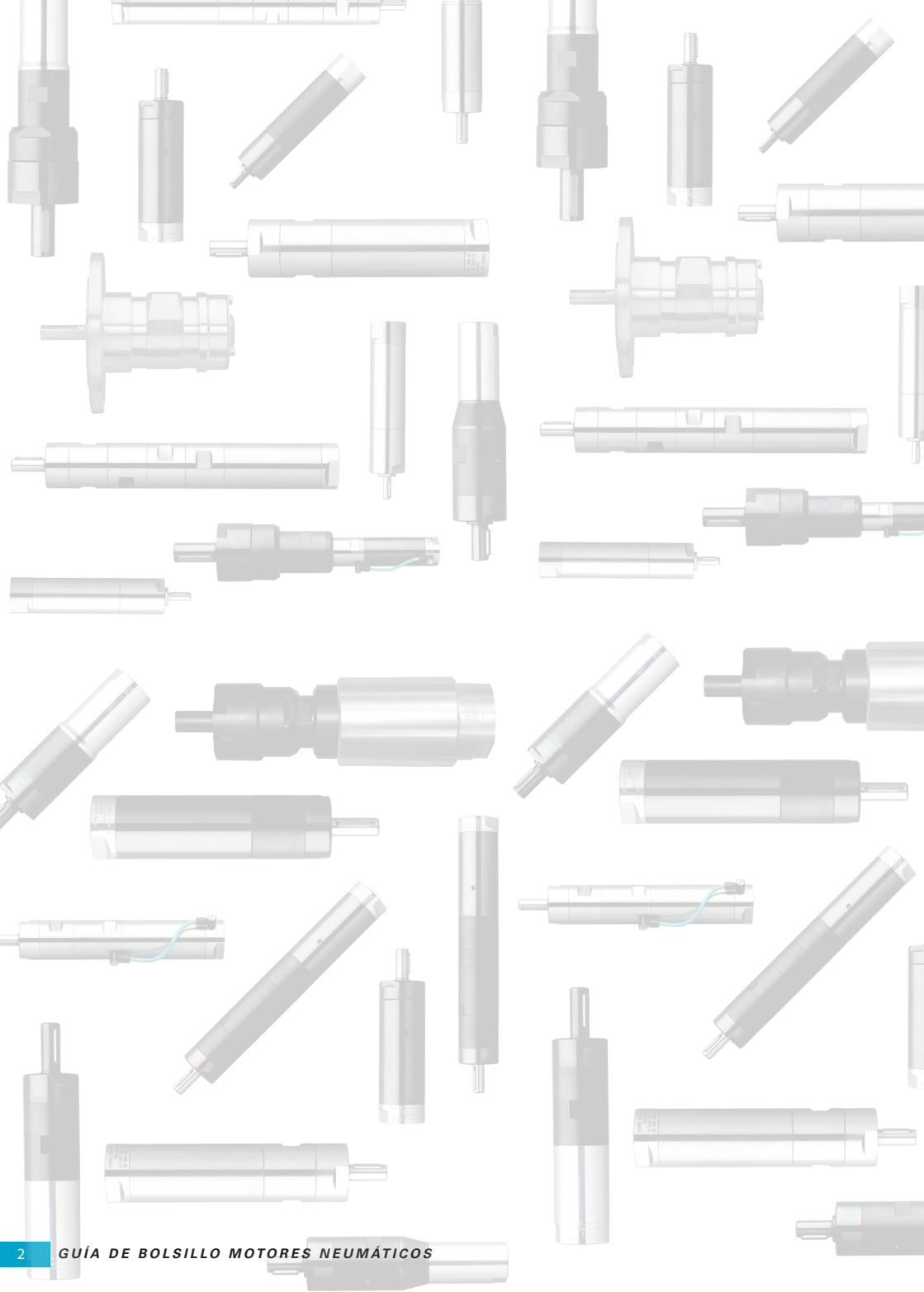


A detailed close-up photograph of a pneumatic motor's internal pocket. The image shows a polished metal shaft with a central hole, surrounded by concentric rings and a larger cylindrical housing. The lighting highlights the metallic texture and the precision of the components.

GUÍA DE BOLSILLO DE MOTORES NEUMÁTICOS

Atlas Copco



CONTENIDO

Capítulo	Página
1. Introducción del motor neumático.....	4
2. Diseño y funcionamiento.....	6
3. El rendimiento de un motor neumático.....	10
4. El uso de engranajes	13
5. Carga sobre el eje.....	13
6. Métodos para modificar la potencia del motor.....	14
7. Cómo usar los datos de rendimiento del catálogo	16
8. Cómo elegir el motor adecuado	17
9. Silenciamiento	22
10. Instalación de un motor neumático	23
Apéndice.....	27



1. INTRODUCCIÓN



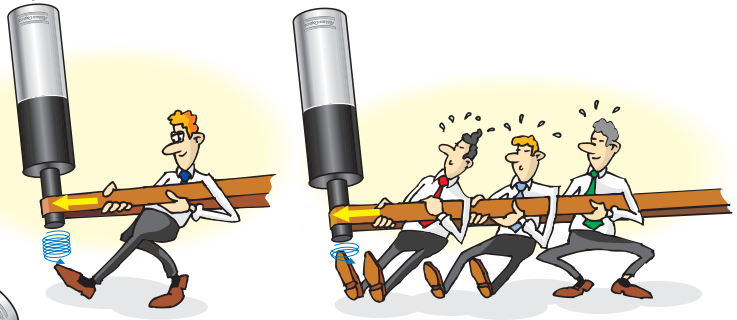
El motor neumático es una de las unidades de potencia más robusta y versátil de que dispone el ingeniero de diseño. Las características del motor neumático lo convierten en la elección natural de potencia para aplicaciones industriales, tanto actuales como futuras.

Compacto y ligero

Un motor neumático pesa sólo una cuarta parte de un motor eléctrico de la misma potencia y ocupa sólo una sexta parte de espacio. Los motores neumáticos desarrollan mucha más potencia con relación a su tamaño y peso que la mayoría de los otros tipos de motor.

El par aumenta con la carga

La potencia de un motor neumático es relativamente constante dentro de una amplia gama de velocidad – cuando la velocidad se reduce debido a un incremento de la carga, el par aumenta.



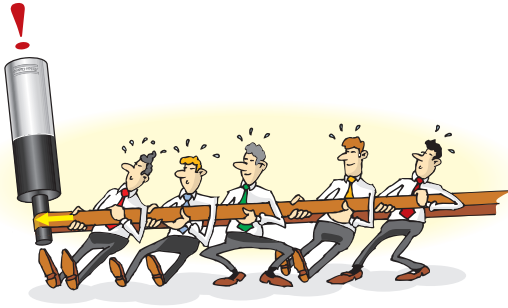
Potencia ajustable progresivamente

El par y la potencia de un motor neumático se pueden ajustar progresivamente variando la presión de trabajo. Además, la velocidad también se puede ajustar progresivamente en toda su gama variando el caudal de aire.



No resultan dañados por sobrecargas

Los motores neumáticos se pueden ahogar indefinidamente sin que se recalienten ni experimenten ningún otro tipo de daño. También se pueden arrancar y parar repetidamente sin límite.



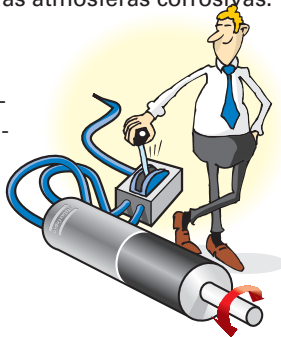
Ideales en ambientes peligrosos y agresivos

Al no generar chispas, los motores neumáticos resultan ideales para zonas donde existe riesgo de explosión y/o incendio. Además, su robusto diseño y construcción los hace ideales en ambientes cargados de sal y otras atmósferas corrosivas.



Se invierten fácilmente

Los motores neumáticos funcionan eficazmente en cualquier dirección. Se invierten fácilmente usando una válvula direccional.



Sencillos de instalar

Los motores neumáticos pueden funcionar en cualquier posición. Los motores y las líneas de aire necesarias son fáciles de instalar.

Robustos

Los motores neumáticos no se ven afectados virtualmente por el calor, vibración, corrosión o golpes. Su rendimiento en ambientes hostiles no puede ser igualado por ningún otro tipo de motor.

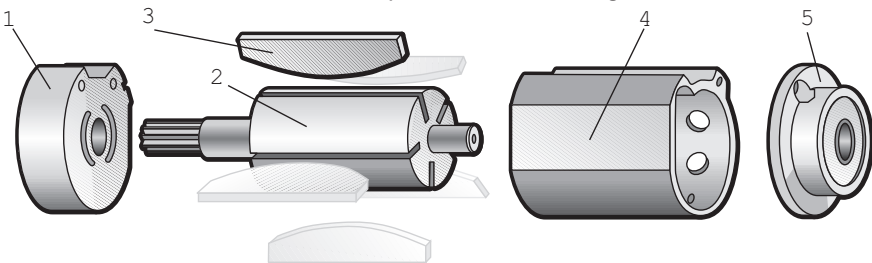


2. DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO

Hay varios tipos de motores neumáticos. Los más utilizados son los de aletas, de pistón y de turbina. Esta guía de bolsillo analiza solamente los motores de aletas. Estos motores se fabrican con potencias nominales de hasta aproximadamente 5 kW.

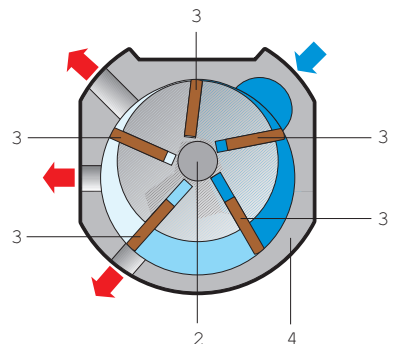
Diseño

- Un rotor ranurado gira excéntricamente en la cámara formada por el cilindro y las placas finales.
- Dado que el rotor está descentrado y su diámetro es menor que el del cilindro, se crea una cámara en forma de media luna.
- Las ranuras del rotor incorporan unas aletas que se mueven libremente y dividen este espacio en cámaras de trabajo separadas, de distintos tamaños.
- Como resultado de la fuerza centrífuga, que está frecuentemente reforzada por el aire comprimido, las aletas son forzadas contra la pared del cilindro para sellar las cámaras.
- La eficiencia real de esta estanqueidad está en función de lo que se denomina “fugas internas”.



El motor de aletas tiene un diseño básico y consta de muy pocos componentes.

1. Placa final delantera
2. Rotor
3. Aleta
4. Cilindro
5. Placa final posterior



Funcionamiento

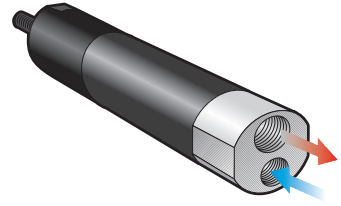
- A. El aire entra en la cámara de aspiración "a": La aleta 2 ha sellado la cámara "b" entre sí misma y la aleta 3. La presión en la cámara "b" es todavía la presión de aspiración. Esta presión actúa sobre la aleta 3, moviéndola en sentido horario.
- B. Las aletas han girado un poco más y ha comenzado el proceso de expansión en la cámara "b": La presión en esta cámara es por tanto baja, pero todavía hay una fuerza neta que mueve el rotor hacia delante ya que la superficie de la aleta 3 es mayor que la superficie de la aleta 2 en la cámara "b". Además, la presión de aspiración actúa sobre la aleta 2 en la cámara de aspiración "a".
- C. Las aletas se han movido un poco más. La cámara "b" está siendo vaciada ahora a través de la salida, y ya no existe contribución desde esta cámara. La fuerza que mueve el rotor hacia delante procede ahora de la fuerza de las aletas 1 y 2.

Gracias a este sencillo principio de funcionamiento, la energía del aire comprimido se convierte en movimiento giratorio de cámara a cámara, y el motor gira.

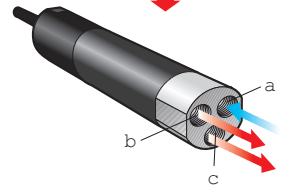
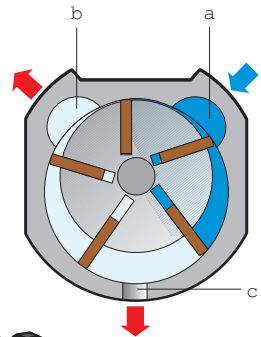
LZB: Giro horario/giro antihorario/reversible

El motor descrito gira en sentido horario, visto desde el extremo posterior. Además de este tipo de motor de aletas también hay otros con giro antihorario y reversibles. Los motores con giro antihorario tienen el mismo diseño que los de giro horario, pero con la sección transversal reflejada al revés.

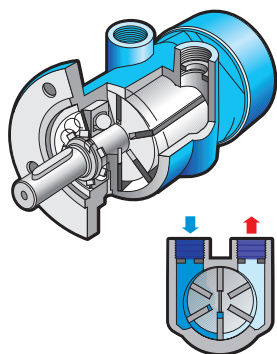
Para un motor reversible, la lumbrera "a" es la entrada para rotación en sentido horario. La lumbrera "c" es la salida principal y la lumbrera "b" es la salida secundaria. En rotación a izquierdas, la lumbrera "b" se convierte en la entrada, y la lumbrera "a" en la salida secundaria. La lumbrera "c" sigue siendo la salida principal. Los motores LZB están diseñados conforme a lo explicado anteriormente.



El principio de funcionamiento de un motor neumático.



Los motores reversibles tienen tres lumbreras de aire.



Los LZL representan otro tipo de motores de aletas.

Motores LZL

Estos motores son reversibles pero tienen sólo dos lumbreras de aire. Una es la entrada y la otra, la salida. Los motores LZL están diseñados para obtener unas características excelentes de arranque y funcionamiento a baja velocidad. Esto se consigue mediante 6 aletas que son empujadas contra el interior del cilindro. Como apoyo para esta función, los motores LZL también reciben un suministro de aire comprimido debajo de las aletas.

Rotor

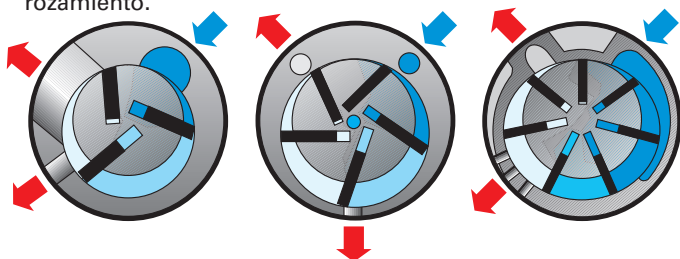
Durante el arranque y a bajas velocidades, una parte del aire comprimido fluye por debajo de las aletas para presionarlas contra la pared del cilindro y sellar las diversas cámaras de trabajo. Cuando el rotor gira, las aletas son forzadas contra la pared del cilindro por la fuerza centrífuga. A elevadas velocidades, sin embargo, la presión que ejercen las aletas contra la pared del cilindro no debe ser demasiado alta, puesto que se produciría un desgaste excesivo.

El grado de desgaste es una función de la tercera potencia de la velocidad de deslizamiento entre el extremo de la aleta y la pared del cilindro y, en la práctica real, esto determina la velocidad máxima de rotación.

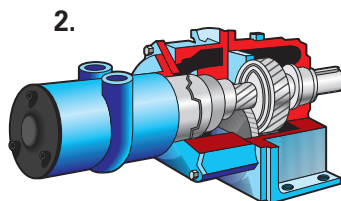
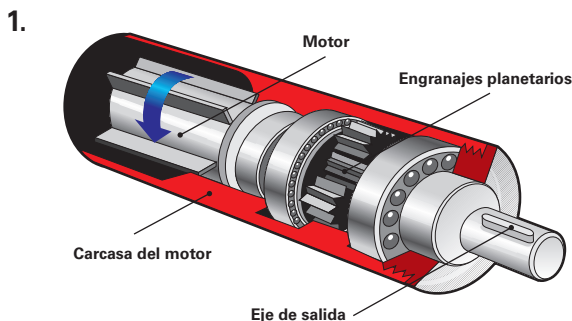
Para mantener baja la fuerza centrífuga, los motores de alta velocidad, o más bien sus rotores, son largos y delgados, y están equipados con sólo tres o cuatro aletas.

Número de aletas

El número de aletas del motor, que puede oscilar de 3 a 10, es un aspecto importante del diseño. En general, cuanto menor sea el número de aletas, menores serán las pérdidas por rozamiento, pero esto también significa que el arranque puede ser más difícil. Si se instalan más aletas, el arranque será más fácil y las fugas internas menores, pero habrá más rozamiento.



El número de aletas del motor depende de la aplicación para la que esté diseñado.



Engranaje planetario (1),
engranaje helicoidal (2).

Engranajes

El rotor de un motor de aletas gira a una velocidad muy alta. La velocidad en vacío de un motor LZB es generalmente alrededor de 20.000 rpm. Los motores LZL tienen unas velocidades en vacío de 6.000 a 9.300 rpm. Para la mayoría de las aplicaciones estas velocidades son demasiado elevadas, y el par del rotor también es bastante bajo. Para convertir una alta velocidad y un bajo par en una menor velocidad y un mayor par, se emplean engranajes. Los motores de aletas Atlas Copco se suministran con diferentes tipos de engranajes: planetarios y helicoidales. (Véase el apéndice)

Motores exentos de lubricación

Los motores de aletas tradicionales se lubrican con el aire comprimido, al cual se añade una pequeña cantidad de aceite. Los motores exentos de lubricación no necesitan aceite en el aire. Estos motores están equipados con aletas fabricadas de un material especial de bajo rozamiento y tienen rodamientos permanentemente lubricados. Cuando la mayor prioridad sea una prolongada vida de servicio, se deberá optar por motores lubricados ya que sus aletas duran más..



Motores con freno

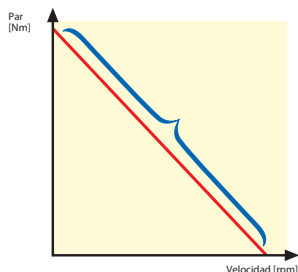
Los motores de aletas más generalizados, los LZB 33, están disponibles con frenos de estacionamiento. Este freno está situado entre el motor y el engranaje. Se trata de un freno de disco activado por muelle cuando el motor no está funcionando. Cuando el motor arranca, el freno se libera por un pistón neumático integrado. El freno se utiliza en los casos en que es importante que el eje de salida no gire cuando el motor no esté funcionando y se aplique un par sobre el eje.



Motor con freno.

3. EL RENDIMIENTO DE UN MOTOR NEUMÁTICO

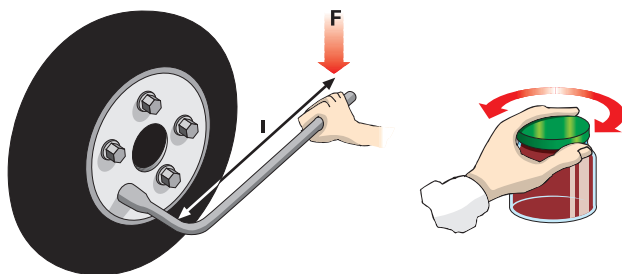
El rendimiento de un motor neumático depende de la presión de entrada. A una presión de entrada constante, los motores neumáticos muestran una relación lineal característica de par/velocidad. Sin embargo, regulando sencillamente el suministro de aire, a través de las técnicas de estrangulación o regulación de presión, se puede modificar fácilmente la potencia de un motor neumático.



El motor puede funcionar por encima de la curva de par indicada.

Una de las características de los motores neumáticos es que pueden funcionar en la curva completa de par, desde velocidad en vacío hasta ahogo, sin que sufran ningún daño. La velocidad en vacío se define como la velocidad de funcionamiento cuando no hay ninguna carga en el eje de salida.

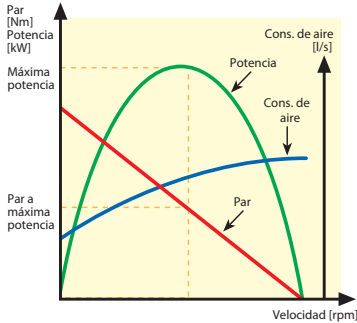
Velocidad en vacío = velocidad a la que gira el eje de salida cuando no se aplica ninguna carga.



El par es la fuerza giratoria que se calcula como la fuerza (F) por la longitud (l) de la palanca.

La curva de potencia

La potencia que produce un motor neumático es simplemente el producto del par y la velocidad. Los motores neumáticos producen una curva de potencia característica. La potencia máxima se genera en torno al 50% de la velocidad en vacío. El par producido en este punto se denomina frecuentemente "par a máxima potencia".



Fórmula de potencia

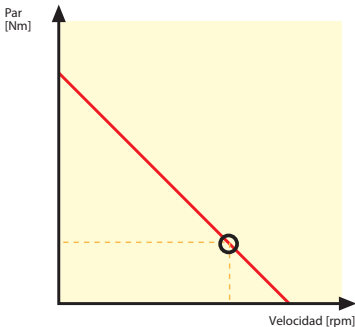
$$P = (\pi \times M \times n) / 30$$
$$M = (30 \times P) / (\pi \times n)$$
$$n = (30 \times P) / (\pi \times M)$$

$P =$ potencia [kW]
 $M =$ par [Nm]
 $n =$ velocidad [rpm]

Curva de rendimiento de un motor neumático funcionando a una presión de aire constante.

El punto de trabajo

Al seleccionar un motor neumático para una aplicación, el primer paso es establecer el "punto de trabajo". Se trata de la combinación de velocidad de funcionamiento deseada para el motor y el par requerido en ese punto.



El punto en la curva de par/velocidad donde el motor funciona realmente se denomina punto de trabajo.

Punto de trabajo de un motor neumático.

Consumo de aire

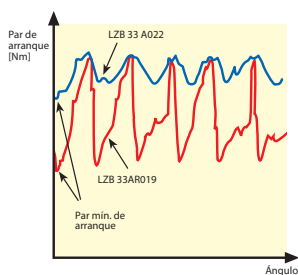
El consumo de aire de un motor neumático aumenta con la velocidad de éste, alcanzando su mayor nivel cuando funciona en vacío. Incluso en condición de ahogo (con plena presión aplicada) el motor consume aire. Esto depende de las fugas internas en el motor.

El consumo de aire se mide en l/s. Sin embargo, éste no es el volumen real que ocupa el aire comprimido en el motor, sino que se mide como el volumen que ocuparía si permitiésemos que se expandiese a la presión atmosférica. Es una norma utilizada para todos los equipos neumáticos.

El par de arranque es aquél que produce un motor con el eje bloqueado cuando se aplica la máxima presión de aire al mismo.

Par de arranque

Hay que tener en cuenta que todos los motores neumáticos de aletas producen un par de arranque variable debido a la posición de las aletas en el motor. El valor más bajo de par de arranque se denomina "Par de arranque mínimo" y se puede considerar un valor garantizado en el arranque. La variación difiere entre los tipos de motor y se debe comprobar caso por caso. Cabe destacar que la variación de par es mayor para los motores reversibles que para los no reversibles y por tanto el par de arranque mínimo es menor para estos motores.



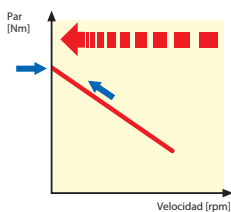
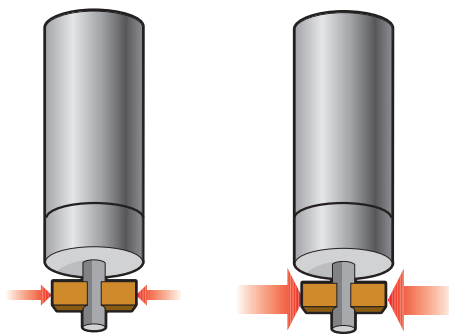
En el arranque, el par varía con la posición de las aletas.

El par de ahogo es el par que se produce cuando el motor frena hasta pararse.

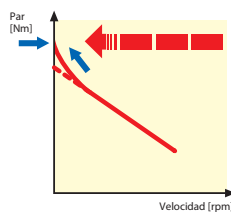
El par de ahogo varía dependiendo de la rapidez con que se frena el motor hasta ahogarlo. Un frenado rápido produce un par de ahogo más alto que un frenado lento. Esto se debe a que la masa (momento de inercia) del rotor incrementa el par.

Par de ahogo

El par de ahogo es aquél que produce un motor justo al ser forzado a detenerse estando en funcionamiento. El par de ahogo no se indica en los datos de las tablas. Sin embargo, multiplicando el par a máxima potencia por dos, es fácil obtener una aproximación del par de ahogo; por ejemplo, un par a máxima potencia de 10 Nm equivale a un par de ahogo de aproximadamente 20 Nm.



Frenado lento.

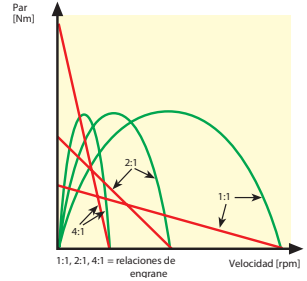


Frenado rápido.

4. EL USO DE ENGRANAJES

Los motores neumáticos funcionan a altas velocidades y, aunque se pueden controlar en una amplia gama de velocidades, las características de potencia no son siempre adecuadas para la aplicación. Para obtener la potencia requerida, se puede seleccionar un engranaje apropiado.

Los engranajes planetarios y helicoidales usados por Atlas Copco tienen un alto nivel de eficiencia que podemos considerar del 100%. Evidentemente, aunque la relación par/velocidad experimenta un cambio considerable, la potencia permanece prácticamente inalterada. El par aumenta y la velocidad se reduce en proporción a la relación de engrane.

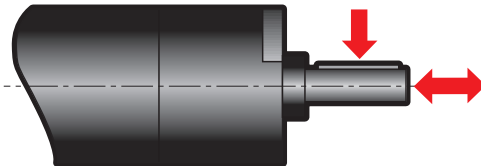


La velocidad y el par se pueden cambiar usando engranajes.

5. CARGA SOBRE EL EJE

La carga sobre el eje en un motor neumático afecta a la vida de los rodamientos.

El catálogo de motores neumáticos Atlas Copco contiene curvas que dan las cargas máximas sobre el eje para unas vidas de servicio de 10 millones de giros. Estas curvas indican la combinación máxima permitida de carga radial y axial.

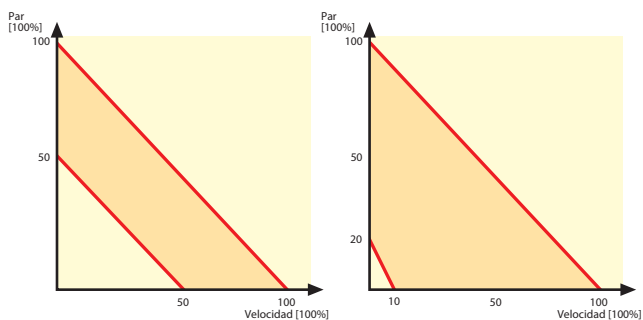


La carga sobre el eje influye en la vida de los rodamientos.

6. MÉTODOS PARA MODIFICAR EL RENDIMIENTO DEL MOTOR

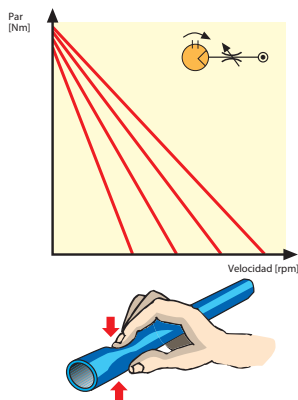
Existen dos métodos para modificar el rendimiento de un motor neumático. Estrangulación y/o regulación de la presión. Las condiciones de la aplicación decidirán el método preferido.

La velocidad en vacío y el par se pueden regular hasta un 50% para el motor neumático LZB. La velocidad en vacío para un LZL se puede regular hasta un 10%, y el par hasta un 20%.



El motor neumático LZB puede funcionar en cualquier punto de la zona sombreada.

El LZL puede funcionar a un par y velocidad muy bajos, como indica la zona sombreada.



La estrangulación es sinónimo de control del caudal de aire y afecta más a la velocidad que al par.

Estrangulación

Normalmente se instala un restrictor en la entrada del motor, aunque también se puede instalar en el escape. La ventaja de estrangular la aspiración es que se reduce el consumo de aire, mientras que la estrangulación del aire de escape mantiene un par de arranque ligeramente más alto. Cuando se desea mantener un par de arranque alto pero reducir la velocidad de funcionamiento, la estrangulación es el mejor método para modificar la potencia del motor.

Regulación de la presión

Cuando se utiliza un regulador de presión, éste va siempre instalado en la entrada del motor. La regulación de presión es ideal cuando se desea controlar el par de ahogo y no es importante un par de arranque alto.

Rendimiento del motor con otra presión de aire

Todos los gráficos de rendimiento de los motores neumáticos Atlas Copco se dan para una presión de aspiración de 6.3 bar. Para otras presiones de aire, se deben recalcular las curvas de rendimiento. Para calcular los datos de rendimiento, los datos del motor a 6.3 bar se deben multiplicar por el factor de corrección mostrado en la tabla 1.

Factores de corrección					
Presión de aire (Bar)	Presión de aire (Psi)	Potencia	Velocidad	Par	Consumo de aire
7	101	1,13	1,01	1,09	1,11
6	87	0,94	0,99	0,95	0,96
5	73	0,71	0,93	0,79	0,77
4	58	0,51	0,85	0,63	0,61
3	44	0,33	0,73	0,48	0,44

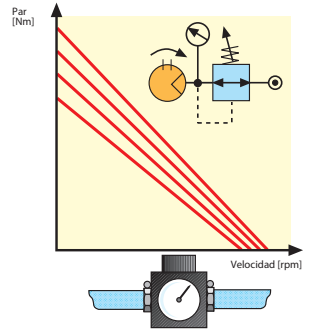
Otra forma de averiguar cómo regular la presión o estrangular los motores es utilizar el Programa de Selección de Motores Neumáticos disponible en:

<https://webbox.atlascopco.com/airmotor/airmotor.html>

Acceda a www.atlascopco.com/airmotors

Acceso 24 horas

Visite nuestro sitio web y navegue por nuestro catálogo online. Encontrará información técnica completa, así como detalles de los accesorios, piezas de repuesto y planos dimensionales. También puede suscribirse a nuestras noticias.



La regulación de la presión afecta más al par que a la velocidad.

Tabla 1

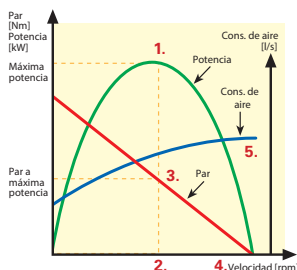


Es posible recalcular fácilmente con el programa de selección.



7. CÓMO USAR LOS DATOS DE RENDIMIENTO DEL CATÁLOGO.

Los datos de rendimiento indicados en los catálogos de motores neumáticos Atlas Copco son válidos para una presión de suministro de aire de 6,3 bar (91 psi), manométrica. Los datos del catálogo están disponibles tanto en tablas como en diagramas.



En el diagrama se identifican diversos datos clave. Estos datos también están incluidos en las tablas de los motores en el catálogo.

La potencia de un motor neumático se ve claramente en el diagrama de rendimiento. Para cada motor/engranaje, se muestra la potencia, el par y el consumo de aire en función de la velocidad.

1. Máxima potencia, kW y CV
2. Velocidad en el punto de máxima potencia, rpm
3. Par a máxima potencia, Nm
4. Velocidad en vacío, rpm
5. Consumo de aire a máxima potencia, l/s

El par de arranque producido por un motor neumático es variable y depende de la posición de las aletas. Esta información sólo se puede obtener de las tablas de datos, donde se muestra el valor garantizado. El par de ahogo no figura en los datos de catálogo, pero se puede calcular como el doble del par a máxima potencia.

8. CÓMO ELEGIR EL MOTOR ADECUADO

Al seleccionar el motor apropiado para cualquier aplicación dada, es aconsejable considerar las necesidades que se deben satisfacer. Un buen método es seguir paso a paso el proceso que se describe a continuación.

Reglas generales para seleccionar los motores neumáticos

Debido a la extensa gama de funcionamiento de un motor neumático, es probable que puedan funcionar diversos motores en el mismo punto de trabajo. Dependiendo de la posición en la curva de par-velocidad donde encontremos el punto de trabajo, obtendremos unos efectos diferentes en la elección del motor.

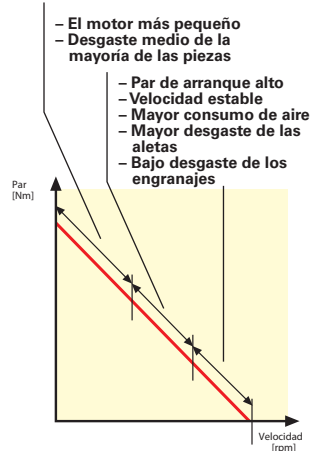
Dado que lo más eficaz es que el motor funcione a la velocidad de máxima potencia, conseguiremos la alternativa más pequeña posible seleccionando aquél que produzca la potencia máxima lo más cerca posible del punto de trabajo. Este motor ofrecerá también el consumo más bajo de aire para una potencia dada.

Si es importante que la velocidad del motor neumático sea estable, se deberá evitar trabajar con velocidades por encima del punto de máxima potencia. Así estaremos seguros de que quedará "potencia de reserva" en caso de que aumente la carga. También es buena idea trabajar más cerca de la velocidad en vacío cuando haya incertidumbre respecto a la demanda de par.

La combinación de baja velocidad/alto par hace que la carga sobre los engranajes sea elevada. Las altas velocidades afectan a la vida de servicio de las aletas.

Si se precisa una vida de servicio muy prolongada, debemos seleccionar un motor de gran tamaño con restrictor, o que funcione a baja presión.

- Par de arranque más bajo
- Velocidad inestable
- Bajo consumo de aire
- Mayor carga sobre los engranajes
- Menor desgaste de las aletas

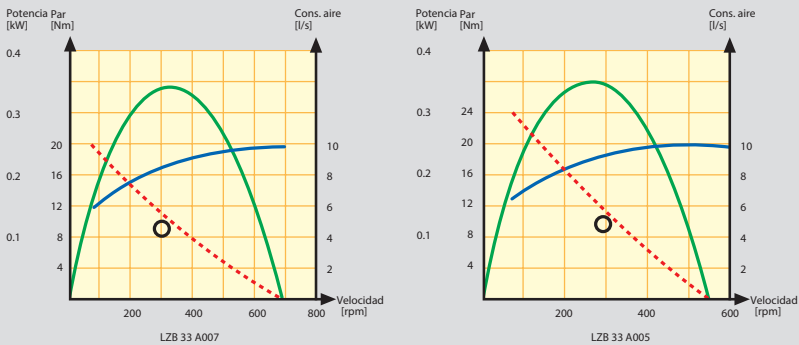


Diferentes áreas del punto de trabajo.

Ejemplo 1:

Se necesita un motor no reversible que funcione a 300 rpm y produzca un par de 10 Nm. Seleccione el motor más adecuado para esta aplicación.

1. En el ejemplo, la potencia requerida será $P = 3,14 \times 10 \times 300/30 = 314 \text{ W}$ (0,314 kW)
2. Seleccione en el catálogo, o con la ayuda del programa de selección, un tipo de motor con la potencia adecuada. En este caso, elegimos el LZB 33 (0,39 kW)
3. Mire las curvas de rendimiento para cada variante de motor y seleccione la que tenga su máxima potencia lo más cerca del punto de trabajo.
4. Los dos motores que mejor cumplen los requisitos son LZB 33 A005 y LZB 33 A007. La primera elección debe ser A005 ya que trabajaríamos con una velocidad por encima del punto de máxima potencia, y por tanto obtendríamos un mayor par de arranque y una velocidad más estable.
5. Al trazar el punto de trabajo, se observa con frecuencia que el motor debe ser ajustado ligeramente para que dicho punto coincida con el gráfico de rendimiento. Esto se puede hacer de dos maneras: ajustando el caudal de aire o la presión de éste.



Como se ve en los gráficos de rendimiento, podemos optar entre LZB 33 A007 y LZB 33 A005.

Los diferentes parámetros de trabajo

Normalmente, una forma adecuada de describir los parámetros de trabajo consiste en establecer el par requerido y la correspondiente velocidad.

Frecuentemente se dan seis requisitos comunes adicionales:

- Par de arranque
- Par de ahogo
- Velocidad en vacío
- Vida de servicio
- Consumo de aire
- Carga sobre el eje

El motor debe producir un par mínimo en el arranque

Muchas aplicaciones exigen que el motor produzca como mínimo un par inicial en el arranque. Este puede ser el caso cuando el motor se utiliza para mover una carga. Se deberá consultar en los datos de las tablas el par mínimo de arranque para un determinado motor.

Ejemplo 2:

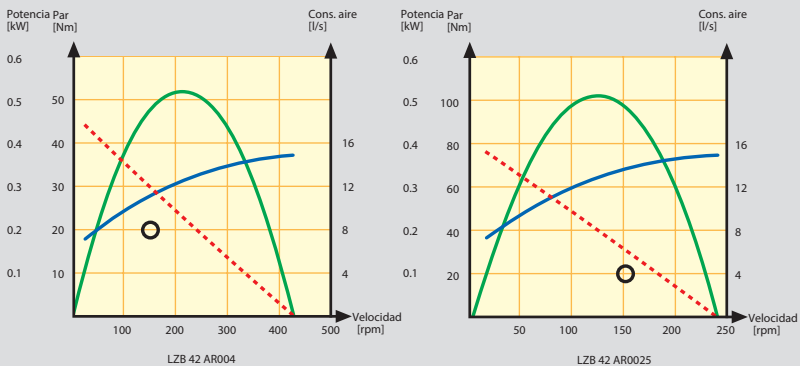
Se debe usar un motor neumático para accionar un trole. El punto de trabajo para el motor es $M=20$ Nm a $n=150$ rpm. Puesto que las características de arranque son esenciales, el motor también tiene que tener un par de arranque de 35 Nm.

La potencia requerida será: $P=3,14 \times 20 \times 150 / 30 = 314$ W (0,314 kW)

El tamaño correcto de motor para esta aplicación es el LZB 42 (0,53 kW) de acuerdo con el catálogo de motores neumáticos o el programa de selección.

Los gráficos de rendimiento indican que el LZB 42 AR004 cumple los requisitos de punto de trabajo. No obstante, si añadimos que el par de arranque mínimo debe ser 35 Nm, el catálogo indica que el motor no cumple este requisito ya que sólo puede garantizar un par de arranque mínimo de 26,8 Nm.

Debemos elegir un motor con otra relación de engrane. Como es necesario un par de arranque más alto, necesitamos un motor con una relación de engrane mayor. El LZB 42 AR0025 tiene un par de arranque mínimo de 44 Nm, por lo que es una buena elección para esta aplicación.



El LZB 42 AR004 cumple el requisito de punto de trabajo, pero no el de par de arranque mínimo. En su lugar, elegimos el LZB 42 AR0025.

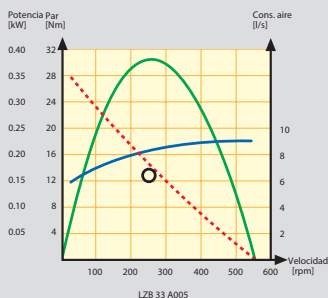
El motor debe alcanzar un par de ahogo y una velocidad en vacío especificados.

Dos aplicaciones habituales de los motores neumáticos son las herramientas de flejar y las herramientas para uniones roscadas. Ambas aplicaciones imponen requisitos en la velocidad en vacío y en el par de ahogo. La velocidad en vacío define lo rápido que será el proceso, ya que la mayor parte del tiempo el motor funcionará con un par bajo, es decir, en la primera fase de tensado del fleje y en la fase de aproximación al apretar una unión roscada. El par de ahogo define la tensión en el fleje y el par instalado de la unión roscada.

Ejemplo 3:

Supongamos que tenemos que encontrar un motor de aprietatuercas que pueda apretar una tuerca a 25 Nm y pueda efectuar la aproximación de ésta en giro libre a una velocidad de 500 rpm. En este caso, el motor no debe ser reversible.

El par de ahogo no se especifica en nuestros catálogos, pero es fácil de calcular porque es 2 veces el par a máxima potencia. También sabemos que la velocidad en vacío es 2 veces la velocidad a máxima potencia. Esto significa que hemos de buscar motores con un par a máxima potencia de al menos 12,5 Nm y una velocidad a máxima potencia de 250 rpm.



El LZB 33 A 005 será una buena elección para la aplicación de aprietatuercas.

Para ello, necesitamos un motor con $(3,14 \times 12,5 \times 250) / 30 = 327$ W que nos guíe para empezar a buscar entre los motores no reversibles LZB 33. Encontramos un motor que parece adecuado, el LZB 33 A005. Tiene un par a máxima potencia de 14 Nm (par de ahogo 28 Nm) y una velocidad en vacío de 550 rpm a 6,3 bar.

Si el par de ahogo tiene que ser exactamente 25 Nm, deberemos reducir el par un poco. Para ello, disminuirémos la presión ligeramente con un regulador.

Al regular la presión también se reducirá un poco la velocidad, pero menos que si restringiéramos el caudal de aire, y nos mantendríamos todavía por encima de 500 rpm.

Vida de servicio

La vida de servicio de un motor depende mucho de las condiciones de trabajo. Si el ciclo de trabajo es una mezcla de funcionamiento en vacío, funcionamiento a máxima potencia y frenado hasta ahogo, la vida de servicio de las aletas lubricadas de un LZB es generalmente 2000 horas, y de las exentas de lubricación, 1000 horas. Los motores tipo LZL con aletas lubricadas, la vida de servicio es generalmente 2000 horas, y de las aletas exentas de lubricación, 500 horas.

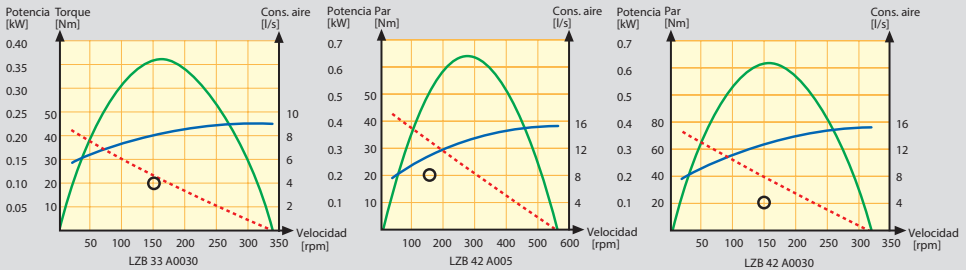
Para determinar la vida útil con mayor exactitud, recomendamos una inspección inicial basada en los intervalos de tiempo recomendados anteriormente. Las instrucciones del producto suministradas con el motor especifican el máximo desgaste permitido de las aletas para cada tipo y tamaño de motor. Se recomienda cambiar las aletas antes de que el desgaste supere estos valores. Las Instrucciones del producto también están disponibles electrónicamente a través de Servaid en la web.

Ejemplo 4:

La aplicación consiste en accionar un agitador de pintura a un par de 20 Nm y una velocidad de 150 rpm. Funciona 8 horas al día, lo cual impone unos altos requisitos en la vida de servicio.

El punto de trabajo nos dice que la potencia debe ser como mínimo $3.14 \times 20 \times 150 / 30 = 314 \text{ W}$. Un motor que satisface este punto de trabajo es el LZB 33 A0030.

Al funcionar 8 horas al día, debemos sobredimensionar el motor y reducir su rendimiento regulando la presión o restringiendo el caudal. Por lo tanto, nos centramos en los motores LZB 42, donde encontramos varios modelos que cumplen el punto de trabajo. El LZB 42 A005 es una alternativa. Vemos que la velocidad en el punto de trabajo es muy baja comparada con la velocidad en vacío, lo cual indica una prolongada vida de servicio de las aletas. Por otra parte, el par es aproximadamente igual que el par a máxima potencia, lo cual puede limitar la duración de los engranajes. Así pues, el motor que parece más adecuado es el LZB 42 A0030. Con este motor, la velocidad de funcionamiento es aproximadamente la mitad de la velocidad en vacío y el par es alrededor de la mitad del par a máxima potencia. Esto significa que obtendremos una larga vida de servicio tanto de las aletas como de los engranajes. En este caso, para alcanzar el punto de trabajo podemos reducir la presión de aire o restringir el caudal.



Un motor sobredimensionado proporcionará una larga vida de servicio.

Consumo de aire

Cuando sea importante un consumo de aire bajo, primero deberemos tratar de encontrar el motor más pequeño posible. Si nos hemos decidido por un tamaño de motor y tenemos distintas opciones dentro de este tamaño, tendremos que tener en cuenta que cuanto más cerca funcione de su velocidad en vacío, mayor será el consumo de aire. En caso de reducir el rendimiento del motor, obtendremos un consumo de aire más bajo restringiendo el caudal (en la entrada del motor) que regulando la presión.

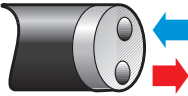
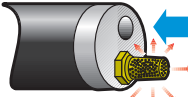


Carga sobre el eje

La carga máxima admisible sobre el eje está especificada para cada motor en el catálogo de motores neumáticos. En las tablas de datos se indican los códigos de carga sobre el eje. Estos códigos indican las curvas donde se definen las combinaciones permitidas de carga radial y axial sobre el eje. Es buena idea comprobar que la aplicación no producirá unas cargas sobre el eje por encima de lo permitido. En algunos casos raros podría ser necesario elegir un motor sobredimensionado para poder hacer frente a las cargas sobre el eje.

9. SILENCIAMIENTO

El ruido generado por un motor neumático es ocasionado principalmente por el aire de escape que sale del motor. El nivel sonoro aumenta con la velocidad y alcanza su mayor valor cuando el motor funciona en vacío.

Todos los motores Atlas Copco se suministran con una lumbrera de escape roscada que permite instalar un silenciador roscado para reducir el nivel sonoro. Montando una manguera entre la lumbrera de escape y el silenciador, el nivel sonoro se puede reducir incluso más. En la tabla 3 se indica el efecto de emplear las diversas técnicas de silenciamiento. Recuerde que un silenciador puede ocasionar pérdidas de potencia si está incorrectamente dimensionado.

Motor de 0,36 kW Velocidad en vacío Sala anecoica Intervalo de 1 minuto	Medida	Ruido Nivel dB (A)
	Ninguna	94
	Sólo silenciador	77
	Sólo manguera	84
	Manguera con Silenciador	75

Diferentes posibilidades de reducción del ruido y sus efectos: los valores de ruido son ficticios y sólo guardan relación entre sí.

Tabla 2

10. INSTALACIÓN DE UN MOTOR NEUMÁTICO

Para funcionar, un motor neumático necesita una determinada cantidad de aire y una determinada presión. Por consiguiente, las mangueras de suministro y de escape deben tener el tamaño adecuado.

Líneas de aire

Unas líneas de aire demasiado largas o unas dimensiones demasiado pequeñas significan caídas de presión. Esto, como ya se indicó antes en esta guía, significa pérdidas de potencia. La línea de escape debe tener un tamaño mayor que la línea de suministro. Esto se debe a que el aire de escape ocupa un volumen mayor que el aire de suministro. Para una presión de aspiración de 6,3 bar (= 7,3 bar absoluta) y una presión de salida a nivel atmosférico (= 1 bar absoluta) el incremento de volumen es un factor de 7,3. En la práctica, esto significa que si se usan las mismas dimensiones para las líneas de entrada y salida, se formará una contrapresión y el motor reducirá su eficiencia.

Tamaño de motor	Sentido de giro	Rosca conexión de entrada (BSP)	Rosca conexión de entrada (NPTF)	Manguera de entrada* [ambas entradas en reversible] (mm)	Conector recomendado en conexión de entrada (Designación)	Diámetro conector* (mm)	Rosca conexión de salida (BSP)	Mang. de salida* (mm)	Conector recomendado en conexión de salida (Designación)	Diámetro conector* (mm)
LZB14	A, AV, AR	1/8"	-	8	9900 0240 00	5,0	1/8"	8	9900 0240 00	5,0
LZB22	A, AV	1/8"	-	8	9900 0240 00	5,0	1/4"	10	9900 0247 00	8,0
LZB22	AR, LR	1/8"	-	8	9900 0240 00	5,0	1/8"	8	9900 0240 00	5,0
LZB33, LZB34	A, AV, AR, LR	1/4"	-	10	9900 0247 00	8,0	1/4"	10	9900 0247 00	8,0
LZB42	A, AR	1/4"	-	10	9900 0247 00	8,0	1/2"	16	9900 0244 00	13,4
LZB46	A, AV, AR	1/4"	-	10	9900 0247 00	8,0	1/2"	16	9900 0244 00	13,4
LZB54	A, AV, AR	3/8"	-	13	9900 0248 00	9,3	1/2"	16	9900 0244 00	13,4
LZB66	A, AR	3/8"	-	13	9900 0248 00	10,3	3/4"	20	9900 0245 00	17
LZB77	A, AR	1/2" **	1/2"-14	16	9900 0244 00	13,4	-	-	-	-

* diámetro interior mínimo recomendado

** rosca de conexión alternativa BSP 1/2" incluido con el producto

Tabla 3.
Tamaño de manguera hasta 3 m.

Recuerde: Cuando seleccione un conjunto de preparación de aire, asegúrese que todos los componentes tienen una capacidad de flujo suficiente para satisfacer los requisitos del motor.

Preparación del aire

Para asegurar un servicio fiable, se deberá instalar un filtro de aire y un lubricador (si el motor no es exento de lubricación) en la red de aire de entrada, a una distancia de 5 metros del motor. Se recomienda incorporar también un regulador de presión en el conjunto de preparación de aire. Este tiene la función de mantener la presión de trabajo deseada, y se puede usar para modificar la potencia del motor y satisfacer exactamente las necesidades de la aplicación.

Lubricación

Para lograr la vida de servicio y el rendimiento óptimos, un motor neumático debe recibir 50 mm³ de aceite por cada metro cúbico (1000 litros) de aire consumido. Una lubricación insuficiente dará como resultado un desgaste acelerado de las aletas y una merma del rendimiento. El ejemplo siguiente muestra cómo se calcula la lubricación que necesita un motor que funciona con una potencia conocida.

Ejemplo:

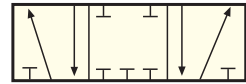
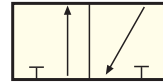
Un motor LZB 33 no reversible que funciona a máxima potencia consume 8,3 litros de aire por segundo. En un minuto consume 498 (8,3 x 60) litros de aire; por lo tanto la lubricación requerida es: $498/1000 \times 50 = 25 \text{ mm}^3/\text{min}$. Si se utilizase un lubricador de neblina de aceite, deberá ajustarse para que suministre 2 gotas de aceite por minuto (1 hora = 15 mm³). El aceite lubricante seleccionado deberá tener una viscosidad comprendida entre 50 y $300 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ a la temperatura de trabajo.

Válvulas de control direccional

Estas válvulas se usan para arrancar o parar un motor, o para cambiar su sentido de rotación. Es muy habitual usar lo que se ha dado en denominar una válvula 5/3 para controlar un motor reversible, y una válvula 3/2 para controlar un motor no reversible.

Las designaciones de la válvula se refieren al número de lumbreras de conexión y al número de posiciones de actuación que tiene la válvula; una válvula 5/3 significa que tiene una lumbrera de 5 conexiones y 3 posiciones.

Al seleccionar cualquier válvula de control es importante asegurarse que tenga una capacidad de flujo suficiente para satisfacer los requisitos del motor.

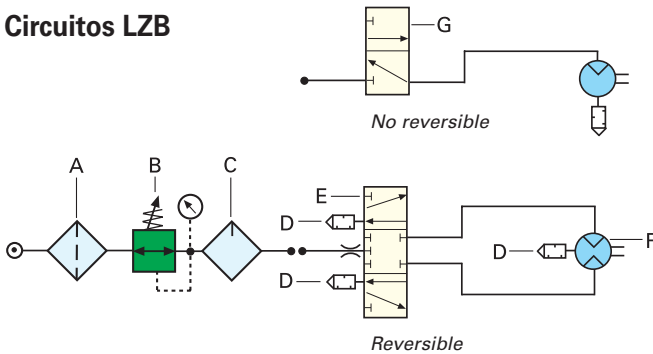


The symbols used to represent these valves on an installation diagram.

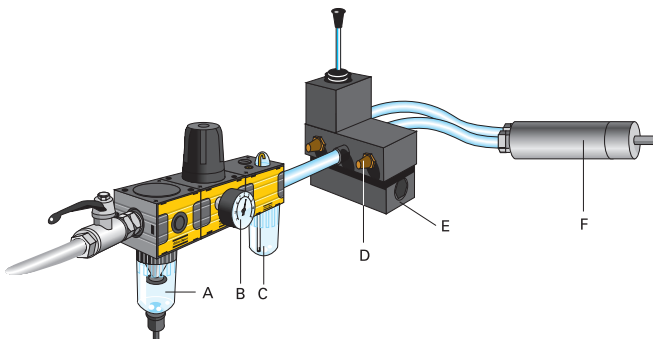
Ejemplos de instalación

Diagramas típicos de instalación para los motores neumáticos del tipo LZB y LZL, junto con sus correspondientes válvulas de control, filtros, reguladores, lubricadores y silenciadores.

Circuitos LZB



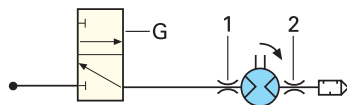
- A = Filtro
- B = Regulador de presión
- C = Lubricador por neblina de aceite
- D = Silenciador
- E = Válvula 5/3
- F = Motor neumático
- G = Válvula 3/2



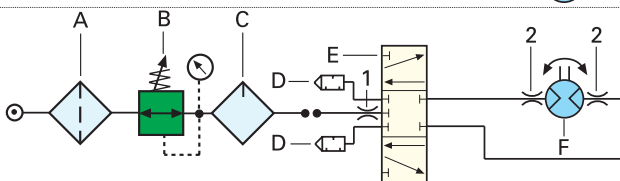
El sentido de rotación se controla manualmente por una válvula 5/3 accionada por palanca. La unidad de preparación de aire asegura que el motor reciba aire limpio y lubricación. El regulador de presión integrado también se puede usar para modificar la potencia del motor.

Circuitos LZL

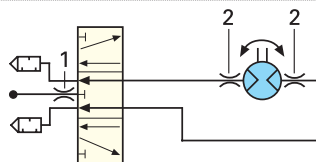
*Funcionamiento no reversible
con válvula 3/2*



*Funcionamiento reversible con
válvula 5/3 y posición central
cerrada*



*Funcionamiento reversible con
válvula 5/3 y posición central
abierta*

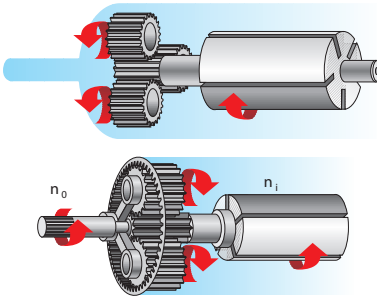


A = Filtro
B = Regulador de presión
C = Lubricador por neblina
de aceite
D = Silenciador
E = Válvula 5/3
F = Motor neumático
G = Válvula 3/2

1 = Restrictor de entrada
2 = Restrictor de salida

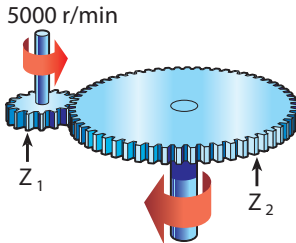
Para los motores LZL es importante instalar un restrictor de entrada aguas arriba de la aspiración. Se debe colocar de modo que no afecte al escape en funcionamiento reversible. Esto significa que se tiene que situar antes de la válvula de control.

Apéndice



Engranajes planetarios

Se utilizan engranajes planetarios cuando es importante que las dimensiones sean reducidas, dada su alta capacidad de par para un tamaño dado. Las piezas principales de los engranajes planetarios son el piñón central, las ruedas planetarias, la corona dentada y el eje planetario. Este último es el eje de salida, donde están situadas las ruedas planetarias. La parte exterior es la corona dentada que tiene dientes internos. La relación de engrane se calcula con la fórmula $i = 1 + Z_3 / Z_1$, donde Z_1 es el número de dientes del piñón central y Z_3 el número de dientes de la corona dentada.



Engranaje helicoidal 500 r/min

El engranaje helicoidal es el tipo básico. Un engranaje helicoidal de una etapa tiene dos ruedas dentadas, la rueda primaria de alta velocidad, o piñón, y la rueda secundaria de baja velocidad. La relación de engrane se define por el número de dientes de las ruedas primaria y secundaria. Se calcula con la fórmula, $i = n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$, donde i es la relación de engrane, n_1 es la velocidad primaria, n_2 es la velocidad secundaria, Z_1 es el número de dientes de la rueda primaria y Z_2 es el número de dientes de la rueda secundaria. Unas altas relaciones de engrane requieren una rueda dentada secundaria muy grande. Por lo tanto, resulta más práctico diseñar los engranajes helicoidales con más etapas cuando se deseen unas relaciones de engrane más elevadas. Los engranajes helicoidales se emplean con los motores LZL.

**COMPROMETIDOS CON UNA PRODUCTIVIDAD
SOSTENIBLE**

www.atlascopco.com

