

Condiciones de utilización, almacenamiento y transporte para los productos Festo

¿Qué hay que tener en cuenta al utilizar productos de Festo?

Para el buen funcionamiento de los elementos de Festo, el usuario deberá respetar los valores límite indicados, tener en cuenta las advertencias de seguridad, considerar los datos técnicos y atenerse las indicaciones.

Debe utilizarse aire comprimido debidamente preparado y exento de fluidos agresivos para alimentar a los componentes neumáticos → página 3 ff.

Tenga en cuenta las condiciones que imperan en el entorno de la aplicación. Los entornos corrosivos, abrasivos y polvorientos (por ejemplo, presencia de agua, ozono, polvo de viruta) reducen la duración del producto.

Compruebe la resistencia de los productos de Festo en función de los medios utilizados o presentes en el entorno → página 19.

Al utilizar elementos de Festo en aplicaciones de seguridad, deberán respetarse las normas nacionales e internacionales correspondientes, por ejemplo, la directiva de máquinas.

Cualquier modificación de los productos y sistemas de Festo implica un riesgo para la seguridad.

Festo no se responsabiliza de los daños ocasionados por modificaciones hechas en sus productos.

Recurra al asesoramiento de Festo si en su caso se aplica uno de los siguientes criterios:

- Si las condiciones del entorno o de utilización o el fluido no corresponden a los datos técnicos.
- El producto debe aplicar una función de seguridad.
- Se requiere un análisis sobre posibles peligros y de seguridad.
- Si tiene dudas sobre si el producto es apropiado para la aplicación.
- Si tiene dudas sobre si el producto cumple los requisitos necesarios para el funcionamiento en aplicaciones de seguridad.

Todos los datos técnicos pueden sufrir cambios en función de las actualizaciones de los productos. Todos los textos, representaciones, imágenes y dibujos presentes en este documento son propiedad de Festo AG & Co. KG y están protegidos por derecho de autor.

Queda prohibida cualquier reproducción, tratamiento, traducción, microfilmación de la índole que fuere, así como el almacenamiento o tratamiento mediante sistemas electrónicos sin el consentimiento de Festo AG & Co. KG.

Debido a los continuos avances tecnológicos, queda reservado el derecho a realizar cualquier modificación.

Condiciones de almacenamiento

Temperatura

El margen de temperatura en los lugares de almacenamiento debe estar entre 10 °C y 40 °C durante todo el año.

Deben evitarse los cambios bruscos de temperatura en el lugar de almacenamiento. Las fuentes de calor, como calefactores, tuberías de calefacción y similares, se deben dotar de una separación constructiva que no permita que el calor que emiten alcance directamente a los materiales almacenados.

Radiación UV

No se debe permitir la exposición directa a la radiación del sol (tragaluces, compuertas de salida de humos, etc.) ni a luces artificiales con un contenido ultravioleta alto. Utilice lámparas fluorescentes con protección UV.

Aire ambiental

Es obligatorio que el aire pueda circular y que exista una entrada (proporcional) permanente de aire del exterior al lugar de almacenamiento. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar que los medios que se originan en los procesos de producción y que podrían afectar a los materiales (p.ej. disolventes o similares) puedan entrar en las zonas de almacenamiento. En el lugar de almacenamiento no debe haber ningún dispositivo que genere ozono, como por ejemplo ionizadores ambientales o dispositivos de alta tensión.

La humedad relativa del ambiente no debe sobrepasar el 75 %. No se debe permitir que se forme condensación.

Polvo

Las piezas se deben guardar en recipientes adecuados. El lugar de almacenamiento debe estar limpio de polvo. Debe prestarse especial atención a que los revestimientos del suelo sean resistentes al desgaste y de poro cerrado, y debe impedirse que puedan entrar partículas de polvo procedentes de fuentes externas (aire ambiental). Siempre que se realicen reparaciones en la obra del lugar de almacenamiento (soldadura, corte abrasivo, etc.), los materiales almacenados se deberán proteger adecuadamente de las partículas de soldadura, las virutas, etc.

Almacenamiento y retirada

Las piezas no se deben someter a cambios extremos de temperatura.

Influencias mecánicas

Todos los productos, incluidos los embalajes de las piezas de repuesto y desgaste, se deben guardar de forma que no puedan sufrir deformaciones mecánicas ni resultar dañados, es decir, no se deben forzar, doblar ni someter a cargas puntuales. También se debe evitar el contacto directo prolongado de los productos de elastómero con el cobre o el manganeso, puesto que estos materiales pueden influirse recíprocamente.

Gestión de almacenes.

Para evitar el envejecimiento excesivo de las piezas, se debe seguir la metodología FIFO (primero en entrar primero en salir). El tiempo total de almacenamiento debe mantenerse lo más corto posible. En este contexto, rigen los plazos de garantía establecidos.

Condiciones de transporte

En general, no existen restricciones para las condiciones ambientales que se dan durante el transporte terrestre, marítimo y aéreo, siempre y cuando los productos

se mantengan debidamente protegidos mediante contenedores y materiales de embalaje adaptados a las especificaciones de la ficha de datos del

producto. En caso necesario, se puede procurar un transporte especial, por ejemplo con control de temperatura. Sin

embargo, este tipo de transporte debe acordarse por contrato y cobrarse por separado.

Las normas en la neumática

Las normas en la neumática

Las normas también son importantes en la neumática. La normalización equivale a homologación (estandarización). Las normas también deben cumplirse obligatoriamente para comercializar productos y servicios entre empresas, ya

sea nacionalmente o internacionalmente. Las normas industriales reflejan el nivel tecnológico actualizado. Ellas crean una base uniforme para evaluar el funcionamiento técnico de los productos. En el caso de la neumática, las normas

relevantes se refieren a dimensiones, a la seguridad y a la calidad. Festo colabora en las comisiones nacionales e internacionales de mayor relevancia, dedicadas a la definición de normas.

Actuadores neumáticos

- Cilindros normalizados según ISO 6432
- Cilindros normalizados según ISO 21287
- Cilindros según las normas ISO 15552 (ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562), NFE 49003.1 y UNI 10290.
- Horquillas según ISO 8140 o DIN 71752
- Horquillas articuladas según ISO 12240-4, serie de dimensiones K

Válvulas / terminales de válvulas

- Terminales para válvulas normalizadas.
- Electroválvulas y válvulas neumáticas con patrón de conexiones según ISO 15407-1.
- Placas de enlace para válvulas según ISO 15407-1.
- Terminales de válvulas con distribución de conexiones según ISO 15407-2.
- Electroválvulas y válvulas neumáticas con patrón de conexiones según ISO 5599-1.
- Terminales de válvulas con distribución de conexiones según DIN ISO 5599-2.
- Placas de enlace para válvulas con patrón de conexiones según ISO 5599-1 y dimensiones exteriores según VDMA 24345.
- Electroválvulas con distribución de conexiones según VDI/VDE 3845 (Namur).

Preparación del aire comprimido

- Calidad del aire comprimido según ISO 8573-1:2010
- Manómetro de resorte elástico según EN 837-1
- Manómetro de resorte encapsulado según EN 837-3.
- Depósitos de aire comprimido según directivas 2014/68/UE, 2014/29/UE o EN 286-1.

Preparación del aire comprimido

¿Por qué es necesaria la preparación del aire comprimido?

La preparación apropiada del aire comprimido contribuye a evitar fallos en los componentes neumáticos. Además, aumenta la duración de los componentes y reduce la paralización imprevista de máquinas y equipos. También logra aumentar la fiabilidad de los procesos. El aire comprimido contiene las siguientes impurezas:

- partículas,
- agua y
- aceite.

El agua y el aceite pueden estar presentes en forma líquida o gaseosa. Dentro de la red de aire comprimido pueden pasar de un estado a otro. Estos tres tipos de impurezas no aparecen de manera aislada en las redes de aire comprimido. Más bien forman mezclas. La cantidad de esta mezcla puede variar en diversos puntos de la red en el transcurso del tiempo. En derivaciones o empalmes puede acumularse, por ejemplo, agua, en puntos muertos de las

tuberías pueden acumularse partículas. Un pico de presión puede provocar el desprendimiento repentino de esas acumulaciones.

Una preparación deficiente del aire comprimido provoca los siguientes problemas:

- Desgaste prematuro de juntas
- Depósitos de aceite en las válvulas de la parte de control
- Ensuciamiento de silenciadores

Posibles consecuencias para el usuario y las máquinas:

- Menor disponibilidad de las máquinas
- Mayores costos energéticos debido a fugas
- Trabajo de mantenimiento y reparación más frecuente
- Menor duración de componentes y sistemas

Partículas

El aire comprimido contiene partículas de diversa índole (hollín, abrasivos y corrosivos). El aire comprimido también puede contener virutas metálicas (residuos ocasionados al efectuar trabajos de remodelación en la red neumática) o restos de material

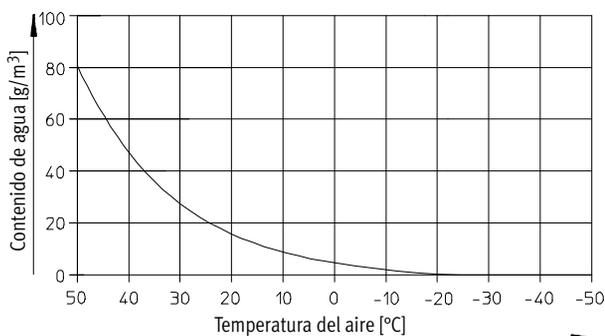
hermetizante (por ejemplo, trozos de cinta PTFE). Según la norma ISO 8573-1:2010, las partículas se clasifican en partículas finas de 0,1 ... 5 µm y partículas grandes de > 5 µm.



Contenido de agua en el aire

El contenido máximo de agua en el aire (humedad relativa del 100%) depende de la temperatura. El aire (expresado en unidades de volumen m³) puede contener una cantidad de agua máxima (expresada en g), independientemente de la presión. Cuanto más alta la temperatura, más agua puede contener el aire. El excedente de humedad es segregado en forma de condensado. Si baja la

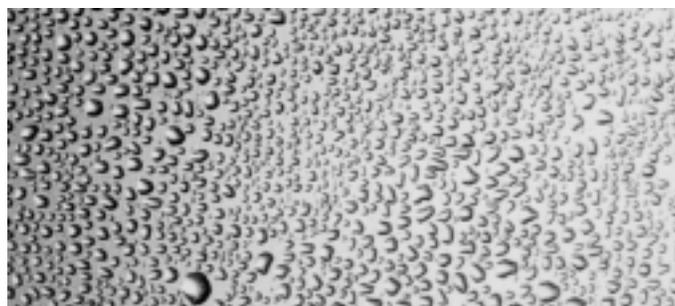
temperatura del aire (por ejemplo de 20 °C a 3 °C) se reduce la cantidad máxima de agua contenida en el aire comprimido de 18 g/m³ a 6 g/m³. Ello significa que, en estas condiciones, el aire comprimido sólo es capaz de contener una tercera parte del agua. El agua restante (12 g/m³) forma gotas (rocío) que deben evacuarse si quieren evitarse daños.



Condensación del agua

El aire siempre contiene una cantidad determinada de agua. Esta humedad es segregada al bajar la temperatura del aire. Para evitar daños por corrosión en

la red neumática y fallos en los actuadores conectados a ella, es necesario reducir la humedad relativa del aire.

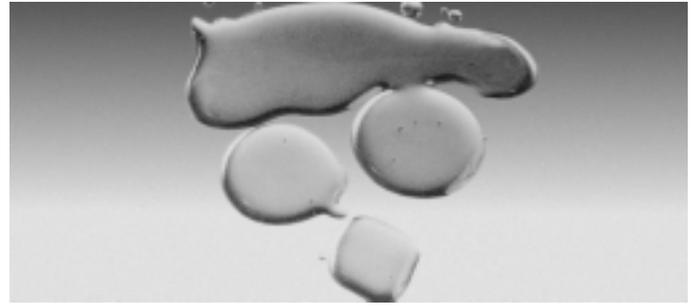


Preparación del aire comprimido

Contaminación con aceite

Los aerosoles oleicos, contenidos en el aire de la atmósfera, provocan una contaminación del sistema neumático, incluso si los compresores funcionan sin

aceite lubricante. Este aceite no es apropiado para la lubricación de los actuadores e, incluso, puede provocar la obturación de sus partes más sensibles.



¿Cuál es la pureza necesaria del aire?

La calidad necesaria del aire comprimido depende de la aplicación

La respuesta es muy sencilla: El aire comprimido siempre debe tener el grado de pureza necesario para que no ocasione fallos o daños en los sistemas neumáticos.

Considerando que cualquier filtro provoca una resistencia al flujo del aire y aplicando criterios económicos, es recomendable no limpiar el aire más de lo necesario.

Las diversas aplicaciones del aire comprimido requieren calidades de aire diferentes en cada caso. Si es necesario disponer de aire a presión de gran

calidad, es preferible filtrarlo en varias fases → Página 7. Si sólo se utilizara un filtro "fino", éste quedaría obstruido muy pronto.

Dimensionado

 - Importante

Los aparatos montados en la entrada de una bifurcación/distribución de aire deberían tener una gran capacidad de caudal, ya que deben poner a disposición del sistema todo el aire necesario.

Más informaciones:
→ www.festo.com/catalogue/
preparación del aire comprimido

El tamaño de las unidades de mantenimiento dependen del consumo de aire. Si las unidades son demasiado pequeñas, se producen oscilaciones de presión y los filtros se obstruyen más rápidamente.

Aplicando criterios económicos, es

recomendable utilizar aire muy puro únicamente si es absolutamente necesario. Para disponer de aire de calidades diversas puede recurrirse a módulos de derivación montados entre las unidades de mantenimiento.

El funcionamiento de las unidades de mantenimiento

Los filtros de aire a presión retienen las partículas sólidas y la humedad. Las partículas > 40 ... 5 µm (según grado de filtración), se retienen mediante un filtro de material sinterizado. Los líquidos se extraen mediante fuerza centrífuga. El vaso del filtro que contiene el condensado tiene que ser vaciado regularmente, ya que de lo contrario el flujo del aire a presión lo volvería a arrastrar consigo. Diversos sectores industriales disponen de instalaciones que funcionan con aire

extremadamente limpio. En esos sectores se utilizan combinaciones de filtros micrónicos y submicrónicos. Los filtros micrónicos son utilizados en una primera fase para eliminar impurezas de hasta 1 µm.

Los filtros submicrónicos son empleados en una segunda fase para eliminar casi totalmente las gotas de agua y aceite y las partículas de suciedad aún contenidas en el aire a presión. Para

conseguirlo, se utilizan filtros capaces de limpiar el aire en un 99,999% (valor equivalente a filtración de hasta 0,01 µm).

Una válvula reguladora de presión (lado secundario) mantiene la presión de trabajo a niveles casi constantes, independientemente de las oscilaciones de presión que sufra la red (lado primario) a raíz del consumo de aire. La presión de entrada siempre tiene que ser superior a

la presión de funcionamiento.

El lubricador del aire a presión permite la lubricación de los elementos neumáticos en caso necesario. El aceite de lubricación contenido en un depósito es aspirado por la unidad de lubricación y al entrar en contacto con el aire se produce su nebulización. El proceso de aspiración de aceite lubricante empieza cuando el caudal de aire a presión es suficientemente grande.

Preparación del aire comprimido

Aire comprimido lubricado

Al utilizar aire a presión lubricado deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Utilice el aceite especial OFSW-32 de Festo o las alternativas que constan en el catálogo (que correspondan a la norma DIN 51524-HLP 32; viscosidad de 32 cSt con 40 °C).
- Tratándose de aire a presión con aceite, la lubricación adicional no deberá superar los 25 mg/m³ (ISO 8573-1:2010). El aire preparado después del compresor tiene que corresponder a la calidad de aire comprimido sin lubricación.
- El funcionamiento con aire comprimido lubricado provoca el “enjuague” de la lubricación de los componentes de fábrica. En ese caso es posible que se produzcan fallos si después del funcionamiento con aire lubricado vuelve a cambiarse al funcionamiento con aire sin lubricar.
- Si es necesario utilizar aire lubricado, los lubricadores deberán ser instalados inmediatamente antes del cilindro consumidor para evitar que toda la red contenga aire lubricado.
- ¡Deberá ponerse cuidado en no sobrelubricar la red! Para comprobar si el grado de lubricación es correcto, puede realizarse la siguiente prueba: Colocar un cartón blanco a una distancia de 10 cm de la salida de aire (sin silenciador) de la válvula de trabajo

que corresponda al cilindro más alejado. Estando en funcionamiento el sistema durante algún tiempo, el cartón sólo deberá adquirir un color amarillo muy tenue. Si gotea aceite, significa que la dosificación es excesiva en el lubricador.

- Otra prueba de sobrelubricación consiste en verificar la coloración o el estado de los silenciadores del aire de escape. Si tienen un color amarillo claramente visible o si gotean, el aire contiene demasiado aceite.
- El aire que contiene partículas de suciedad o que está mal lubricado reduce la duración de los elementos neumáticos.

- Cada semana deberá controlarse como mínimo dos veces el estado de las unidades de mantenimiento, verificando el nivel del condensado y el ajuste del grado de lubricación. Es recomendable que este control sea incluido en el plan de mantenimiento de las máquinas.
- En todo caso debería prescindirse de una lubricación adicional para no contaminar el medio ambiente. Las válvulas y los cilindros neumáticos de Festo han sido concebidos de tal modo que sin son utilizados correctamente no precisan de una lubricación adicional sin por ello disminuir su duración.

Contenido de aceite

Debe diferenciarse entre aceite residual en funcionamiento sin lubricación y aceite adicional en funcionamiento con lubricación.

Funcionamiento sin lubricación: Los análisis del contenido de aceite residual han demostrado que los diversos tipos de aceite tienen consecuencias diferentes. Ello significa que al analizar el contenido de aceite

residual tienen que diferenciarse los tipos siguientes:

- Aceites biológicos: Aceites en base a ésteres sintéticos o naturales (por ejemplo, éster de aceite de colza). El contenido residual de estos aceites no debe exceder 0,1 mg/m³. Corresponde a ISO 8573-1:2010 clase 2 → www.festo.com/catalogue/preparación del aire comprimido. Si la cantidad es mayor, se producen daños

en las juntas y en otros componentes (por ejemplo, en los depósitos de los filtros) de las instalaciones neumáticas, con lo que su duración puede ser menor.

- Aceites minerales (p. ej. aceites HLP según DIN 51524, parte 2) o aceites correspondientes en base a polialfaolefinas (PAO). El contenido residual de estos aceites no debe exceder 5 mg/m³. Este valor

corresponde a ISO 8573-1:2010 clase 4 → www.festo.com/catalogue/preparación del aire comprimido. No es admisible un contenido mayor de aceite residual independientemente del aceite del compresor, ya que de lo contrario se produciría un lavado del lubricante en el transcurso del tiempo. En ese caso es posible que los componentes no funcionen debidamente.

Humedad

Punto de condensación bajo presión de máx. 3 °C.

Corresponde a ISO 8573-1:2010, mínimo clase 4 → www.festo.com/catalogue/preparación del aire comprimido.



Importante

El punto de condensación tiene que ser como mínimo 10 K inferior a la temperatura ambiente, ya que de lo contrario puede producirse una congelación del aire comprimido en fase de expansión.

Partículas sólidas

Tamaño máximo de las partículas de 10 mg/m³, considerando una densidad máxima de partículas de 40 µm. Este valor corresponde a DIN ISO 8573-1:2010 clase 7 → www.festo.com/catalogue/preparación del aire comprimido.

Tipos adecuados de aceite

Aceite especial de Festo en envases de 1 litro:

Referencia OFSW-32



Importante

Preparación óptima del aire comprimido y, por lo tanto, menor frecuencia de fallos y procesos más fiables. Consultar al respecto:

Análisis de la calidad del aire comprimido

→ www.festo.com

Preparación del aire comprimido

| Clases de pureza considerando partículas según ISO 8573-1:2010 | | | |
|--|---|---------------------|---------------------|
| Clase | Cantidad máxima de partículas por m ³ suponiendo un tamaño de partículas d | | |
| | 0,1 µm < d ≤ 0,5 µm | 0,5 µm < d ≤ 1,0 µm | 1,0 µm < d ≤ 5,0 µm |
| 0 | Según especificación del usuario u oferente de máquinas, más exigente que la clase 1 | | |
| 1 | ≤ 20000 | ≤ 400 | ≤ 10 |
| 2 | ≤ 400000 | ≤ 6000 | ≤ 100 |
| 3 | Sin especificación | ≤ 90000 | ≤ 1000 |
| 4 | Sin especificación | Sin especificación | ≤ 10000 |
| 5 | Sin especificación | Sin especificación | ≤ 100000 |

| Clase | Concentración de la masa C _p [mg/m ³] |
|-----------------|---|
| 6 ¹⁾ | 0 < C _p ≤ 5 |
| 7 ¹⁾ | 5 < C _p ≤ 10 |
| X | C _p > 10 |

1) Para alimentar aire comprimido a herramientas industriales y a máquinas que funcionan con energía neumática solían utilizarse filtros universales apropiados para la filtración según clase 6 (partículas de 5 µm) o clase 7 (partículas de 40 µm). Este criterio prevaleció durante muchos años, hasta que aparecieron los nuevos sistemas de medición del tamaño de partículas. Sin embargo, el funcionamiento fue y sigue siendo satisfactorio, siendo posible reducir las pérdidas de presión (y, por lo tanto, las pérdidas de rendimiento) a niveles mínimos. La filtración no es completa. Los filtros tienen un grado de eficiencia de mínimo 95 % en relación con el tamaño de referencia de las partículas. Ello significa lo siguiente: en el caso de la clase 6 se filtra el 95 por ciento de todas las partículas del tamaño 5 µm; en el caso de la clase 7 se filtra el 95 por ciento de todas las partículas del tamaño 40 µm (medición según ISO 12500-3).

| Clases de pureza considerando humedad y agua según ISO 8573-1:2010 | |
|--|--|
| Clase | Punto de rocío [°C] |
| 0 | Según especificación del usuario u oferente de máquinas, más exigente que la clase 1 |
| 1 | ≤ -70 |
| 2 | ≤ -40 |
| 3 | ≤ -20 |
| 4 | ≤ +3 |
| 5 | ≤ +7 |
| 6 | ≤ +10 |

| Clase | Concentración de agua en estado líquido C _w [g/m ³] |
|-------|---|
| 7 | C _w ≤ 0,5 |
| 8 | 0,5 < C _w ≤ 5 |
| 9 | 5 < C _w ≤ 10 |
| X | C _w > 10 |

| Clases de pureza considerando el contenido total de aceite según ISO 8573-1:2010 | |
|--|--|
| Clase | Concentración total de aceite (líquido, aerosol, vapor) [mg/m ³] |
| 0 | Según especificación del usuario u oferente de máquinas, más exigente que la clase 1 |
| 1 | ≤ 0,01 |
| 2 | ≤ 0,1 |
| 3 | ≤ 1 |
| 4 | ≤ 5 |
| X | > 5 |

Preparación del aire comprimido

Calidad fiable del aire comprimido

Denominación según ISO 8573-1:2010 [Partículas:Agua:Aceite] La clase que se puede alcanzar mediante la preparación del aire comprimido depende de la calidad del aire comprimido disponible detrás del compresor. Los datos ofrecidos son válidos en redes neumáticas típicas. Los datos no pretenden ser exhaustivos.

| Preparación centralizada del aire comprimido | | Distribución de aire | Preparación descentralizada del aire comprimido | | Aplicaciones típicas |
|--|-----------------------|-----------------------|--|---------------------|--|
| Componente | Clase | Clase | Componente | Clase ³⁾ | |
| Compresor | [-:-:-] | [-:-:-] | Separador de agua | [-:7:4] | Todas las aplicaciones en las que es necesario disponer de aire comprimido libre casi totalmente de condensado. Filtración no definida de partículas |
| Compresor + Filtro previo + Secador | [7:4:4] ¹⁾ | [-:4:-] ²⁾ | Filtro 40 µm | [7:4:4] | Fluido para válvulas, cilindros, envasado secundario (Estándar) |
| | | | Filtro 5 µm | [6:4:4] | Posicionamiento servoneumático con válvulas distribuidoras proporcionales, herramientas neumáticas |
| | | | Filtro 5 + 1 µm | [5:4:3] | Aplicaciones con un contenido de aceite residual de < 0,5 mg/m ³ , industria textil, máquinas hiladoras neumáticas, industria del papel |
| | | | Filtro 5 + 1 + 0,01 µm | [1:4:2] | Aplicaciones con un contenido de aceite residual de < 0,01 mg/m ³ , por ejemplo soportes neumáticos, aplicación de pintura, aplicación de recubrimientos de polvo sinterizado |
| | | | Filtro 5 + 1 + 0,01 µm + Filtro de carbón activo | [1:4:1] | Aplicaciones con un contenido de aceite residual de < 0,003 mg/m ³ , reducción de vapores de aceite y de olores, instrumentos ópticos, aire de barrido en aplicaciones con rayos láser, envasado primario |
| | | | Filtro 5 + 1 + 0,01 µm + Filtro de carbón activo + Secador de membrana | [1:3:1] | Industria de semiconductores, productos farmacéuticos |
| | | | Filtro 5 + 1 µm + Secador por adsorción | [2:2:2] | Aplicaciones a bajas temperaturas, aire seco para ejecución de procesos, transporte de polvos, fabricación de alimentos [1:2:1] |

- 1) Es posible obtener clases superiores suponiendo una preparación apropiada del aire detrás del compresor.
- 2) Las redes de tuberías pueden aumentar la cantidad de partículas contenidas en el aire comprimido (virutas, óxido, ...) en determinadas zonas de la red de tuberías puede acumularse aceite líquido. Los datos ofrecidos son válidos suponiendo una temperatura ambiente normal. Si partes de la red de aire comprimido están expuestas a temperaturas más bajas, deberá seleccionarse la clase de humedad de tal manera que el punto de condensación bajo presión sea 10 K inferior a la temperatura mínima esperada.
- 3) Clase según ISO 8573-1:2010 a temperatura ambiente de 20 °C.

Definición de la clase de pureza del aire comprimido según ISO 8573-1:2010.

La calidad del aire comprimido depende de los siguientes factores:

- Partículas sólidas
- Humedad y agua
- Contenido de aceite

La clase de pureza del aire se indica de la siguiente manera:

- A = Partícula
- B = Humedad
- C = Contenido de aceite

Ejemplo:

ISO 8573-1:2010 [-:7:-]
 Partículas: Sin definir
 Humedad: ≤ 0,5 g/m³
 Contenido de aceite: Sin definir

Condiciones para la utilización de válvulas

| Fluido | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Bajo condiciones normales, las válvulas neumáticas de Festo pueden utilizarse con aire comprimido lubricado y sin lubricar.</p> <p>En caso de ser necesario el uso de aire de otra calidad, se indica en el texto de los datos técnicos del producto correspondiente.</p> | <p>La elección de materiales, la configuración geométrica de las juntas dinámicas y la lubricación básica aplicada en fábrica permiten el funcionamiento con aire comprimido no lubricado.</p> <p>Sin embargo, no se admite el funcionamiento sin lubricación en las siguientes condiciones:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Si una válvula funcionó una vez con aire comprimido lubricado siempre tendrá que ser utilizada con aire lubricado, ya que la lubricación adicional provoca el lavado de la lubricación de fábrica. | <ul style="list-style-type: none"> • En todos los casos es obligatorio el uso de un filtro de 40 µm (versión estándar del cartucho filtrante). <p>En determinadas aplicaciones es posible que sea necesario utilizar aire comprimido filtrado con una graduación más fina.</p> |
| Diámetro nominal | | | |
| <p>El diámetro nominal indica cuál es la sección más pequeña por la que pasa el caudal principal de la válvula; se trata de</p> | <p>un diámetro teórico de un círculo y se expresa en mm. Se trata de una magnitud que, a efectos de comparación</p> | <p>entre diversos elementos, sólo ofrece una información relativa. Para comparar las características reales de los productos</p> | <p>debe considerarse también al caudal nominal normal.</p> |
| Caudal nominal | | | |
| <p>El caudal nominal normal q_n es la unidad utilizada por Festo para indicar la cantidad de aire en l/min que puede atravesar un determinado componente.</p> <p>El caudal nominal normal q_n es el caudal medido en condiciones que define la norma DIN 1343:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluido de control: aire • Temperatura 20 ±3 °C (temperatura del fluido) • Objeto de control a temperatura | <p>ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presiones a ajustar en elementos con sección transversal constante (por ejemplo, válvulas distribuidoras): Presión de entrada p₁ = 6 bar Presión de salida p₂ = 5 bar <p>Condiciones según norma DIN 1343:</p> <ul style="list-style-type: none"> • t_n = 0 °C (temperatura normalizada) • p_n = 1,013 bar (presión normalizada) | <p>Excepción 1: Silenciadores Presión de entrada p₁ = 6 bar Presión de salida p₂ = p_{amb} p_{amb} = Presión atmosférica</p> <p>Excepción 2: Elementos de baja presión Presión de entrada p₁ = 0,1 bar Presión de salida p₂ = p_{amb}</p> | <p>Excepción 3: Válvulas reguladoras de presión: La presión de entrada p₁ = 10 bar (constante) y la presión de salida de p₂ = 6 bar con q = 0 l/min se ajustan en el objeto de control. El caudal se aumenta progresivamente mediante una válvula reguladora hasta que la presión de salida alcanza un valor de p₂ = 5 bar. El caudal nominal es el resultado de la medición en estas condiciones.</p> |
| Presión y zonas de presión | | | |
| Presión | Presión de funcionamiento | Margen de presión de funcionamiento | |
| <p>Fuerza por unidad de superficie. Hay que diferenciar entre la presión relativa (diferencia en relación con la presión atmosférica) y la presión absoluta. En neumática, los datos generalmente se refieren a la presión relativa, a menos que se indique explícitamente lo contrario.</p> | <p>Símbolo en la fórmula Presión diferencial frente a la atmósfera p Presión absoluta p_{abs} Unidad: bar, Pa (Pascal) 1 bar = 100 000 Pa</p> | <p>Las indicaciones de “máx.” o “máx. admisible” indican la presión máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento o sistema neumático.</p> | <p>Se trata del margen entre la presión mínima necesaria y máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento o sistema neumático. En la neumática, esta presión también se denomina presión de trabajo.</p> |
| Margen de presión de mando | Presión de desconexión | Presión absoluta | Presión de conexión |
| <p>Margen que comprende la presión mínima necesaria y máxima admisible para el correcto funcionamiento de las válvulas o de los sistemas neumáticos. Normalización según ISO 4399</p> <p>Por ejemplo, las siguientes presiones: 2,5; 6,3; 10; 16; 40 y 100 bar.</p> | <p>Presión que, si queda por debajo del valor mínimo, provoca que la válvula monoestable vuelva a su posición normal.</p> | <p>En un espacio con vacío (100% vacío) la presión es igual a 0. La presión absoluta se mide a partir de ese valor 0 teórico.</p> | <p>Presión que provoca la activación de la válvula. Los datos incluidos en el catálogo en relación con la presión de conexión significan que debe aplicarse esa presión mínima en la entrada para que la válvula conmute de modo fiable.</p> |

Denominación de las conexiones de los elementos neumáticos según ISO 5599

| Denominación de las conexiones | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Mediante cifras según ISO 5599 (válvulas de 5/2 y 5/3 vías) | Mediante letras ¹⁾ |
| Conexión de aire | 1 | P |
| Conexiones de utilización | 2 | B |
| | 4 | A |
| | | C |
| Descargas de aire | 3 | S |
| | 5 | R |
| | | T |
| Conexiones de control (señales) | 10 ²⁾ | Z ²⁾ |
| | 12 | Y |
| | 14 | Z |
| Conexiones de aire de pilotaje (alimentación de energía) | 81 (12) | |
| | 81 (14) | |
| Escapes del aire de servopilotaje | 83 (82) | |
| | 83 (84) | |
| Fugas | | L |

- 1) Frecuente en la práctica
- 2) Cancela la señal de salida

Condiciones para la utilización de actuadores

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>Fluido</p> <p>Bajo condiciones normales, los actuadores neumáticos de Festo pueden utilizarse con aire comprimido lubricado y sin lubricar. En caso de ser necesario el uso de aire de otra calidad, se indica en el texto de los datos técnicos del producto correspondiente. La elección de</p> | <p>materiales, la configuración geométrica de las juntas dinámicas y la lubricación básica aplicada en fábrica permiten el funcionamiento con aire comprimido no lubricado. Sin embargo, no se admite el funcionamiento sin lubricación en las siguientes condiciones:</p> | <p>Si un actuador funcionó una vez con aire comprimido lubricado siempre tendrá que ser utilizado con aire lubricado, ya que la lubricación adicional provoca el lavado de la lubricación de fábrica.</p> | <p>Condiciones del entorno</p> <p>Tenga en cuenta las condiciones que imperan en el entorno de la aplicación. Los entornos corrosivos, abrasivos y polvorientos (por ejemplo, presencia de agua, ozono, polvo de viruta) reducen la duración del producto. Compruebe la resistencia de los productos de Festo en función de los medios utilizados o presentes en el entorno → página 19.</p> |
|---|--|---|---|

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Condiciones normales de utilización</p> <p>Los actuadores neumáticos sirven para transformar la energía de la presión en un movimiento; con ello se desarrollan y transmiten esfuerzos. La utilización de los cilindros como muelles o elementos</p> | <p>de amortiguación no forma parte de las condiciones normales de utilización, ya que con ello se producen cargas adicionales.</p> | <p>Frecuencia</p> <p>Si los actuadores neumáticos son accionados a la velocidad máxima</p> | <p>permitida, hay que realizar unas pausas entre los movimientos de las carreras.</p> |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Posición de montaje</p> <p>En principio, los actuadores de Festo pueden montarse en cualquier posición. Si es necesario considerar limitaciones o adoptar medidas especiales, consultar los datos técnicos del producto correspondiente.</p> | <p>Presión de funcionamiento</p> <p>Las indicaciones de "máx." o "máx. admisible" indican la presión máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento neumático.</p> | <p>Presión de trabajo</p> <p>Se trata del margen entre la presión mínima necesaria y máxima admisible para el correcto funcionamiento de un</p> | <p>elemento o sistema neumático. En la neumática, esta presión también se denomina presión de trabajo.</p> |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>Fuerza útil de cilindros de simple efecto</p> <p>La fuerza útil se define en función de la desviación admisible según DIN 2095 clase 2. Además, la fricción contribuye a reducir la fuerza útil.</p> | <p>La fricción depende de la posición de montaje y del tipo de carga. Las fuerzas transversales aumentan la fricción.</p> | <p>La fuerza de fricción debe ser menor a la fuerza del muelle de reposición. Es recomendable utilizar los cilindros de</p> | <p>simple efecto sin exponerlos a fuerzas transversales.</p> |
|--|---|---|--|

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Desviación admisible en la carrera de los cilindros normalizados</p> <p>Según ISO 15552 (corresponde a las normas anteriores ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562,</p> | <p>NF E 49003.1, UNI 10290), ISO 6432 e ISO 21287, la carrera real puede ser diferente a la carrera nominal debido</p> | <p>a las tolerancias admisibles durante el proceso de fabricación. Estas tolerancias siempre son positivas. En la tabla</p> | <p>constan las desviaciones admisibles.</p> |
|--|--|---|---|

| Norma aplicable | Diámetro del émbolo [mm] | Carrera [mm] | Desviación admisible de la carrera [mm] |
|-----------------|--------------------------|---------------|---|
| ISO 6432 | 8, 10, 12, 16, 20, 25 | 0 ... 500 | +1,5 |
| ISO 15552 | 32 | 0 ... 500 | +2 |
| | 40, 50 | 500 ... 12500 | +3,2 |
| | 63 | 0 ... 500 | +2 |
| | 80, 100 | 500 ... 12500 | +4 |
| | 125, 160 | 0 ... 500 | +4 |
| ISO 21287 | 200, 250, 320 | 500 ... 2000 | +5 |
| | 20, 25 | 0 ... 500 | +1,5 |
| | 32, 40, 50 | 0 ... 500 | +2 |
| | 63, 80, 100 | 0 ... 500 | +2,5 |

Importante

Si las carreras son superiores a las que se incluyen en la tabla, las tolerancias deberán establecerse entre el fabricante y el usuario.

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>Detección de posiciones sin contacto</p> <p>En el caso de los actuadores neumáticos de Festo con sistema de detección de posiciones sin contacto, hay un imán permanente en el émbolo del cilindro; el campo magnético de este imán se aprovecha para accionar el detector de</p> | <p>proximidad sin establecer contacto con él. Los detectores permiten interrogar las posiciones finales e intermedias de un cilindro. En un cilindro pueden montarse varios detectores, ya sea directamente o mediante elementos de fijación.</p> |  | <p>Diámetro del émbolo</p> <p>Este pictograma representa el diámetro del émbolo. En las tablas con las dimensiones sólo aparece el símbolo ∅ por diámetro del émbolo.</p> |
|---|---|--|--|

Diagrama presión-fuerza

| Fuerza del émbolo [N] | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ∅ | Presión de funcionamiento [bar] | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2,5 | 0,4 | 0,9 | 1,3 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 3,1 | 3,5 |
| 3,5 | 0,9 | 1,7 | 3,8 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,1 | 6,9 |
| 5,35 | 2 | 4 | 6,1 | 8,1 | 10,1 | 12,1 | 14,2 | 16,2 |
| 6 | 2,5 | 5,1 | 7,6 | 10,2 | 12,7 | 15,3 | 17,8 | 20,4 |
| 8 | 4,5 | 9 | 13,6 | 18,1 | 22,6 | 27,1 | 31,7 | 36,2 |
| 10 | 7,1 | 14,1 | 21,2 | 28,3 | 35,3 | 42,4 | 49,5 | 56,5 |
| 12 | 10,2 | 20,4 | 30,5 | 40,7 | 50,9 | 61,0 | 71,3 | 81,4 |
| 16 | 18,1 | 36,5 | 54,3 | 72,4 | 90,5 | 109 | 127 | 145 |
| 20 | 28,3 | 56,5 | 84,8 | 113 | 141 | 170 | 198 | 226 |
| 25 | 44,2 | 88,4 | 133 | 177 | 221 | 265 | 309 | 353 |
| 32 | 72,4 | 145 | 217 | 290 | 362 | 434 | 507 | 579 |
| 40 | 113 | 226 | 339 | 452 | 565 | 679 | 792 | 905 |
| 50 | 177 | 353 | 530 | 707 | 884 | 1060 | 1240 | 1410 |
| 63 | 281 | 561 | 842 | 1120 | 1400 | 1680 | 1960 | 2240 |
| 80 | 452 | 905 | 1360 | 1810 | 2260 | 2710 | 3170 | 3620 |
| 100 | 707 | 1410 | 2120 | 2830 | 3530 | 4240 | 4950 | 5650 |
| 125 | 1100 | 2210 | 3310 | 4420 | 5520 | 6630 | 7730 | 8840 |
| 160 | 1810 | 3620 | 5430 | 7240 | 9050 | 10900 | 12700 | 14500 |
| 200 | 2830 | 5650 | 8480 | 11300 | 14100 | 17000 | 19800 | 22600 |
| 250 | 4420 | 8840 | 13300 | 17700 | 22100 | 26500 | 30900 | 35300 |
| 320 | 7240 | 14500 | 21700 | 29000 | 36200 | 43400 | 50700 | 57900 |

| Fuerza del émbolo [N] | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| ∅ | Presión de funcionamiento [bar] | | | | | | |
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 2,5 | 4 | 4,4 | 4,9 | 5,3 | 5,7 | 6,2 | 6,6 |
| 3,5 | 7,8 | 8,7 | 9,5 | 10,4 | 11,3 | 12,1 | 13 |
| 5,35 | 18,2 | 20,2 | 22,2 | 24,3 | 26,3 | 28,3 | 30,3 |
| 6 | 22,9 | 25,4 | 28 | 30,5 | 33,1 | 35,6 | 38,2 |
| 8 | 40,7 | 45,2 | 49,8 | 54,3 | 58,8 | 63,3 | 67,9 |
| 10 | 63,6 | 70,7 | 77,8 | 84,8 | 91,9 | 99 | 106 |
| 12 | 91,6 | 101 | 112 | 122 | 132 | 143 | 153 |
| 16 | 163 | 181 | 199 | 217 | 235 | 253 | 271 |
| 20 | 254 | 283 | 311 | 339 | 368 | 396 | 424 |
| 25 | 398 | 442 | 486 | 530 | 574 | 619 | 663 |
| 32 | 651 | 724 | 796 | 869 | 941 | 1010 | 1090 |
| 40 | 1020 | 1130 | 1240 | 1360 | 1470 | 1580 | 1700 |
| 50 | 1590 | 1770 | 1940 | 2120 | 2300 | 2470 | 2650 |
| 63 | 2520 | 2810 | 3090 | 3370 | 3650 | 3930 | 4210 |
| 80 | 4070 | 4520 | 4980 | 5430 | 5880 | 6330 | 6790 |
| 100 | 6360 | 7070 | 7780 | 8480 | 9190 | 9900 | 10600 |
| 125 | 9940 | 11000 | 12100 | 13300 | 14400 | 15500 | 16600 |
| 160 | 16300 | 18100 | 19900 | 21700 | 23500 | 25300 | 27100 |
| 200 | 25400 | 28300 | 31100 | 33900 | 36800 | 39600 | 42400 |
| 250 | 39800 | 44200 | 48600 | 53000 | 57400 | 61900 | 66300 |
| 320 | 65100 | 72400 | 79600 | 86900 | 94100 | 101000 | 109000 |

La fuerza F puede obtenerse a partir de la superficie del émbolo A, la presión p y la fricción R:

Fuerza del émbolo (fuerza estática)

$$F = p \cdot A - R$$

$$F = p \cdot 10 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} - R$$

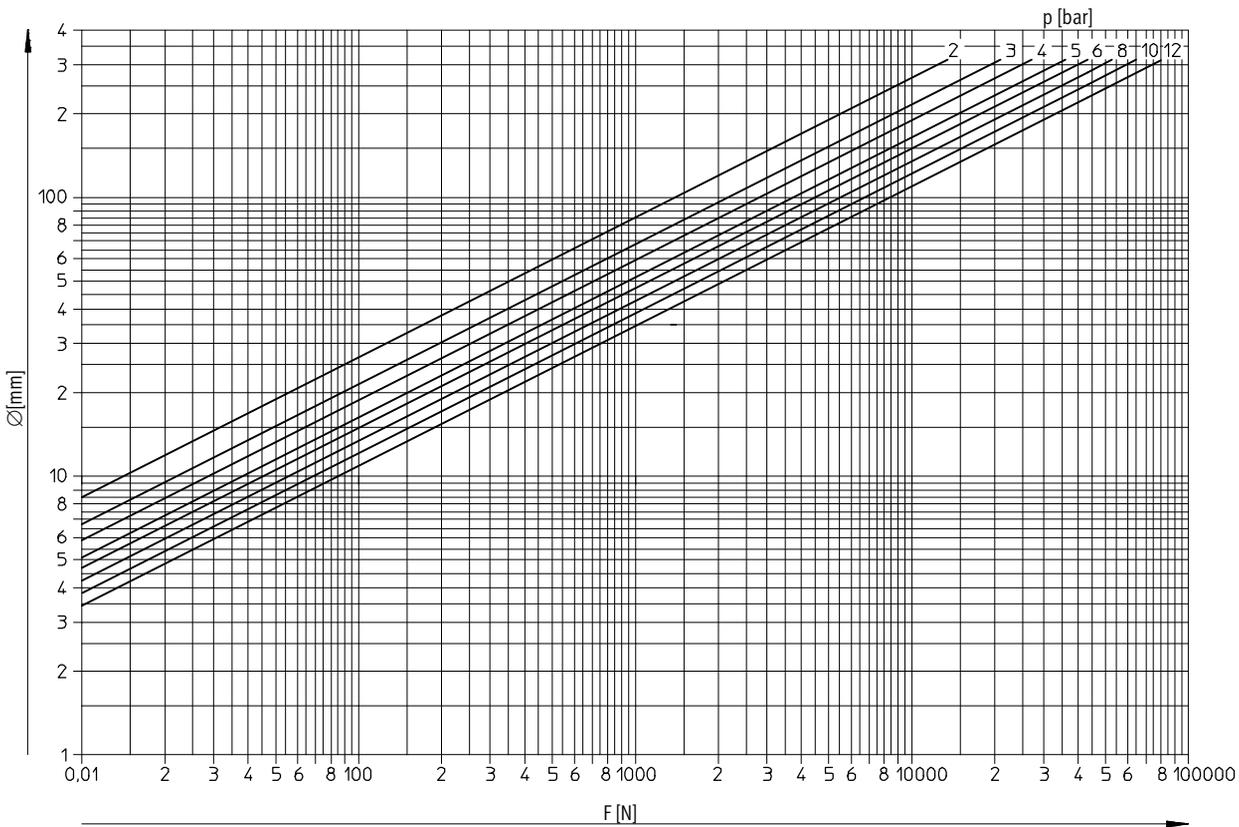
- p = Presión de funcionamiento [bar]
- d = Diámetro del émbolo [cm]
- R = Fricción ~10% [N]
- A = Superficie del émbolo [cm²]
- F = Fuerza efectiva del émbolo [N]

El software de dimensionamiento ProPneu se encuentra en el DVD y está disponible en www.festo.com.

Diagrama presión-fuerza

Presión de funcionamiento p en función del diámetro del émbolo y de la fuerza F

En el diagrama se ha considerado aprox. un 10% de pérdidas por rozamiento.



Valores conocidos:
Carga de 800 N
Presión disponible en la red 6 bar

Incógnita:
Diámetro necesario del émbolo
Presión de funcionamiento a ajustar

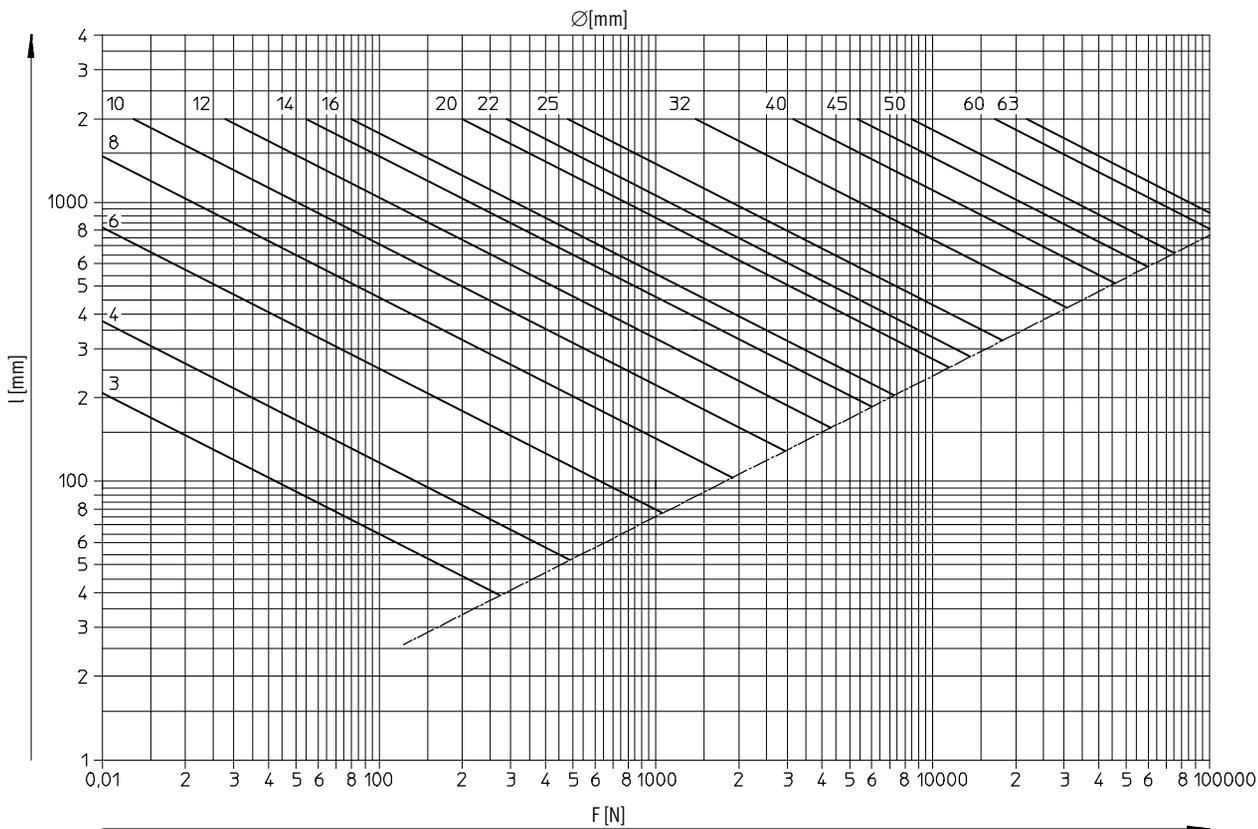
Procedimiento:
Desde $F = 800$ N trazar una línea vertical hasta la intersección con la línea de 6 bar. El diámetro del émbolo inmediatamente mayor disponible de 50 mm se sitúa entre las líneas de 4 y 5 bar. O sea: presión de funcionamiento a ajustar aprox. 4,5 bar.

Los principales criterios para elegir los actuadores neumáticos son la fuerza y los recorridos a superar. La fuerza del émbolo se emplea en un pequeño tanto por ciento en superar la fricción y el resto en la carga. Sólo pueden darse valores indicativos, puesto que la fuerza de fricción depende

de muchos factores (lubricación, presión de funcionamiento, contrapresión, forma de la junta, etc.). La contrapresión genera una fuerza que actúa en sentido contrario y anula parte de la fuerza útil y se presenta particularmente cuando se estrangula el aire de escape.

Diagrama de pandeo

Diámetro del vástago en función de la carrera l y de la fuerza F



Valores conocidos:
Carga de 800 N
Carrera de 500 mm
Diámetro del émbolo 50 mm

Incógnita:
Diámetro del vástago
Tipo de cilindro: Cilindro normalizado

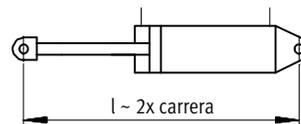
Procedimiento:
Desde F = 800 N trazar una línea vertical hacia arriba hasta la intersección con la línea l = 500 mm. Diámetro del vástago inmediatamente superior en el diagrama:
16 mm. El cilindro normalizado DNC-50-500 tiene un vástago de diámetro de 20 mm que resulta suficiente para esta carrera.

Debido al esfuerzo de pandeo, la carga admisible del vástago, para grandes carreras, es inferior a la que resulta de la presión de funcionamiento y la superficie del émbolo. En ese caso, la carga no debe superar determinados valores máximos. Estos valores dependen de la carrera y del diámetro del vástago.

El diagrama muestra esta dependencia según la fórmula:

$$F_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

- F_K = Fuerza de pandeo admisible [N]
- E = Módulo de elasticidad [N/mm²]
- J = Momento de inercia [cm⁴]
- l = Longitud de pandeo
= 2 veces la carrera [cm]
- S = Coeficiente de seguridad (elegido: 5)



Importante
La fijación más desfavorable es la giratoria trasera. En las demás fijaciones, la carga admisible es superior.

Consumo de aire

Software de configuración Air Consumption

El software de configuración "AirConsumption" determina el consumo de aire de un cilindro (valor de referencia), considerando las siguientes condiciones:

- Forma de funcionamiento del cilindro
- Diámetro del émbolo
- Cantidad de ciclos
- Carrera
- Presión de funcionamiento

Este software está disponible online en la sección de software del capítulo de asistencia técnica.

Cálculo utilizando el software de configuración

Valores conocidos:
 Cilindros: DNC-32-500
 Diámetro del émbolo: 32 mm
 Diámetro del vástago: 12 mm
 Carrera: 500 mm
 Presión de funcionamiento: 6 bar
 Cantidad de ciclos por minuto: 60 1/min



Incógnita:
 Consumo de aire

El resultado:
 Una vez introducidos los parámetros, se obtiene lo siguiente para el consumo de aire:
 Por ciclo: 5,23 l
 Por minuto: 314,03 l

Cálculo utilizando la fórmula

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (d1^2 - d2^2) \cdot h \cdot (p + 1) \cdot 10^{-6}$$

- Q = Consumo de aire por cm de carrera [l]
- d1 = Diámetro del émbolo [mm]
- d2 = Diámetro del vástago [mm]
- h = Carrera [mm]
- p = Presión relativa de funcionamiento [bar]

Carrera de avance:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (32\text{mm})^2 \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,815\text{l}$$

Carrera de retroceso:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot ((32\text{mm})^2 - (12\text{mm})^2) \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,419\text{l}$$

Consumo de aire por ciclo:

$$Q = 2,815\text{l} + 2,419\text{l} = 5,234\text{l}$$

La neumática y la protección contra explosiones: ATEX

¿Qué significa ATEX?

En el sector de la industria química y petroquímica es posible que se produzcan atmósferas con peligro de explosión debido a los procesos técnicos.

Estas atmósferas se producen, por ejemplo, debido al escape de gases, vapores o nieblas. También en molinos, silos y fábricas de azúcar y de forraje

tiene que contarse con la formación de atmósferas con peligro de explosión debido a mezclas de polvo y oxígeno. Por esa razón, los aparatos eléctricos y no

eléctricos (desde el 01.07.2003) utilizados en entornos con peligro de explosión deben cumplir las condiciones definidas en la directiva 2014/34/EU.

ATEX: Directiva 2014/34/UE

ATEX significa "Atmosphère explosible".

- La **directiva 2014/34/EU** contiene los requisitos de seguridad básicos que deben cumplir todos los aparatos y sistemas de protección que se utilizan en zonas con peligro de explosión y que tienen fuentes de encendido propias.
- Esta directiva se aplica para la puesta en circulación de aparatos y sistemas de protección en la región económica europea, ya sean oriundos de ella o importados.
- La directiva es válida para aparatos eléctricos o no eléctricos, si tienen una posible fuente de encendido propia.

Responsabilidad de todos los involucrados

Si se fabrica un equipo para utilizarlo en zonas con peligro de explosión, es indispensable que el fabricante del equipo coopere estrechamente con sus proveedores de componentes para elegir correctamente la categoría y la zona de utilización.

| | |
|---|--|
| Documento de protección contra explosiones, extendido por el fabricante de los equipos | Festo/Proveedor de aparatos |
| Evaluación del equipo Directiva 1999/92/CE | Evaluación de los aparatos Directiva 2014/34/EU |
| | |
| El resultado: <ul style="list-style-type: none"> • Distribución de zonas • Clases de temperatura • Grupos de explosión • Temperatura ambiente | El resultado: <ul style="list-style-type: none"> • Categorías de aparatos • Clases de temperatura • Grupos de explosión • Temperatura ambiente |
| Zona | Categoría |

Clases de protección en atmósferas con peligro de explosión

| Zona Gas | Zona Polvo | Frecuencia | Grupo de equipos | Categoría de equipos | Campo de aplicaciones |
|----------|------------|--|------------------|----------------------|----------------------------|
| - | - | - | I | M | Minas (minería) |
| | | | | M1 | |
| | | | | M2 | |
| | | | II | - | Todas, exceptuando minería |
| 0 | - | Constantes, frecuentes, de larga duración | II | 1G | Gases, nieblas, vapores |
| - | 20 | | II | 1D | Polvos |
| 1 | - | Ocasionalmente | II | 2G | Gases, nieblas, vapores |
| - | 21 | | II | 2D | Polvos |
| 2 | - | Raras veces, durante poco tiempo, en caso de fallo | II | 3G | Gases, nieblas, vapores |
| - | 22 | | II | 3D | Polvos |

La neumática y la protección contra explosiones: ATEX



| | |
|--|--|
| ATEX y Festo Productos que deben homologarse | → www.festo.com/catalogue/ex |
|--|--|

Los productos que tienen posibles fuentes de encendido propias, deberán homologarse obligatoriamente. Estos productos deberán estar provistos del símbolo CE y contar con la protección Hexagon contra explosiones. Además, deberán adjuntar instrucciones de utilización y una declaración UE de conformidad.



Productos que no exigen homologación

Los productos que no tienen posibles fuentes de encendido propias no tienen que homologarse. Respetando las indicaciones de fabricante que ofrecemos en relación con esos productos, pueden utilizarse en determinadas zonas con peligro de explosión:

- Accesorios neumáticos
- Tubos flexibles
- Racores
- Placas base neumáticas
- Válvulas reguladoras de caudal y de cierre
- Unidades de mantenimiento no eléctricas
- Accesorios mecánicos

La gama de productos de Festo para zonas que exigen protección antideflagrante incluye productos destinados al grupo de equipos II



De acuerdo con la directiva 2014/34/EU, la homologación de las válvulas debe incluir la bobina y la válvula de trabajo. En Festo, ambas partes tienen una placa identificadora propia, de modo que se puede ver de inmediato dónde se puede utilizar la válvula.

Importante: La categoría del grupo está determinada por la categoría de la unidad con el grado de protección menor.



En este ejemplo, se obtiene el siguiente grupo: II 3G T4

Importante
 Deberán tenerse en cuenta los datos técnicos que constan en el catálogo y las advertencias e indicaciones de seguridad en las instrucciones (completas o resumidas) de utilización y en la documentación que proceda en cada caso.

Directivas UE / Certificación

Directivas UE (símbolo CE)



Festo AG & Co. KG cumple las directivas y normas actualmente vigentes. Todas las informaciones se ofrecen de acuerdo con los conocimientos actualmente disponibles y están sujetas a posibles modificaciones. Festo lleva a cabo un seguimiento constante de las modificaciones y ampliaciones de las normas y directivas, con el fin de configurar sus productos en concordancia con ellas.

De esta manera se tiene la seguridad que los productos de Festo AG & Co. KG siempre cumplen los requisitos válidos en todo momento.

2. Directiva de máquinas de la UE sobre compatibilidad electromagnética (2014/30/UE), incluyendo las directivas modificadas.

Esta directiva se aplica en el caso de nuestros productos electrónicos y electrónico-neumáticos. Los productos correspondientes están dotados del símbolo CE. Además, están disponibles las correspondientes declaraciones de conformidad. Ello significa para el cliente, que estos aparatos cumplen de manera garantizada los requisitos básicos exigidos en los diversos sectores industriales. Existe una disposición de limitación de la utilización de estos aparatos en zonas urbanas, a menos que se hayan adoptado medidas adicionales que cumplan las exigencias básicas aplicables para la utilización en zonas urbanas.

La directiva CEM no afecta a las bobinas.

La mayoría de los productos neumáticos no están sujetos a una directiva CE, por lo que no deben estar provistos de la identificación CE. Los productos de Festo AG & Co. KG provistos del símbolo CE, cumplen una o varias de las seis directivas de la CE que se indican a continuación.

3. Directiva UE de baja tensión (2014/35/UE), incluyendo las directivas modificadas.

Los productos eléctricos y electrónicos de Festo, provistos para la utilización dentro de determinados márgenes de tensión (50 ... 1000 V AC y 75 ... 1500 V DC), están provistos del símbolo CE. Las correspondientes declaraciones de conformidad están disponibles.

4. Directiva UE sobre acumuladores de presión sencillos (2014/29/UE), incluyendo las directivas modificadas.

Los acumuladores de presión sencillos de acero no aleado de Festo AG & Co. KG, cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Estos acumuladores de presión deben llevar el símbolo CE si su volumen excede un valor determinado.

1. Directiva de máquinas CE 2006/42/CE, incluyendo las directivas modificadas: 2006/42/CE:2007-03-16 y 2009/127/CE:2009-10-21

Los productos neumáticos de Festo AG & Co. KG se fabrican de acuerdo con la directiva para equipos neumáticos según ISO 4414 "Técnica de fluidos – Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes". Nuestros productos neumáticos no corresponden al ámbito de aplicación de la directiva de máquinas.

Estos productos están provistos del símbolo CE. La correspondiente declaración de conformidad está disponible.

5. Directiva UE sobre aparatos de presión (2014/68/UE), incluyendo las directivas modificadas.

Los aparatos de presión de Festo AG & Co. KG cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Estos productos deben llevar el símbolo CE si su volumen de presión o diámetro de presión excede un valor determinado. Estos productos están provistos del símbolo CE. La correspondiente declaración de conformidad está disponible. Los acumuladores de presión de acero inoxidable no están sujetos a la directiva de acumuladores sencillos, ya que se rigen por la directiva de aparatos de presión.

Por lo tanto, no están identificados con el símbolo CE que exige la directiva de máquinas. Excepciones: componentes relevantes para la seguridad. Desde el 29/12/2009, el ámbito de aplicación de la directiva de máquinas también incluye máquinas incompletas. Se trata, por ejemplo, de sistemas de manipulación, previstos para el montaje en máquinas. Las máquinas incompletas no llevan el símbolo CE. En vez de una declaración de conformidad, se ofrecen instrucciones para el montaje.

6. Directiva UE de aparatos y sistemas de protección previstos para la utilización en zonas con peligro de explosión, ATEX (2014/34/UE).

Los productos de Festo AG & Co. KG, provistos para la utilización en zonas con peligro de explosión y que, además, cuentan con una posible fuente de encendido propia, cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Los productos cubiertos por esta directiva cuentan con el correspondiente símbolo CE y están identificados de acuerdo con la directiva. Las respectivas declaraciones de conformidad y las instrucciones de utilización están disponibles.

| Identificación de productos | |
|-----------------------------|---|
| | Ver arriba |
| | Según norma UE 2014/34/UE (ATEX) Identificación adicional para aparatos y sistemas de protección previstos para la utilización en atmósferas con peligro de explosión. |
| | Certificación UL para la utilización en Canadá y en los EE.UU. Recognized Product, previsto para el montaje; por ejemplo: terminal de válvulas MPA-S. |
| | Certificación UL para la utilización en Canadá y en los EE.UU. Listed Product significa que se trata de un aparato listo para la utilización; por ejemplo: detector de posición, con cable y conector. |
| | Certificación CSA para Canadá y los EE.UU. |

Design – apropiado para salas limpias

Premios de diseño



Los productos de Festo han ganado numerosos premios por su buen diseño industrial. El diseño no solamente es cuestión de estética, sino que subraya y refleja la avanzada tecnología que distingue a los productos de Festo.



reddot

Apropiado para salas limpias

→ www.festo.com/es/sala_limpia



Qualifizierungs-
bescheinigung
Certificate of
qualification

Serie económica para salas limpias correspondientes a la clase 7

En Festo, la neumática estándar y económica sustituye complicadas soluciones de ejecución especial, ya que casi todos los productos fabricados en serie cumplen el nivel de calidad definido. Estos productos pueden utilizarse en salas limpias correspondientes a la norma ISO 14644-1, clase 7.

Productos hechos a medida

Si deben cumplirse los requisitos correspondientes a la clase 1, los productos se fabrican de acuerdo con las especificaciones del cliente. A partir de ese momento, siempre están disponibles, ya que Festo optimiza sus productos especiales de tal modo que sean muy semejantes a aquellos fabricados en serie.

Seguridad, cumpliendo las exigencias más estrictas

Con el fin de cumplir los requisitos exigidos en salas limpias, Festo coopera con el IPA (siglas en alemán por Instituto Fraunhofer de Técnicas de Producción y Automatización) y con la renombrada universidad politécnica Nanyang de Singapur. El Centro de Competencia de Tecnología de Salas Limpias de Festo Singapur, cuenta con la infraestructura necesaria para la fabricación de productos neumáticos para la utilización en salas limpias.



IPA-Qualifizierungskunde

Productos estándar no fabricados en serie, previstos para salas limpias hasta la clase 4.

Exigencias más estrictas y, a pesar de ello, óptima relación costo/rendimiento. En Festo, los productos correspondientes a la clase 4 también son productos estándar, aunque con una diferencia: estos productos no están disponibles en almacén. A pesar de ello, los plazos de entrega son muy cortos.

Substancias perjudiciales para la pintura y resistencia a fluidos



Sin substancias perjudiciales para la pintura

| | | | |
|---------------|----|---|---|
| | LA | B | S |
| Pintura | | | |
| Perjudiciales | | | |
| Substancias | | | |

Las substancias perjudiciales tienen como consecuencia que en la superficie pintada se formen cráteres (cavidades cuneiformes).
Las siliconas, substancias que contienen flúor, determinados aceites o grasas pueden contener esas substancias.

Los componentes utilizados en la industria automovilística, especialmente en cabinas de aplicación de pintura, tienen que estar exentos de estos materiales que pueden afectar la laca. Volkswagen ha definido la norma

PV 3.10.7 para comprobar la presencia de estas substancias nocivas para la laca, ya que no es posible comprobarla a simple vista.
Todos los componentes y lubricantes de Festo se controlan aplicando esta norma.

Las versiones estándar de Festo no incluyen substancias que afectan la laca. Sin embargo, en algunos casos es inevitable utilizar grasas que contienen estas substancias por razones funcionales o de otro tipo.

Se consideran libres de substancias que afectan la pintura:

- Piezas individuales o aquellos componentes que se fabrican sin utilizar materiales, productos o substancias auxiliares que contienen substancias perjudiciales para la pintura. Los controles realizados para comprobar la calidad de las muestras y las pruebas aleatorias hechas mediante extracción en la sección de entrada de mercancía, no deben causar daños en la pintura.
- Substancias auxiliares líquidas o pastosas (por ejemplo, grasas lubricantes) que al aplicarse no causan daños en la pintura.
- Productos que están compuestos de partes exentas de substancias que perjudican la pintura y que contienen lubricantes que no contienen ese tipo de substancias.

Base de datos de resistencia a fluidos → www.festo.com/resistencia a los medios

Se sabe que la resistencia de los materiales depende de numerosos parámetros, entre ellos la concentración del fluido, la temperatura, la presión, la duración del contacto, la velocidad de los movimientos, la cantidad de ciclos, la calidad de la superficie expuesta a fricción, la velocidad del flujo, el esfuerzo y el proceso de envejecimiento. Lo dicho se aplica especialmente a la resistencia de elastómeros con determinadas asociaciones químicas. La base de datos de Festo indica los materiales y su resistencia a substancias químicas. Los datos contenidos en esa base de datos fueron obtenidos mediante ensayos en laboratorios de productores de materia prima, utilizando tablas de materiales de proveedores de productos semiacabados y de materiales

hermetizantes y recurriendo a datos empíricos. Estas informaciones fueron evaluadas y clasificadas según nuestro mejor saber y entender. A pesar del cuidado y esmero con el que se realizó este trabajo, el contenido de la base de datos sólo puede entenderse como una referencia para ofrecer una ayuda orientativa para la práctica. Explícitamente se indica que Festo no asume garantías en relación con las recomendaciones expresadas en la base de datos. Siempre que sea posible y, obligatoriamente en caso de dudas, deberá realizarse una prueba práctica con el producto seleccionado para comprobar su comportamiento en condiciones específicas.



Clases de resistencia a la corrosión CRC

| Clase de resistencia a la corrosión CRC según norma de Festo FN 940070 | | |
|--|--|---|
| CRC | Riesgo de corrosión | Descripción |
| 0 | Sin riesgo de corrosión | Relativo a pequeñas piezas normalizadas poco llamativas, como pasadores roscados, anillos de retención, casquillos tensores, etc., que suelen estar disponibles en el mercado solo en ejecuciones fosfatadas o pavonadas (lubricados en algunos casos) o también para rodamientos a bolas (para componentes < CRC 3) y cojinetes deslizantes. |
| 1 | Componentes con poco riesgo de corrosión | Aplicación en interiores secos, como la protección para el almacenamiento o el transporte. Relativo también a piezas cubiertas con una tapa en zonas interiores que no son visibles u otras piezas aisladas en la aplicación (p. ej., ejes de accionamiento). |
| 2 | Componentes con moderado riesgo de corrosión | Aplicación en interiores en caso de condensación. Piezas exteriores visibles con características esencialmente decorativas en la superficie que están en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales. |
| 3 | Alto riesgo de corrosión | Exposición a la intemperie bajo condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con características principalmente funcionales en la superficie. |
| 4 | Riesgo de corrosión especialmente alto | Exposición a la intemperie en condiciones muy corrosivas. Piezas expuestas a sustancias agresivas, por ejemplo en la industria alimentaria o química. Estas aplicaciones deberán garantizarse en caso necesario mediante pruebas especiales (véase también FN 940082) utilizando los medios correspondientes. |

Clases de protección según IEC/EN 60529

Protección de equipos eléctricos

El concepto "Clase de protección IP" (International Protection) está definido en las normas IEC/EN 60529 "Protección mediante cuerpos (código IP)" y DIN 40050 "Clases de protección IP" (norma para el equipamiento eléctrico de vehículos destinados al tráfico vial). Las normas describen el cumplimiento de las clases de protección mediante cuerpos protectores para equipos eléctricos con tensiones no superiores a 72,5 kV. En ellas se define lo siguiente:

- Protección de personas para evitar que entren en contacto con partes fijas o móviles que se encuentran bajo tensión (protección contra contacto involuntario).
- Protección de los equipos eléctricos para evitar que penetren cuerpos extraños, incluyendo polvo (protección contra cuerpos extraños).
- Protección de los equipos eléctricos para evitar que penetre agua (protección contra agua).

Código IP según IEC/EN 60529

La clase de protección mediante un cuerpo se comprueba mediante un procedimiento de control normalizado. Para clasificar la clase de protección se utiliza el código IP. Este código está compuesto de las dos letras IP y de un número de dos cifras. La definición de las dos cifras consta en la siguiente tabla → Página 22.

Significado de la primera cifra:
La primera cifra del código evalúa el grado de protección de personas. Indica en qué medida están protegidas las personas para evitar que entren en contacto con partes peligrosas. El elemento de protección evita o inhibe el contacto de partes del cuerpo o de objetos que se sujetan con el cuerpo con partes peligrosas. Además, la primera cifra indica en qué medida está protegido el equipo frente a la penetración de objetos sólidos.

Significado de la segunda cifra:
La segunda cifra se refiere a la protección del equipo. Esta cifra describe el tipo de protección que ofrece el cuerpo en relación con la entrada de agua.

 **Importante**
En la industria alimentaria suelen utilizarse equipos con clase de protección 65 (herméticos al polvo y a chorros de agua) o IP67 (herméticos al polvo y seguros si se sumergen en agua durante corto tiempo). La necesidad de disponer de la clase de protección IP65 o IP67 depende de la aplicación. Para tomar una decisión al respecto, deben realizarse diversas pruebas. La clase IP67 no es necesariamente mejor que la clase IP65. Un equipo que cumple los criterios de la clase IP67 no cumple por ello automáticamente los criterios de la clase IP65.

Clases de protección según IEC/EN 60529

Código IP

IP 6 5

| Letras el código | |
|------------------|--------------------------|
| IP | International Protection |

| Número 1 | Descripción resumida | Definición |
|----------|---|---|
| 0 | Sin protección | – |
| 1 | Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 50 mm y mayores | La sonda, una bola de 50 mm de diámetro, no debe entrar por completo. |
| 2 | Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 12,5 mm y mayores | La sonda, una bola de 12,5 mm de diámetro, no debe entrar por completo. |
| 3 | Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 2,5 mm y mayores | La sonda, una bola de 2,5 mm de diámetro, no debe entrar por completo. |
| 4 | Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 1,0 mm y mayores | La sonda, una bola de 1 mm de diámetro, no debe entrar por completo. |
| 5 | Protección contra el polvo | No se evita completamente la penetración de polvo. Debe evitarse la penetración de una cantidad de polvo que pueda provocar fallos en el equipo o suponer un peligro. |
| 6 | Hermético al polvo | No penetra polvo. |

| Número 2 | Descripción resumida | Definición |
|----------|--|---|
| 0 | Sin protección | – |
| 1 | Protección contra gotas de agua | Las gotas que caen perpendicularmente no deben ocasionar daños. |
| 2 | Protección contra gotas de agua | Las gotas que caen perpendicularmente no deben ocasionar daños si el cuerpo está inclinado 15 grados hacia uno u otro lado del plano horizontal. |
| 3 | Protección contra rocío de agua | El agua que cae oblicuamente en un ángulo máximo de 60° no debe tener efectos dañinos. |
| 4 | Protección contra salpicadura de agua | El agua que salpica desde cualquier ángulo contra el elemento operativo no debe tener efectos dañinos. |
| 5 | Protección contra chorro de agua | El chorro de agua dirigido desde cualquier ángulo contra el elemento operativo no debe tener efectos dañinos. |
| 6 | Protección contra chorro fuerte de agua | El chorro de agua dirigido con fuerza desde cualquier ángulo contra el elemento operativo no debe tener efectos dañinos. |
| 7 | Protección contra sumersión pasajera en agua | El agua no debe penetrar en cantidades que puedan ocasionar un daño si el cuerpo se sumerge en agua sometándose a una presión normalizada durante un tiempo determinado. |
| 8 | Protección contra sumersión duradera en agua | El agua no debe penetrar en cantidades que puedan ocasionar un daño si el cuerpo se sumerge de modo duradero en agua. Las condiciones para la sumersión deben definirse de mutuo acuerdo entre el fabricante y el usuario. Sin embargo, las condiciones tienen que ser más estrictas a aquellas definidas por el número 7. |
| 9K | Protección contra agua a alta presión y contra limpieza mediante chorro de vapor | El agua que salpica con fuerza desde cualquier ángulo contra el elemento operativo no debe tener efectos dañinos. |

Conexión funcional a tierra, conexión de protección, PELV

Conceptos para el aseguramiento de la protección contra descargas eléctricas según IEC 60364-4-41/VDE 0100, parte 410

Definiciones

La protección contra descargas eléctricas se refiere a la protección que evita un contacto directo o indirecto con piezas sometidas a tensión.

La protección contra contactos directos significa que, en funcionamiento normal, las piezas sometidas a tensión y sin aislamiento (piezas activas) no se pueden tocar.

La protección contra contactos indirectos significa que si se produce un fallo en el aislamiento de piezas activas, no deben producirse tensiones de contacto demasiado altas o debe desconectarse de inmediato la tensión.

Las tres formas más conocidas y difundidas de proteger contra descargas eléctricas se denominan clases de protección I hasta III en las publicaciones especializadas y, también, en las normas.

Clase de protección I: conductores de protección

Tratándose de equipos de la clase de protección I, el aislamiento básico ofrece protección contra contacto indirecto. Esta protección consiste en la desconexión inmediata de la tensión de

alimentación. La desconexión se produce al establecerse un contacto del conductor protector con tierra. Si en el equipo se produce un fallo de

aislamiento, la corriente de error se descarga a tierra, activando así el fusible (interruptor de seguridad o conducto de seguridad).

Los equipos de la clase de protección I son lámparas, aparatos domésticos de la línea blanca (lavadoras, secadoras, etc.) y máquinas industriales. Identificación:



Clase de protección II: aislamiento de seguridad

La protección que se ofrece en equipos de la clase II contra contactos directos e indirectos se obtiene mediante un mejor aislamiento del cuerpo. El aislamiento del cuerpo es doble, de modo que ni

produciéndose un fallo ni mientras el equipo está en funcionamiento es posible que se produzcan altas tensiones en caso de un contacto.

Los equipos de la clase II no deben conectarse al sistema de protección; por eso, estos equipos no tienen un contacto de protección en el conector.

Los equipos de la clase II son, por ejemplo, componentes de equipos de alta fidelidad, herramientas eléctricas, electrodomésticos, etc.. Estos equipos están dotados del siguiente símbolo:



Clase de protección III: baja tensión de protección

Tratándose de equipos de la clase III, la protección contra contactos directos o indirectos se consigue mediante una clase de protección IP suficientemente

alta (protección contra el contacto con piezas activas) y, además, mediante la alimentación eléctrica del componente con voltaje bajo PELV (Protective Extra

Low Voltage o SELV (Safety Extra Low Voltage) (protección contra contacto indirecto en caso de fallo).

Los equipos de la clase III frecuentemente llevan el siguiente símbolo de identificación:



Conexión funcional a tierra, conexión de protección, PELV

Medidas de protección específicas en elementos de Festo

Clase de protección III

De acuerdo con los criterios aplicados actualmente, todos los terminales de válvulas alimentados con 24 V (por ejemplo CPV, MPA), controladores de ejes (por ejemplo SPC), detectores (de posición, presostatos, sensores de presión) corresponden a la clase III.

Ello significa: La protección contra contacto directo e indirecto de componentes de 24 V DC de Festo se ofrece mediante una clase de protección IP suficiente y, además, con una alimentación eléctrica con bajo voltaje: PELV "Protective Extra Low Voltage".

Con la alimentación de bajo voltaje PELV, no se pueden producir tensiones de contacto demasiado altas gracias a la resistencia (4 kV) suficientemente alta entre el lado primario y el lado secundario.

Ello significa que la conexión a tierra no tiene una función protectora; necesariamente tiene que establecerse contacto con la descarga de interferencias electromagnéticas.



¿Porqué utiliza Festo la clase de protección III?

Debido a las formas cada vez más compactas de los componentes modernos utilizados en la automatización industrial, la clase de

protección I ya no es apropiada porque las normas establecen distancias mínimas para las conexiones de aire y las corrientes de fuga, con lo que ya no

es posible reducir más el tamaño de los componentes. Por ello, en los componentes modernos utilizados en el sector de la

automatización industrial se aplica la clase de protección III (sin conducto protector; protección contra descargas eléctricas mediante bajo voltaje).

¿Qué debe tenerse en cuenta al instalar aparatos de la clase de protección III?

Para la alimentación eléctrica de aparatos, únicamente se permite el uso de circuitos PELV según IEC/EN 60204-1. También deben tenerse en cuenta los requerimientos generales para circuitos PELV según IEC/DIN EN 60204-1. Se admite el uso de fuentes de alimentación

que garanticen un aislamiento fiable de la tensión de alimentación según IEC/EN 60204-1. Las conexiones a tierra, si existen, se utilizan para la descarga electromagnética y la compensación del

potencial y, por lo tanto, para asegurar el funcionamiento del equipo. Estas conexiones deberán conectarse con el potencial de tierra utilizando cables de baja resistencia (cables cortos de gran diámetro).

Supresión del arco voltaico

Supresión del arco en la conexión de contactos en circuitos con bobinas magnéticas

Debido a la inductividad de las bobinas magnéticas, se acumula energía electromagnética cuando está conectado el circuito; esta energía se descarga al desconectar. Según la clase de

interruptor utilizado, esta energía es transformada en un pico de tensión (sobretensión de desconexión) que puede producir perforaciones en el aislamiento

o se transforma en un arco voltaico que puede causar la soldadura de los contactos (fusión del material). Mediante el empleo de diversos elementos pueden

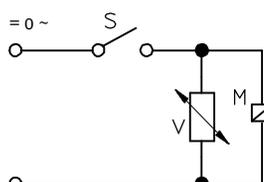
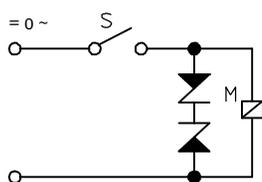
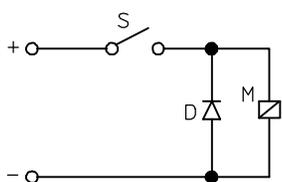
evitarse estos fenómenos, descomponiendo la energía electromagnética de forma lenta y continua.

Elementos electrónicos para supresión del arco voltaico

En circuitos eléctricos con clara definición de la polaridad puede emplearse un diodo conectándolo paralelamente a la bobina. Debe tenerse en cuenta que esta solución provoca un considerable aumento del tiempo de desconexión de la bobina magnética.

Una solución más apropiada consiste en conectar en paralelo dos diodos Zener de polaridad contraria. Estos diodos pueden emplearse para corriente continua y alterna. Con ellos se evita el retardo de la desconexión; si las tensiones son superiores a 150 V, es preciso conectar varios diodos Zener en serie.

Los elementos ideales para atenuar la sobretensión son los varistores, cuya corriente de pérdida aumenta sólo si la tensión es superior a la tensión nominal. Los varistores pueden utilizarse con corriente continua y alterna.



100% duración de conexión

Según la norma DIN VDE 0580, el control de conexión 100% únicamente se refiere a la parte eléctrica de la bobina. En Festo, el control incluye también la parte

neumática. Al efectuar el control se parte del peor caso imaginable. Este control incluye la

comprobación del funcionamiento de la bobina. Si la bobina se utiliza también en terminales de válvulas, el control de

conexión de 100% se realiza en la unidad individual y, además, en sistemas de montaje en bloque.

Condiciones

- Las bobinas funcionan con la tensión máxima admisible (funcionamiento ininterrumpido S1 según DIN VDE 0580).
- Las bobinas se encuentran en el armario de maniobra expuestas a la máxima temperatura admisible (sin convección).
- En las bobinas con las conexiones de trabajo cerradas se aplica la presión de funcionamiento máxima admisible.

Ejecución

El funcionamiento bajo las condiciones antes descritas dura, como mínimo, 72 horas. Al término de ese tiempo, se llevan a cabo los siguientes controles:

- Medición de corriente de caída: comportamiento al retirar la corriente.
- Comportamiento al aplicar inmediatamente después la tensión de funcionamiento mínima y bajo las condiciones de presión menos favorables para la excitación del inducido.

Criterio de interrupción

- Medición de fugas.
- Una vez registrados los resultados se repiten los controles hasta que los componentes sometidos al control alcanzan, como mínimo, 1000 horas o hasta que se cumplen los criterios de interrupción del control definidos con antelación.
- Al término del control de funcionamiento de 100%, se controla visualmente si los empalmes hermetizantes están dañados.

Desexcitación, excitación o fugas superan o no alcanzan los siguientes valores:

- Corriente de desexcitación: >1,0 mA
- Corriente de excitación: > UN+10%
- Fugas: > 10 l/h