fin de reducir el coste de la válvula de seguridad a emplear, asegurándose por supuesto de que la restricción no origina una excesiva caída de presión en el transcurso del funcionamiento normal.

Código según norma:
BS EN 983 5.1.2

TIPOS DE VALVULAS DE SEGURIDAD

Existen diferentes tipos de válvulas de seguridad con las que se consiguen diferentes niveles de rendimiento en relación a la capacidad de caudal y a las limitaciones de sobrepresión. La más común es la de acción rápida, seguida por la de tipo diafragma. Para un mejor rendimiento utilizar válvulas pilotadas, de las que la del tipo pilotada integral es la más compacta y rentable (figura 32).

Un dispositivo de seguridad tipo in-line posee una conexión de descarga a 90° respecto a la dirección del caudal y durante el funcionamiento normal, el caudal atraviesa el cuerpo del dispositivo, sin interferencia con el funcionamiento normal aguas arriba. Una utilización típica de este tipo de dispositivo es el caso del montaje de máquinas, en el que todos los dispositivos de control y protección de los equipos se encuentran situados en una posición discreta, lo que ayuda tanto a la instalación como a la programación del servicio de mantenimiento.

El dispositivo in-line se diferencia de las válvulas de seguridad de acción rápida o de diafragma, en que se encuentran conectadas al sistema a través de una conexión en T. El caudal a través de estos dispositivos sólo existe cuando se encuentran trabajando y se descarga aire a la atmósfera.

En ambos casos el caudal de escape puede ser conducido hacia una zona en la que el ruido y el caudal no originen alteraciones o daños al ambiente o a los operarios. Es posible que se necesiten silenciadores de escape para reducir los niveles de ruido en aplicaciones de escape de caudal elevado, en las que la conducción hacia zonas menos influenciadas no sea posible.

Figura 32.
VALVULA DE SEGURIDAD

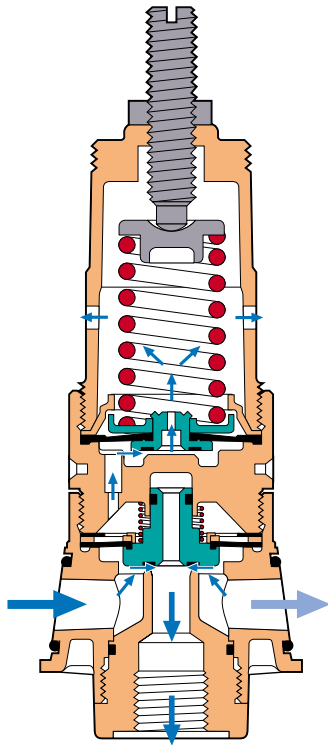


Figura 33.
VALVULA DE ARRANQUE
PROGRESIVO/DESCARGA



VALVULAS DE ARRANQUE PROGRESIVO/DESCARGA

La siguiente forma de protección está asociada con los elementos móviles del sistema, donde dichos elementos pueden necesitar protección frente a un excesivo desgaste debido a la carga en el arranque, o exista peligro para el personal debido a un súbito movimiento de dichos elementos.

Aquí es deseable la utilización de válvulas de arranque progresivo. El funcionamiento normal consiste en permitir el paso de aire hacia un sistema o dispositivo neumático de forma gradual, en el que el nivel de formación de presión puede controlarse mediante el ajuste de la válvula. El diseño de la válvula se basa generalmente en una válvula de asiento plano accionada por resorte, cuando la formación gradual de presión supera a la presión que mantiene el émbolo cerrado, éste se desplaza hasta la posición de abierto permitiendo que el caudal atraviese las conducciones. El nivel de trabajo del émbolo se denomina "punto de arranque", y para muchos dispositivos este punto se encuentra en el rango de un 40 a un 70% de la plena presión de la línea.

Dado que la presión formada en cualquier sistema depende del volumen del mismo, es importante colocar estos dispositivos cerca de la parte de equipo a proteger. La colocación de una válvula mayor para un sistema de distribución completo significará que el sistema necesitará por regla general varios minutos para alcanzar la presurización completa.

Es muy común acoplar la válvula de arranque progresivo junto con una válvula de descarga o de función de escape en un mismo cuerpo, a efectos de compactibilidad.

La función de la válvula de descarga es la de descargar rápidamente la presión del sistema aguas abajo. La válvula puede ser de tipo solenoide o pilotada neumáticamente, a menudo con una función limitadora manual o de descarga de emergencia.

Código según norma:
BS EN 983 5.1.4

AIRE DE ESCAPE

El aire de escape necesita ser tratado correctamente con el fin de reducir los efectos del ruido, de niebla de aceite, y para minimizar posibles peligros al personal.

En el caso de que se utilice una válvula de descarga, pueden liberarse grandes volúmenes de aire a elevada velocidad, lo que producirá niveles elevados de ruido. Normalmente bastará con silenciadores sencillos, fabricados con materiales porosos, para solucionar este problema. Para aplicaciones con ciclos rápidos donde los requerimientos son mayores, puede necesitarse un silenciador de gran potencia.

Los silenciadores se encuentran normalmente clasificados según la reducción de ruido y su contrapresión asociada, por lo que la elección dependerá de la carga requerida por el dispositivo, de forma que se asegure la utilización del silenciador con mayor rentabilidad.

El contaminante más importante es el aceite. Todos los sistemas de lubricación neumática representan una pérdida para el sistema: el lubricante va hacia el sistema, se degrada durante su utilización, y se transporta, junto con impurezas y suciedad, hacia el escape a la atmósfera.

En los sistemas de ingeniería general con un mantenimiento y una lubricación correctos, la cantidad de aceite para escape es

Figura 34.
SILENCIADOR COALESCENTE



muy pequeña, y por lo general se dispersará sin afectar de forma adversa al entorno de trabajo. Sin embargo, los sistemas lubricados incorrectamente o aquellos que requieren elevados niveles de lubricación para aplicaciones de gran carga de trabajo, pueden expulsar grandes niveles de aceite a la atmósfera en su ciclo de escape. En tales casos deberá considerarse la utilización de un silenciador de escape coalescente. La acción de este dispositivo es exactamente igual a la aplicada en los filtros de eliminación de aceite, mediante la cual las pequeñas gotitas de aceite se unen formando gotas de mayor tamaño, que caen en un recipiente para su eliminación. (Ver figura 34.) Durante el transcurso de este proceso, el material poroso empleado también reduce el nivel de ruido del aire de escape.

Dado que estos dispositivos se colocan en el lado de escape del sistema neumático, se encuentran expuestos a cambios de carga bruscos, lo que significa que sus propiedades de eliminación de aceite no son tan buenas como las de los filtros coalescentes. Un buen silenciador coalescente de escape se moverá típicamente alrededor de 2ppm bajo condiciones de trabajo medias.

SELECCION DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION

(i) Determinar qué partes del sistema no pueden soportar la presión máxima que puede desarrollarse en el sistema de distribución (o en el compresor).

Determinar qué tipo de válvula de seguridad se requiere para controlar de la manera más efectiva esta presión de aire considerando la caída del caudal en esa parte del sistema. Considerar la utilización de un elemento restrictivo (orificio) sin producir pérdidas de presión excesivas durante el funcionamiento normal de esa parte del sistema.

Para caudales muy elevados considerar la posibilidad de utilizar un regulador pilotado como válvula de descarga.

Para el caso de máquinas considerar un dispositivo en-línea para formar un conjunto modular integral completo a fin de facilitar la canalización, ubicación y servicio de mantenimiento.

(ii) Determinar qué partes del sistema pueden sufrir problemas en la puesta en marcha inicial, o pueden reiniciarse en el caso de que unas velocidades iniciales excesivas originen problemas de desgaste o de retenciones, o en el caso de que se requiera una función de emergencia de paro/descarga.

Utilizar una válvula de arranque progresivo/descarga para cada sección del sistema que trabaje de este modo. Cuanto mayor sea el sistema mayor tiempo empleará la función de paro de emergencia o de descarga para vaciar el sistema.

Colocar válvulas de arranque progresivo/descarga en el conjunto FRL en el extremo de aguas abajo para impedir reflujos a través del lubricador.

(iii) En el caso de que deban darse salida de escape a grandes volúmenes de aire, considerar la colocación de un silenciador si el aire no puede ser conducido hasta el emplazamiento deseado.

En el caso de que nos encontremos frente a un ciclo de escape rápido, colocar un silenciador de gran potencia.

En el caso de que el aire de escape se encuentre fuertemente cargado con lubricante, proveniente normalmente de equipos que requieran elevados niveles de lubricación, colocar un silenciador de escape coalescente.

OTROS PRODUCTOS PARA SISTEMAS SEGUROS

Otros productos para líneas de aire comprimido que pueden ayudar a crear sistemas neumáticos seguros -

Reguladores de Presión Prefijada - en el caso de que ajustes no autorizados de la presión prefijada puedan originar daños al personal.

Documento Directriz: HS (G) 39
Válvulas de corte enclavables - aseguran que pueda adoptarse un procedimiento de "seguridad en el trabajo" sin el peligro de una reaplicación de la presión no autorizada.

Legislación: BS EN 983 5.1.6
Documento Directriz HS (G) 39
Kits antimanipulación - pueden incorporarse a reguladores de presión, filtros/reguladores, válvulas de seguridad y lubricadores, para asegurar que el caudal, la presión y otros parámetros quedan asegurados frente a un ajuste no autorizado.

Referencia en Legislación:
BS EN 983 5.1.9

**TRATAMIENTO DEL AIRE
ASPECTOS GENERALES**



**INIGUALABLE GAMA DE
PRODUCTO**

Norgren, líder mundial en Tratamiento del Aire, ofrece una inigualable gama de productos que le permitirán producir aire comprimido limpio y utilizarlo de modo económico y seguro.

Desde la más sencilla instalación en una fábrica hasta la aplicación más compleja, Norgren tiene el equipo de Tratamiento del Aire más avanzado para sus necesidades.

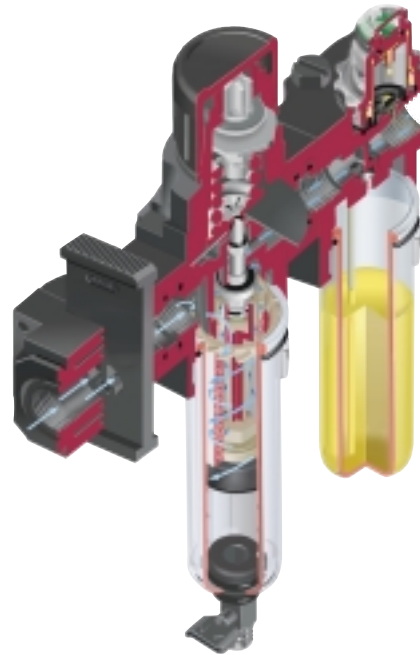


Figura 35.
SISTEMA EXCELON

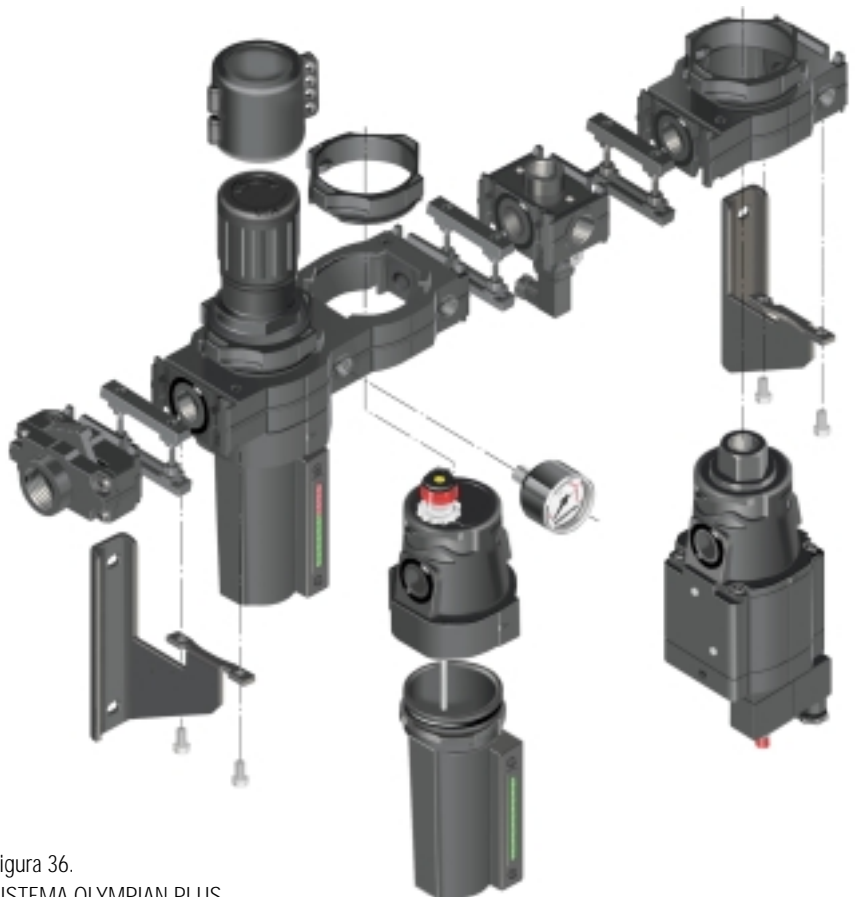


Figura 36.
SISTEMA OLYMPIAN PLUS

TRATAMIENTO DEL AIRE NORGREN: VISION GENERAL

INIGUALABLE GAMA DE PRODUCTO

En las siguientes páginas se muestran las principales familias de producto junto con algunos de los productos standard más especializados. Además de estos, fabricamos cientos de productos 'a medida' según las especificaciones de los clientes, basándonos en la experiencia que Norgren ha acumulado durante los últimos 70 años.

Todas las gamas básicas incluyen:

Filtros standard

Filtros de alta eficacia

Filtros de eliminación de vapor

Reguladores standard

Filtros/reguladores

Lubricadores oil-fog y micro-fog

Válvulas de arranque

progresivo/descarga

Válvulas de corte

Válvulas de seguridad

Todo ello junto a una amplia variedad

de accesorios de montaje

Tomas intermedias

Microrruptores

Indicadores de nivel

Indicadores de colmataje

Manifolds

OLYMPIAN PLUS



Olympian Plus constituye la nueva generación de sistemas FRL, que fija nuevos estándares en cuanto a facilidad de utilización y flexibilidad. El exclusivo conector del equipo permite una rápida instalación o desconexión de las unidades, con un simple cuarto de vuelta del anillo de fijación. El sistema de unidap-tador de fácil conexión permite un rápido montaje de cualquier combinación de unidades.

Características compactas que facilitan el mantenimiento in situ, Olympian Plus es ideal para las instalaciones industriales. De la misma manera, la gran gama de accesorios para el sistema ofrece al usuario de maquinaria original una solución altamente flexible.

Olympian Plus se encuentra disponible en 1/2", con opción de conexionado de 1/4", 3/8" y 3/4".

OLYMPIAN SERIE 15

La Serie 15 es la versión básica de 1 pulgada del sistema Olympian. Disponible con conexiones de 3/4" a 1 1/2", ofrece una solución flexible para máquinas grandes y gran volumen de utilización industrial.

EXCELON



Excelon es un sistema Norgren de tratamiento del aire completamente nuevo. A pesar de ser de conexión directa, gracias al sistema de conexión patentado Quikclamp, Excelon puede utilizarse cuando se necesiten tanto unidades individuales como conjuntos modulares.

Excelon es una unidad compacta que ofrece un rendimiento excepcional. Es ideal para las maquinarias de fabricante original, ofreciendo un sistema modular flexible con accesorios útiles tales como presostatos y bloques manifold. El depósito con sistema de montaje rápido de bayoneta, el indicador de nivel de líquido de gran visibilidad y el sistema patentado de fácil manejo Quikdrain son sólo un ejemplo de las características diseñadas pensando siempre en la sencillez de mantenimiento.

Existen dos tamaños en la gama Excelon.

Excelon 72, gama de 1/4" (con sobreconexión opcional a 3/8"). Sin embargo, su rendimiento es óptimo, muy por encima del de muchos de sus productos competidores de 3/8".

Excelon 74, gama de 1/2" (opcional 3/8" y 3/4").

UNIDADES ROSCADAS



Las unidades roscadas no poseen sistema de conexión modular, y se utilizan generalmente como unidades de montaje individual. Cubren una amplia gama de tamaños de conexiones básicas, desde 1/8" (Serie 07) hasta 2" (Serie 18).

SERIE 07

La gama de miniatura ofrece unidades de buen rendimiento para caudales pequeños. En este caso los reguladores son el producto más común y, además de las unidades catalogadas, Norgren ofrece una amplia gama de opciones. Las unidades se encuentran disponibles en diferentes materiales para el cuerpo, con los componentes internos escogidos para desarrollar las características de rendimiento específico requeridas por el cliente.

SERIE 11

Con un tamaño básico de 3/8", la Serie 11 se ofrece también con 1/4" y en algunos casos con conexiones de 1/2". Se trata de unidades que han demostrado su fiabilidad, utilizadas a menudo como alternativa a un verdadero producto de 1/2", en el caso de que los requerimientos de caudal no sean altos.

SERIE 18

La Serie 18 se presenta en modo básico en la gama de 2", diseñada para conducciones de aire en fábricas o para aplicaciones en maquinaria de fabricante original de elevado caudal, tales como granalado o maquinaria textil.

REGULADORES DE PRECISION



Norgren posee varios reguladores de precisión diferentes, ofreciendo cada uno de ellos al diseñador una combinación particular de características de rendimiento de las cuales hay que seleccionar la mejor unidad para la aplicación. Se producen además muchos productos especiales además de las opciones de catálogo.

11-818

Reguladores compactos y de elevada precisión para manómetros, utilización en laboratorio y control pilotado de precisión.

11 400

Para control pilotado de alta precisión en grandes reguladores y válvulas de seguridad.

R24 MICRO TROL

Caudal excepcionalmente alto con excelente rendimiento de descarga.

R38

Regulador de instrumentación fabricado en aluminio o acero inoxidable.

R27

Reguladores de alta precisión caracterizados por una amplia elección de operadores.

PRODUCTOS ESPECIALES



ACERO INOXIDABLE

Norgren produce unidades que satisfacen los requerimientos NACE para utilización en alta mar y en entornos agresivos. El regulador y el regulador de filtro-regulador de la Serie 38 son unidades 1/4 NPT que ofrecen un elevado caudal con una gran precisión. El filtro, regulador y lubricador de la Serie 22 son de 1/2" y para aplicaciones de menor caudal existe la Serie 05 de 1/4".

REGULADORES DE AGUA

Reguladores con cuerpos de plástico o bronce aptos para trabajo con agua potable o de uso general.

VALVULAS DE SEGURIDAD

Además de las válvulas de seguridad que forman parte de las principales gamas de FRL, Norgren posee varias unidades especializadas incluyendo las de asiento plano y el 40AC pilotado neumáticamente.

REGULADORES ELECTRONICOS

Norgren puede ofrecer reguladores electrónicos completamente programables para su uso con cualquier PLC standard industrial. El regulador electrónico R26 Pneu-Stat proporciona una salida estable durante largos periodos, y es ideal para el control de presión en bucle cerrado en aplicaciones tales como máquinas de soldadura que requieren un gran número de valores prefijados de presión.

GLOSARIO

Aire Libre:

Medición del caudal de aire en dm³/s a STP (1 013mbar y 21°C) (ISO R554). Todos los caudales de aire son convertidos para facilitar la medición del sistema.

Ambiente:

Las condiciones del entorno del equipo, normalmente de temperatura, bajo circunstancias de trabajo normales.

Caida de Caudal:

Caudal máximo a través de un mecanismo a una presión determinada con la válvula abierta al máximo.

Caida de Presión:

Cantidad de pérdida de presión provocada por el caudal de aire a través de un sistema.

Características de Caudal:

Característica de un regulador de presión que muestra la variación en la presión de salida con las variaciones del caudal de salida a una presión de suministro constante.

Característica de Regulación:

Característica de un regulador de presión que muestra la variación de la presión de salida mediante la modificación de la presión de entrada a un nivel constante de caudal.

Coalescente:

Acción que provoca la unión de pequeñas partículas transformándolas en otras de mayor tamaño.

Depósitos de purga:

Mecanismo para eliminar el agua condensada de un sistema, situado en su parte inferior. Generalmente van montados con válvulas de purga automática.

Desecante:

Material absorbente utilizado en algunos secadores. Muchos de ellos son regenerativos, pues utilizan una parte de su energía para secar el material, haciéndolo re-utilizable.

Emulsión:

Mezcla de aceite y agua.

Humedad Relativa:

Cantidad de vapor de agua existente en un determinado volumen de aire, en relación a la cantidad de vapor de agua necesario para saturar el mismo volumen de aire a igual temperatura.

Micra (micrometro):

Unidad de longitud equivalente a la millonésima parte del metro (μm).

Micro-Fog:

Suspensión de partículas de aceite ligeras en el aire, normalmente inferiores a $2\mu\text{m}$, que pueden recorrer largas distancias.

Oil-Fog:

Suspensión de partículas de aceite en el aire, más pesadas y grandes que Micro-Fog, adecuadas para la lubricación heavy duty.

Pérdida Inicial:

Cantidad de pérdida de presión en un regulador de presión cuando pasa de un caudal (estático) determinado a un caudal (dinámico) menor.

Refrigerador:

Intercambiador de calor montado en la salida del compresor para extraer el calor de la compresión.

Regulador de Presión:

Mecanismo conectado a un sistema para que su presión se mantenga constante mediante el control del caudal de salida a la atmósfera.

Regulador Pilotado:

Regulador cuya presión de salida está controlada por la presión de salida de otro regulador de presión.

Secador Delicuescente:

Secador con un material que absorbe el vapor de agua hasta que dicho material se disuelve en el agua absorbida.

Toma Intermedia:

Mecanismo modular con varias salidas de caudal de aire y una entrada principal.

Válvula de Arranque Progresivo:

Mecanismo que durante la presurización inicial del sistema permite que la presión aumente lentamente hasta un nivel intermedio predeterminado, antes de que la presión de la línea llegue al máximo.

Válvula de Control:

Mecanismo que permite al caudal ir en una única dirección.

Válvula de Descarga:

Válvula conectada a la atmósfera que permite una rápida descarga de la presión del sistema.

Válvula de Reducción de Presión /

Regulador de Presión:

Mecanismo utilizado para disminuir la presión de aire en un sistema neumático hasta el nivel de trabajo requerido.

Figura 37.

PERDIDAS POR FRICCION EN ACOPLAMIENTOS DE TUBOS EN TERMINOS DE METROS EQUIVALENTES DE TUBO RECTO.

| | 8 mm | 10 mm | 15 mm | 20 mm | 25 mm | 32 mm | 40 mm | 50 mm |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T (empalme directo) | 0,15 | 0,15 | 0,21 | 0,34 | 0,46 | 0,55 | 0,67 | 0,92 |
| T (salida lateral) | 0,76 | 0,76 | 1,01 | 1,28 | 1,62 | 2,14 | 2,47 | 3,18 |
| Codo 90° | 0,43 | 0,43 | 0,52 | 0,64 | 0,79 | 1,07 | 1,25 | 1,59 |
| Codo 45° | 0,15 | 0,15 | 0,24 | 0,30 | 0,38 | 0,49 | 0,58 | 0,73 |
| Válvula esférica* | 0,01 | 0,03 | 0,09 | 0,12 | 0,15 | 0,22 | — | — |

* Auto escape – completamente abierto

Figura 38.

CAUDAL MAXIMO RECOMENDADO* A TRAVES DE TUBO DE ACERO DE SERIE MEDIA ISO 65.

| Presión Manométrica Aplicada bar | Tamaño de Tubo Estándar Nominal (Diámetro Interior Nominal) – mm | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----|------|------|-----|-----|-------|-------|-----|-------|-------|
| | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 |
| | Conexión aproximada Tubo – pulgadas | | | | | | | | | | |
| | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 |
| 0,4 | 0,3 | 0,6 | 1,4 | 2,6 | 4 | 7 | 15 | 25 | 45 | 69 | 120 |
| 1,0 | 0,5 | 1,2 | 2,8 | 4,9 | 7 | 14 | 28 | 45 | 80 | 130 | 230 |
| 1,6 | 0,8 | 1,7 | 3,8 | 7,1 | 11 | 20 | 40 | 60 | 120 | 185 | 330 |
| 2,5 | 1,1 | 2,5 | 5,5 | 10,2 | 15 | 28 | 57 | 85 | 170 | 265 | 470 |
| 4,0 | 1,7 | 3,7 | 8,3 | 15,4 | 23 | 44 | 89 | 135 | 260 | 410 | 725 |
| 6,3 | 2,5 | 5,7 | 12,6 | 23,4 | 35 | 65 | 133 | 200 | 390 | 620 | 1 085 |
| 8,0 | 3,1 | 7,1 | 15,8 | 29,3 | 44 | 83 | 168 | 255 | 490 | 780 | 1 375 |
| 10,0 | 3,9 | 8,8 | 19,5 | 36,2 | 54 | 102 | 208 | 315 | 605 | 965 | 1 695 |

 *Caudal en dm³/s de aire libre a una presión atmosférica de 1 013 mbar.

Notas Generales

Los valores de caudal están basados en una caída de presión (DP) como sigue:

10% de presión aplicada por 30 metros de tubería 6 – 15 mm diámetro interior nominal inclusive

5% de presión aplicada por 30 metros de tubería 20 – 80 mm diámetro interior nominal inclusive

Figura 39.

COMPARACION SECADORES

| Tipo Secador | Presión de Punto de Rocío | Punto de Rocío Atmosférico | Sustitución del Medio Secante | Consumo Energético | Coste Inicial | Pre Filtros | Post Filtros | Coste de Mantenimiento |
|------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------|--|
| Refrigerado | 2°C | 23°C | No | Para el motor de refrigeración | Medio | Propósito general y coalescente | Ninguno | Mantenimiento regular del motor de refrigeración |
| Regenerativo Desecante | -40°C | -57°C | Infrecuente | Para desecante secador | Alto | Propósito general y coalescente | Coalescente | Pequeño |
| Delicuescente | 10°C | -15°C | Regularmente, mínimo cada 6 meses | No | Bajo | Propósito general y coalescente | Coalescente | Recarga de contenedor |

Norgren es líder mundial como fabricante y proveedor de soluciones en neumática, ofreciendo una extensa gama de componentes neumáticos de control y automatización por medio de una red internacional que abarca más de setenta países. La empresa es miembro destacado del diversificado e internacionalmente reconocido Grupo IMI



○ Puntos de venta y Servicio

IMI
empresa del grupo IMI

IMI Norgren, S.A.
Del Aire, 3 - Políg. Ind. 'Els Bellots' - 08227 Terrassa
Tel: (93) 731 0000 Fax: (93) 783 0838
<http://www.norgren.com>

Dada nuestra política de investigación y desarrollo continuo, nos reservamos el derecho a cualquier modificación sin previo aviso de las especificaciones que figuran en este documento.

