

ACTUADORES

Definición:

Un ACTUADOR es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo de el origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

En este artículo no se abordará el tema de los actuadores de SOLENOIDE por considerar que está asociado a otra área de discusión. También se abordarán aquellos actuadores mas comunes, dejando para otra instancia los casos especiales, o aquellos de uso menos difundido.

Historia:

El actuador mas común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento.

Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores.

- Lineales
- Rotatorios

Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico. En este artículo nos concentraremos en los actuadores rotatorios. En la próxima actualización tocaremos el tema de los actuadores lineales.

Como ya se mencionó, hay tres tipos de actuadores:

- Neumáticos
- Eléctricos
- Hidráulicos

Funcionamiento

Es importante comprender el funcionamiento de los actuadores para su correcta aplicación.

Funcionamiento del actuador Rotatorio

El objetivo final del actuador rotatorio es generar un movimiento giratorio. El movimiento debe estar limitado a un ángulo máximo de rotación. Normalmente se habla de actuadores de cuarto de vuelta, o 90°; fracción de vuelta para ángulos diferentes a 90°, por ejemplo 180°; y de actuadores multivuelta, para válvulas lineales que poseen un eje de tornillo o que requieren de múltiples vueltas para ser actuados.

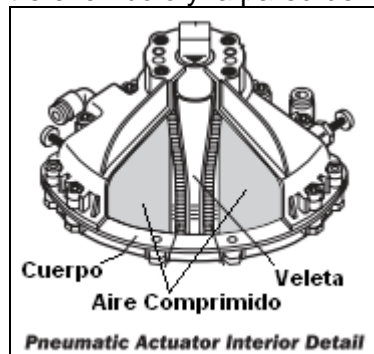
La variable básica a tomar en cuenta en un actuador rotatorio es el torque o par; también llamado momento. Y es expresado en lb-in, lb-pie, N-m, etc.

El actuador rotatorio dependiendo de su diseño, consta de las siguientes partes móviles básicas:

	<u>Actuador Neumático</u>	<u>Actuador Eléctrico</u>	<u>Actuador Hidráulico</u>
Fuerza Generadora de Movimiento	Presión de aire	Energía eléctrica	Presión hidráulica
Elemento Motriz	Émbolo, Pistón o Veleta	Motor Eléctrico	Émbolo, Pistón o Veleta
Transmisión de Fuerza o Torque	Eje o Cremallera	Reductor	Eje
Conversión mecánica	Yugo o Piñón	- No hay -	Yugo o Piñón

Actuador Rotatorio Neumático

Para hacer funcionar el actuador neumático, se conecta aire comprimido a uno de los lados del émbolo o veleta (en adelante, solo “émbolo”) generando una fuerza en sentido de la expansión del espacio entre el émbolo y la pared del cilindro o el cuerpo.

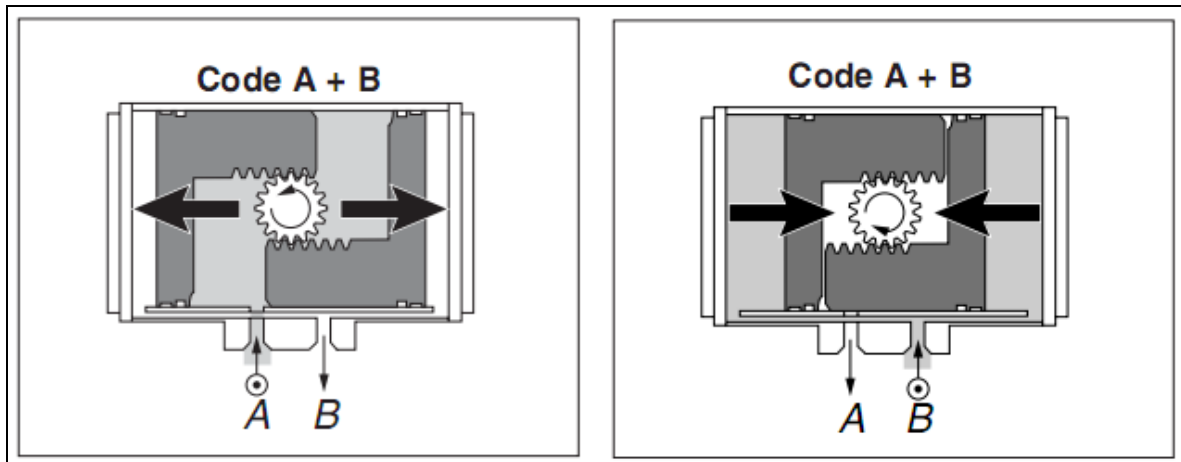


Actuador de Veleta Única (Rotary Vane)

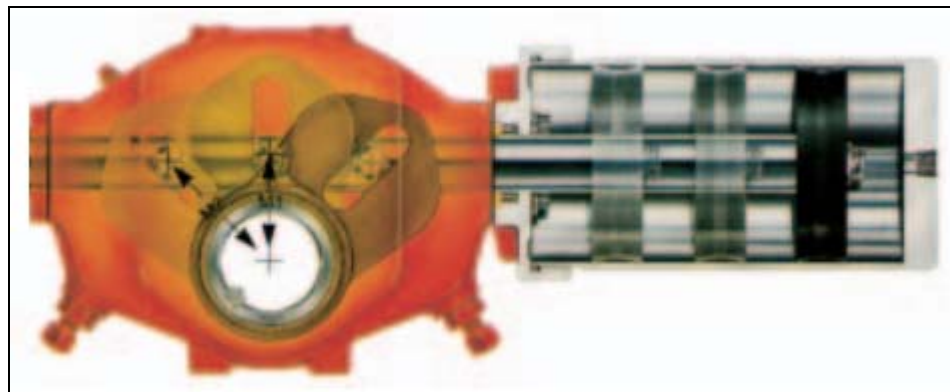
Mediante un dispositivo mecánico que puede ser el conjunto piñón y cremallera, yugo escocés, o una simple veleta, el movimiento se transforma en rotatorio. Para mover el actuador en sentido contrario es necesario introducir aire comprimido en el lado opuesto del émbolo. El torque que genera el actuador es directamente proporcional a la presión del aire comprimido, pero dependiendo de su diseño puede ser variable de acuerdo a la posición actual del actuador. Es decir, supongamos que el movimiento del actuador rotatorio está definido en el rango de 0% a 100% de su movimiento. El torque de salida en 0% es en algunos casos diferente al torque de salida cuando está en la posición 50%. A mayor abundamiento, en realidad lo que se tiene es una curva de torques en función de la posición del actuador. ¿Es esto una desventaja? No necesariamente, esta variabilidad de hecho es beneficiosa para la mayoría de las válvulas, ya que permite ajustar más el tamaño del actuador, pudiendo incluso bajar un modelo o dos al seleccionado originalmente.

Hoy existen 3 tipos de actuadores neumáticos

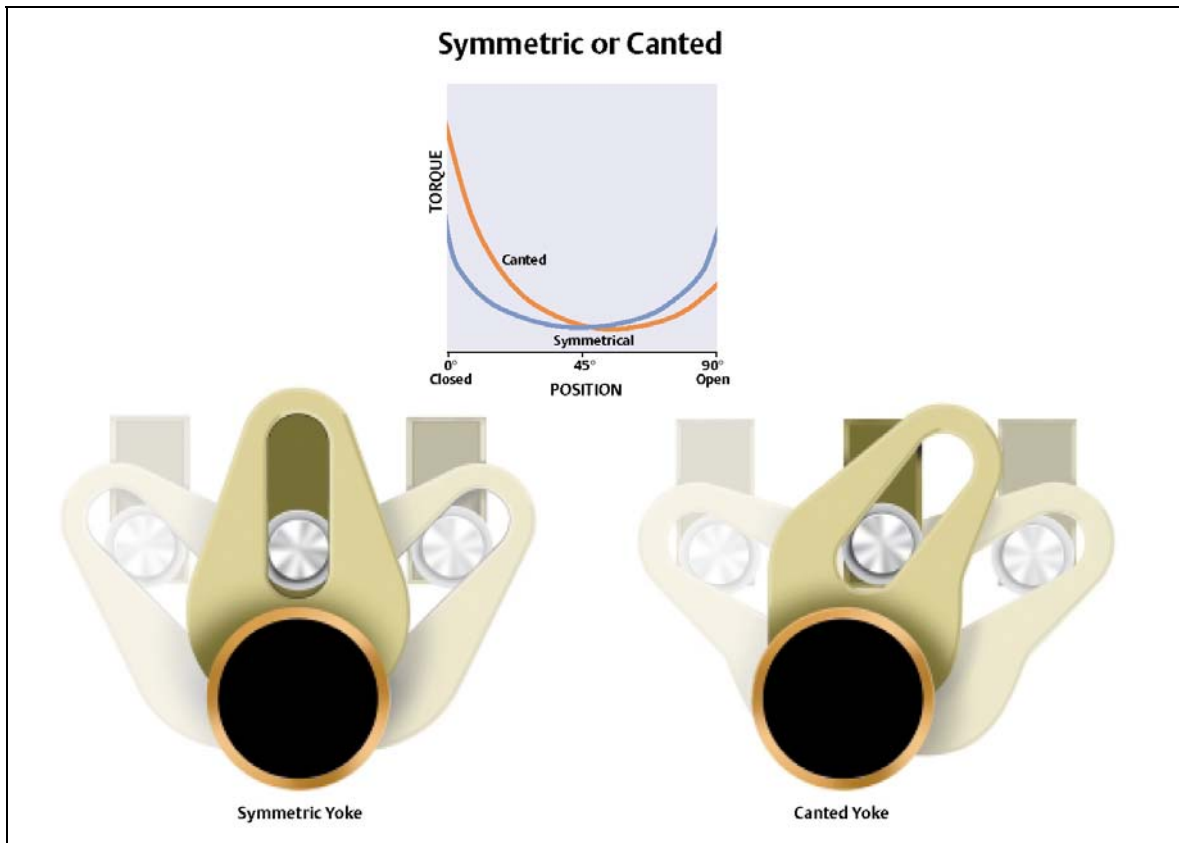
- Piñón y cremallera
- Yugo Escocés
- Veleta



Actuador de Piñón y Cremallera (Rack & Pinion)



Actuador de Yugo Escocés (Scotch Yoke)



Curva de Torque para Yugo Escocés Simétrico y Yugo Escocés Inclinado

A continuación se tiene una tabla de las principales características de ambos tipos de actuadores

<u>TIPO</u>	<u>RANGO de movimiento⁽⁺¹⁾</u>	<u>Tipo de Torque</u>	<u>Rango de TORQUE</u>
Piñón y Cremallera	0° a 90° (180° y 270°) ⁽⁺²⁾	Constante	Torques Bajos y Medios
Yugo Escocés	0° a 90°	Variable	Torques Medios y Altos
Veleta	0° a 90° (180° y 270°) ⁽⁺²⁾	Constante	Torques Bajos

Nota (+1) Los rangos de movimiento de los actuadores usualmente son ajustables en rangos +/-1° en cada lado hasta +/- 5° a cada lado o mas.

Nota (+2) También disponible en 180° y muy raramente en 270°.

Dimensionamiento de un actuador Neumático Rotatorio

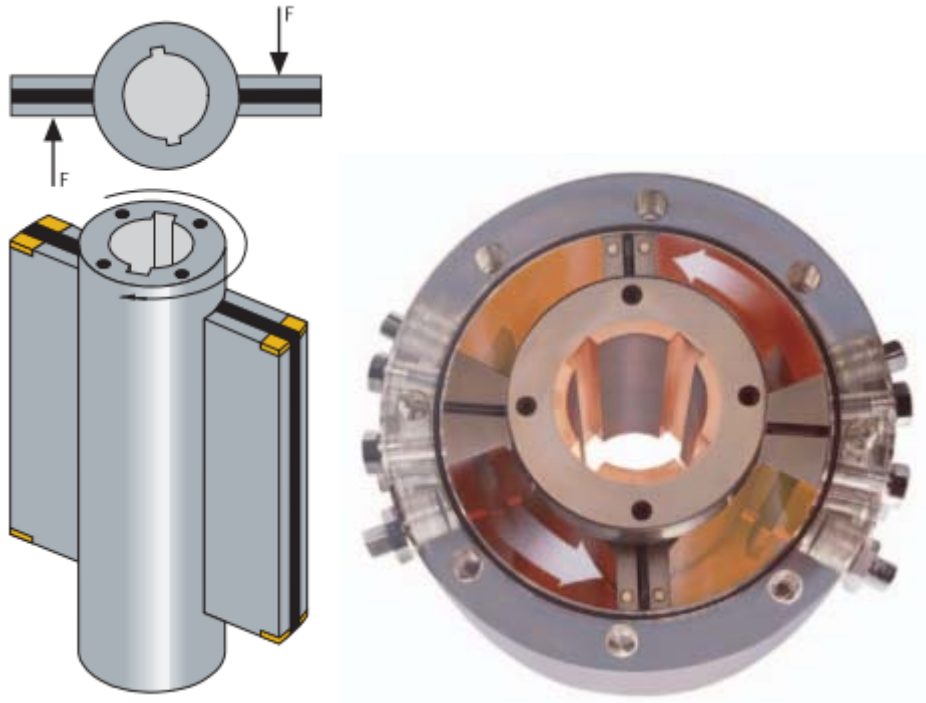
- Primero se debe determinar el torque que se necesita para generar el movimiento rotatorio. Este torque puede ser expresada en N-m, lb-in, lb-ft, etc. (Newton-

metros, libras-pulgadas o libras-pié, etc.). El fabricante de la válvula debe suministrar este dato. Usualmente está publicado en su sitio web.

- No olvidar considerar la presión de la línea, que muy posiblemente lucha en contra del actuador.
- Establecer el porcentaje de sobredimensionamiento. Usualmente y dependiendo del tamaño y diseño de la válvula, entre 10% y 50% de sobredimensionamiento.
- Segundo, debe establecerse la carrera angular del actuador (¿90°, 180°?).
- Tercero, conseguir la presión mínima de aire disponible en el punto. Es en esta situación en la que el actuador está en su peor condición. La válvula debe ser actuada aún cuando la presión de aire caiga al mínimo. También se debe conseguir la presión máxima esperada, y compararla con la presión máxima que soporta el actuador y con el torque máximo que soporta el eje de la válvula.
- Cuarto, con los torques ya determinados, y recurriendo a las tablas de torque de los diferentes modelos, se puede escoger un modelo adecuado para la aplicación. Es importante determinar el factor final de sobredimensionamiento que se calcula dividiendo el torque del actuador por el torque original requerido por la válvula. Por ejemplo, si el torque original requerido de una válvula es de 3600 lb-in y se utiliza un porcentaje de 30%, es decir multiplicamos por 1,30 encontramos que se requiere un actuador de 4680 lb-in (la presión disponible de aire es 80 psi mín); hay un modelo XX0350 que entrega 3547 lb-in que no es suficiente; el siguiente tamaño XX0600 entrega 6028 lb-in que es mas que suficiente. Sin embargo, el factor ya no es 1,30, si no que 1,67. Es importante tenerlo en cuenta para no perder de vista cuanto torque realmente estamos entregando a la válvula, sobre todo cuando el cliente o el ingeniero suministran el torque máximo admisible para el vástago de la válvula.
- Verificar el torque máximo admisible para el vástago de la válvula.
- Establecer los controles que gobernarán al actuador: Posicionador, válvulas solenoides, interruptores de carrera, transmisores de posición, etc.
- Si el torque máximo a máxima presión de aire supera el torque máximo admisible del vástago de la válvula, debe considerar instalar un regulador de presión para limitar la presión máxima de aire.

Actuador Hidráulico Rotatorio

Para hacer funcionar el actuador hidráulico, se conecta la presión hidráulica a uno de los lados del émbolo o veleta (en adelante, solo “émbolo”) generando una fuerza en sentido de la expansión del espacio entre el émbolo y la pared del cilindro o el cuerpo. Mediante un dispositivo mecánico que puede ser el conjunto piñón y cremallera, yugo escocés, o una simple veleta, el movimiento se transforma en rotatorio. Para mover el actuador en sentido contrario es necesario introducir aire comprimido en el lado opuesto del émbolo. El torque que genera el actuador es directamente proporcional a la presión de aceite hidráulico, pero puede ser variable de acuerdo a la posición actual del actuador, si el actuador es de Yugo Escocés.



Actuador de Veleta Rotatoria doble

Dimensionamiento de un actuador Rotatorio Hidráulico

- Básicamente son los mismos pasos a seguir que para el actuador neumático.
- Considerar que la presión hidráulica es mucho mas alta que la presión de aire, por lo que los pistones o veletas asociados a un actuador hidráulico son mucho mas pequeños.
- Considerar la adquisición de una central hidráulica si el cliente no posee actualmente presión hidráulica disponible.
- Establecer los controles que gobernarán al actuador: Posicionador, válvulas solenoides, interruptores de carrera, transmisores de posición, etc.

Actuador Rotatorio Eléctrico

Para hacer funcionar el actuador eléctrico, se debe energizar los bornes correspondientes para que el motor actúe en la dirección apropiada. Usualmente vienen con un controlador local o botonera que hace este proceso mas sencillo. Sin embargo para la automatización remota del actuador, se debe considerar el diagrama de cableado que viene con el actuador. Las conexiones deben considerar fuerza, señales de límites de carrera y torque, señales análogas o digitales de posición y torque, etc.

El torque generado por el motor eléctrico es aumentado por un reductor interno o externo para dar salida al torque final en el tiempo seleccionado. Esta es la razón por la que los actuadores eléctricos toman mas tiempo en recorrer la carrera que los neumáticos o hidráulicos.

Dimensionamiento de un actuador Rotatorio Eléctrico

- Primero se debe determinar el torque que se necesita para generar el movimiento rotatorio. Este torque puede ser expresada en N-m, lb-in, lb-ft, etc. (Newton-metros, libras-pulgadas o libras-pié, etc.). El fabricante de la válvula debe suministrar este dato. Usualmente está publicado en su sitio web.
- O bien, se debe determinar la fuerza de tiro que deberá soportar el actuador, si la aplicación es multivuelta. Obtener el diámetro externo del tornillo.
- No olvidar considerar la presión de la línea, que muy posiblemente lucha en contra del actuador.
- Establecer el porcentaje de sobredimensionamiento. Usualmente y dependiendo del tamaño y diseño de la válvula, entre 10% y 50% de sobredimensionamiento.
- Segundo, debe establecerse la carrera angular del actuador (¿90°, 180°, multivuelta?).
- Tercero, si es multivuelta, determinar el número de vueltas necesarias para cubrir el total de la carrera de la válvula.
- Obtener la disponibilidad de energía en el punto de instalación. Voltaje, frecuencia, número de fases.
- Cuarto, con los torques ya determinados, y recurriendo a las tablas de torque de los diferentes modelos, se puede escoger un modelo adecuado para la aplicación. Es importante determinar el factor final de sobredimensionamiento que se calcula dividiendo el torque del actuador por el torque original requerido por la válvula. Por ejemplo, si el torque original requerido de una válvula es de 3600 lb-in y se utiliza un porcentaje de 30%, es decir multiplicamos por 1,30 encontramos que se requiere un actuador de 4680 lb-in; que entrega 3547 lb-in que no es suficiente; el siguiente tamaño entrega 6028 lb-in que es mas que suficiente. Sin embargo, el factor ya no es 1,30, si no que 1,67. Es importante tenerlo en cuenta para no perder de vista cuanto torque realmente estamos entregando a la válvula, sobre todo cuando el cliente o el ingeniero suministran el torque máximo admisible para el vástago de la válvula.
- Verificar el torque máximo admisible para el vástago de la válvula.
- Al escoger el actuador con su motor, tomar los datos de consumo y factor de potencia. Los actuadores eléctricos tienen tiempos de funcionamiento mas largos que los actuadores neumáticos, por lo que es un dato a considerar. Dependiendo del tamaño de la válvula, estos tiempos fluctúan normalmente entre 20 segundos hasta 90 segundos o mas.
- Establecer los controles que gobernarán al actuador: Posicionador, válvulas solenoides, interruptores de carrera, transmisores de posición, etc.

Actuadores Rotatorios con Posición de Falla

Hasta ahora hemos hablado de actuadores que se denominan de “doble efecto” o de posición de falla “última posición”. A veces es conveniente que la válvula vuelva por sí sola a una cierta posición si es que la energía falla. A estos actuadores se les denomina de “simple efecto” o “Falla Cierre” o “Falla Abre”, FC o FA respectivamente (FC y FO en inglés), o bien de “vuelta por resorte”.

Efectivamente, un resorte acumula energía para liberarla en la presencia de alguna falla, o cuando se libere el actuador para que vuelva a su posición de falla. Esta es la solución

mas robusta desde el punto de vista industrial. Hay otras alternativas para acumular energía para un actuador, pero el resorte es lo mas confiable.

Algo para tomar en cuenta es que los actuadores de vuelta por resorte son entre 2 y 3 veces mas grandes que los de doble efecto, porque se necesita el torque de la válvula para moverlo en un sentido, y, el torque de la válvula + el torque del resorte para moverlo en el sentido opuesto. Esto por si solo hace que el costo del actuador de simple efecto sea entre 2 y hasta 5 veces mas caro que uno de doble efecto. Aparte del problema económico, está el problema del espacio. Para ciertos tipos de válvulas el actuador de simple efecto se hace realmente enorme. Otra cosa a considerar es que la mayoría de los actuadores eléctricos no poseen vuelta por resorte, y los que lo poseen son de tamaño limitado. Mi recomendación es no especificar actuadores de simple efecto a diestra y siniestra, a menos que realmente se necesite una posición de falla.

Para dimensionar los actuadores de simple efecto, hay que tomar en cuenta primero el torque que puede generar el resorte, y luego fijarse en el torque que genera la presión de aire o fluido.

Curvas de comportamiento de Torque

Todas las válvulas tienen un torque inherente a su porcentaje de apertura. Por ejemplo, las válvulas mariposa de bajo rendimiento tienen su mas alto torque en la posición cerrada, y si mínimo torque en la posición totalmente abierta.

Si se quiere tomar ventaja de esta particularidad, es importante hacer calzar los torques de la válvula en sus diferentes posiciones, con los torques que es capaz de generar el actuador, de otra forma puede terminar con un actuador que es el triple de lo que realmente necesita.

En general se debe tener los puntos de torque de mas interés. Si una válvula se ha asentado en su posición por largo tiempo, el torque requerido para sacarla de su posición de reposo va a ser mas alto. Si se sospecha que la velocidad de flujo va a contribuir a una variación de torque en la válvula, es algo que debe considerarse.

FIN

Preparado por
Eugenio Vildósola C.
Soltex Chile S.A.