

Actuadores eléctricos frente a cilindros neumáticos: Una comparación basada en el coste total de producción

Tenga en cuenta los costes de los servicios públicos, los costes de mantenimiento y el rendimiento del producto cuando considere la vida útil de determinada tecnología elegida.



Tolomatic is a leading supplier of electric linear actuators. Tolomatic's 60+ years of expertise covers a wide range of industries and linear motion applications.

INTRODUCCIÓN

Los actuadores de cilindro neumático, conocidos por su bajo coste inicial y su facilidad de despliegue, han sido un elemento básico en los equipos de automatización de fábricas durante décadas. Son sencillos y proporcionan un control razonable de los movimientos de las máquinas en las plantas industriales. Sin embargo, desde el desarrollo de actuadores eléctricos más flexibles, precisos y fiables, existe un debate permanente sobre qué tecnología ofrece la mejor solución global para la optimización de las plantas industriales. Los argumentos a favor del cambio a los actuadores eléctricos se han centrado en la capacidad de éstos para lograr un control más preciso del movimiento (posición, velocidad, aceleración y fuerza), además de proporcionar una mayor precisión y repetitividad. Si bien es cierto que los actuadores eléctricos destacan por su rendimiento y tienen un coste inicial más elevado, este documento se centrará en los factores que contribuyen a que una solución de actuadores eléctricos sea una opción más económica que los cilindros de aire a lo largo de la vida del dispositivo o la máquina. Se examinarán factores como la eficiencia, los costes de los servicios eléctricos, las fugas de aire, la humedad en el sistema neumático, el mantenimiento, la sustitución del producto, la calidad del producto, el tiempo de cambio y los tiempos de ciclo, junto con otros factores que determinan el "coste total" de una tecnología u otra.

Este documento define el "coste total de propiedad" como:

Coste total de propiedad (CTP) = coste de compra inicial + años de servicio X (costes anuales de sustitución + costes anuales de mantenimiento + costes anuales de electricidad + desechos anuales del producto + pérdidas anuales de producción debidas al tiempo de cambio y al tiempo de ciclo).

Determinar la eficiencia y los costes de los servicios eléctricos

Si se busca en Internet “eficiencia de los sistemas neumáticos” se obtiene una lista prácticamente interminable de estudios e informes. Casi todos ellos se centran en los esfuerzos por hacer más eficiente un sistema neumático. Si bien es admirable que los sistemas neumáticos existentes sean más eficientes, apenas se menciona en estos documentos la mejora de la eficiencia global (consumo de energía eléctrica) de la planta mediante la consideración de soluciones no neumáticas que ofrezcan menores costes de funcionamiento y un mayor rendimiento de la producción.

Las siguientes fuentes confirman la ineficacia de la neumática.

“El aire comprimido es una de las fuentes de energía más caras de una planta. La eficiencia global de un sistema típico de aire comprimido puede ser tan baja como 10%-15%.”

Departamento de Energía de los Estados Unidos: Energy Tips-Compressed Air, agosto de 2004

“En los sistemas neumáticos sólo se consigue un 23%-30% de eficiencia energética, frente al 80% de los sistemas eléctricos y el 40% de los hidráulicos”.
Asociación Británica de Energía Fluida: Nuevos desarrollos y nuevas tendencias en neumática, FLUCOME Keynote lecture 2000

“Según el estudio Compressed Air Systems in European Union (Radgen y Blaustein, 2001), la UE-15 gastaba el 10% de la electricidad total consumida en la industria para la producción de aire comprimido. El consumo de electricidad de los CAS (sistemas de aire comprimido) en las empresas chinas va del 10% al 40% (Li et al., 2008) del total de la electricidad industrial consumida.” *Informe del estudio de la Unión Europea “Motor Challenge Problem” sobre el aumento de la eficiencia energética en los sistemas de aire comprimido, Radgen y Balsten, 2001*

¿Qué significa todo esto?

En la mayoría de las aplicaciones que requieren un movimiento lineal, las diferencias de eficiencia entre un sistema eléctrico y uno neumático pueden dar lugar a costes de electricidad muy diferentes a lo largo de la vida útil del dispositivo. Supongamos que cada sistema neumático tiene una eficiencia del 20% y que cada sistema eléctrico tiene una eficiencia del 80%. En el caso de los sistemas neumáticos, la eficiencia puede variar entre un 10 y un 30% en función de la calidad del aire, la calidad y el desgaste de las juntas, las fugas en la infraestructura del sistema y otros muchos factores. Todos estos factores requieren una atención y un mantenimiento constantes o la eficacia del sistema se verá afectada. En comparación, la eficiencia de los actuadores eléctricos no cambia realmente con el tiempo debido a la precisión y repetitividad del control.

Para la mayoría de las aplicaciones que requieren movimiento lineal, las diferencias de eficiencia entre un sistema eléctrico y uno neumático pueden dar lugar a costes de electricidad significativamente diferentes a lo largo de la vida útil del dispositivo.

Considere las siguientes aplicaciones de cilindros neumáticos, para un cilindro de 1" (25mm), un cilindro de 3" (80mm) y un cilindro de 5" (125mm). Simplificando los costes de energía de una aplicación de muestra con algunas fórmulas sencillas, se puede conseguir una buena estimación del coste de la electricidad asociado a un solo eje de movimiento.

Potencia-OUT (kW) = Velocidad (m/seg) X Fuerza (kN)

Potencia-IN(kW) = Potencia-OUT(kW) ÷ Eficiencia (%)

Coste de la aplicación eléctrica = (Potencia-IN) X (Horas/año) X(Coste de la electricidad por kW-hr)

Suponiendo 0,08 dólares (8 céntimos) por kW-hora

Aplicación nº 1: diámetro de 1" o equivalente de 25mm @ 80 psi (5,5 bar)

Fuerza: 0,33 kN (o ~62 lbf)

Velocidad: 0,3 m/seg (o ~12 pulgadas/seg)

Potencia-OUT (kW) = 0,1kW

Aplicación nº 2: diámetro de 3" o equivalente de 80 mm @ 80 psi (5,5 bar)

Fuerza: 2,5 kN (o ~565 lbf)

Velocidad: 0,2 m/seg (o ~8 pulgadas/seg)

Potencia de salida = 0,5kW

Aplicación #3: diámetro de 5" o equivalente de 125mm @ 80 psi (5,5 bar)

Fuerza: 7,0 kN (o ~1570 lbf)

Velocidad: 0,15 m/seg (o ~6 pulgadas/seg)

Potencia de salida = 1,0 kW

El ciclo de trabajo (tiempo de trabajo ÷ (tiempo de trabajo + tiempo de reposo)) desempeña un papel importante en el cálculo del coste de la electricidad para un cilindro neumático o un actuador eléctrico.

Al igual que con cualquier dispositivo que consuma energía eléctrica, el número de veces que el dispositivo funciona o recibe ciclos está directamente relacionado con la cantidad de electricidad que utiliza. Por lo tanto, el ciclo de trabajo (tiempo de trabajo ÷ ((tiempo de trabajo + tiempo de reposo)) desempeña un papel importante en el cálculo del coste de la electricidad para un cilindro neumático o un actuador eléctrico. Obsérvese en los gráficos siguientes que, dado que la eficiencia es mucho menor en los sistemas neumáticos, los costes energéticos aumentan de forma más pronunciada a medida que se incrementa el ciclo de trabajo.

Cálculo de los costes de energía de una aplicación

- POTENCIA (kW) \rightarrow Velocidad (m/seg) x Fuerza (N) \div 1.000 (convertido a kN)
- POTENCIA DE ENTRADA (kW) \rightarrow Potencia de salida (kW) \div Eficiencia (%)
- COSTE DE LA APLICACIÓN \$ = (Potencia de entrada) x (Horas/año) x (Coste de la electricidad)

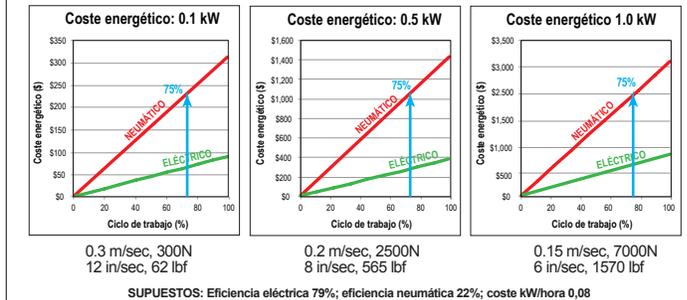


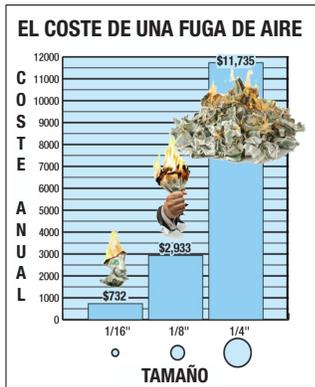
Figura 1: Cálculo de los costes de energía de una aplicación

Como ocurre con la mayoría de los equipos de automatización de fábricas, el ciclo de trabajo de los equipos suele ser alto para maximizar la utilización de la máquina y el rendimiento de la planta. En la tabla 1 se comparan los ciclos de trabajo del 50% y el 80% con respecto a estas tres aplicaciones neumáticas. En una aplicación de 0,1 kW, los costes anuales de funcionamiento de los actuadores eléctricos son de aproximadamente 130 dólares (con un ciclo de trabajo del 50%) y 210 dólares (con un ciclo de trabajo del 80%) con respecto a los neumáticos. En una aplicación de 0,5kW, ese incremento aumenta a aproximadamente 655 dólares (al 50% de servicio) y a 1050 dólares (al 80% de servicio). Teniendo en cuenta que ahora hay muchas soluciones de control de movimiento de menor precio (actuadores, motores, accionamientos) disponibles en el mercado actual para realizar estas aplicaciones, el coste total de propiedad está empezando a moverse hacia una ventaja del actuador eléctrico.

Como ocurre con la mayoría de los equipos de automatización de fábricas, el ciclo de trabajo de los equipos suele ser alto para maximizar la utilización de las máquinas y el rendimiento de la planta.

ANNUAL ELECTRIC UTILITY COST		
0.1 kW APPLICATION		
DUTY CYCLE	50%	80%
Pneumatic	\$ 175.20	\$ 280.32
Electric	\$ 43.80	\$ 70.08
0.5 kW APPLICATION		
DUTY CYCLE	50%	80%
Pneumatic	\$ 876.00	\$ 1,401.60
Electric	\$ 219.00	\$ 350.40
1 kW APPLICATION		
DUTY CYCLE	50%	80%
Pneumatic	\$ 1,752.00	\$ 2,803.20
Electric	\$ 438.00	\$ 700.80

Tabla 1: Comparación de los costes neumáticos frente a los eléctricos en función del ciclo de trabajo y los kW



Fuga de aire acumulada en una instalación procedente de todas las fuentes. Costes calculados utilizando la tarifa eléctrica industrial de 0,07 dólares por kWh*, suponiendo un funcionamiento constante y un compresor eficiente.

* De la Administración de Información Energética de EE.UU., diciembre, 2012 Informe sobre el consumo de electricidad.

Con respecto a la mejora de la eficiencia en las instalaciones de fabricación, esta tabla deja claro por qué los gestores deben identificar todos los cilindros neumáticos de mayor ciclo de trabajo de la planta y abandonar la práctica de basar la selección de actuadores simplemente en el coste inicial.

Las fugas aumentan los costes de la electricidad

Todos los sistemas o infraestructuras neumáticas experimentan fugas, y estas fugas contribuyen en gran medida a la escasa eficacia de los sistemas neumáticos. Las fugas pueden ser problemáticas de identificar y arreglar. Las grandes fugas se detectan y corrigen más fácilmente, pero las pequeñas son difíciles de identificar. De hecho, la acumulación de muchas fugas de aire pequeñas y no identificadas puede aumentar considerablemente el coste de las facturas eléctricas de las empresas de fabricación. Según el Departamento de Energía de EE.UU., alrededor del 30% del suministro de aire creado para la producción se pierde por culpa de las fugas. * Además, se calcula que el coste de funcionamiento de un compresor eficiente a lo largo de su vida útil supone el 76% del coste total procedente de la electricidad. Véase la figura 2 más abajo. Además, el tamaño acumulado de las fugas también influye en el coste y, dependiendo de la ubicación, las tasas de kW/h pueden variar. La ilustración de la izquierda muestra una serie acumulativa de fugas de un tamaño de 1/4 de pulgada (~6 mm) que supone aproximadamente 11.735 dólares al año (a 0,07 kW-hora) en electricidad desperdiciada para alimentar esa fuga.

* Hoja informativa sobre sistemas de aire comprimido, abril de 1998

La eficacia, la fuerza de salida, la velocidad y/o la capacidad de respuesta del cilindro neumático disminuyen a medida que aumenta la fuga de aire.

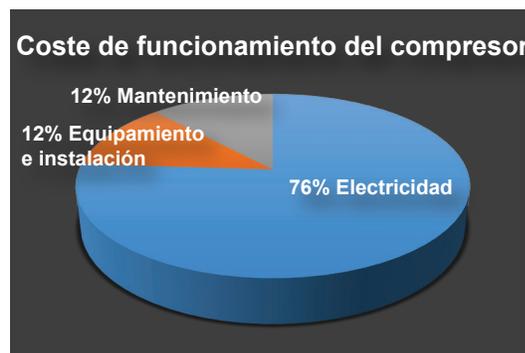


Figura 2: Porcentajes de los costes operativos

Los actuadores eléctricos requieren muy poco o ningún mantenimiento.

Cualquier cambio en el rendimiento de un cilindro neumático puede estar directamente relacionado con la calidad y el rendimiento del producto que se produce en el proceso de fabricación.

Aunque se pueden añadir cojines o amortiguadores a los cilindros neumáticos para ayudar a suavizar la vibración al final de cada movimiento, en muchos casos el movimiento del cilindro neumático está menos controlado que el de su homólogo con actuador eléctrico.

Mantenimiento y sustitución

Los actuadores neumáticos dependen en gran medida de la estanqueidad del vástago y del pistón para evitar fugas de aire. Como el actuador se mueve hacia adelante y hacia atrás muchos miles o incluso millones de veces, el desgaste de la junta y las fugas son inevitables, lo que degrada el rendimiento del cilindro neumático y aumenta los costes. Como resultado, la eficacia, la fuerza de salida, la velocidad y/o la capacidad de respuesta del cilindro disminuyen a medida que aumentan las fugas de aire. Todos estos factores dificultan los procesos de fabricación consistentes necesarios para una producción de alta calidad y gran volumen. Además, predecir cuándo pueden fallar las juntas o anticipar su efecto en el rendimiento puede ser casi imposible de determinar. El personal de mantenimiento y los operarios de las plantas pueden pasar interminables horas ajustando el flujo o la regulación del aire en dispositivos individuales para conseguir un funcionamiento adecuado. Una vez que comienza este proceso, muchas plantas e instalaciones de fabricación empiezan a poner los cilindros neumáticos en un programa de mantenimiento preventivo de sustitución o reparación para conseguir un funcionamiento más constante. Este proceso introduce costes de tiempo, mano de obra y esfuerzo para reparar los cilindros neumáticos y gestionar un programa de mantenimiento preventivo. Estos costes deben tenerse en cuenta en el coste total de propiedad de un equipo a lo largo de su vida útil.

Los sistemas neumáticos también son propensos a la retención de humedad inherente al aire comprimido, lo que crea múltiples problemas. El agua condensada y los aerosoles de agua pueden provocar una grave contaminación en las aplicaciones de los sectores alimentario y de bebidas, farmacéutico, médico y otros que requieren sistemas de automatización limpios. La humedad en un sistema de aire comprimido también dará lugar a la formación de condensación en el interior de las tuberías, las herramientas neumáticas y otros dispositivos neumáticos, lo que provoca daños y fallos prematuros en estos componentes. Para controlar la condensación de la humedad en el sistema de aire comprimido, se recomiendan los secadores, que ayudan a prevenir la corrosión y el crecimiento de organismos nocivos. Sin embargo, hay una variedad de tipos que requiere una cuidadosa consideración, experiencia de campo en la selección, mantenimiento adicional y costos de energía adicionales del sistema neumático en general.

En comparación, los actuadores eléctricos requieren muy poco o ningún mantenimiento. En algunos actuadores puede ser necesaria una relubricación ocasional, pero en su mayor parte, los actuadores eléctricos no requieren un mantenimiento continuo. Además, los actuadores eléctricos utilizan principalmente la tecnología de husillos de bolas y

rodamientos de bolas que pueden proporcionar una estimación más predecible de la vida útil en comparación con la neumática, ya que la capacidad de carga dinámica del dispositivo se puede utilizar junto con un cálculo de la vida L10 de los rodamientos de bolas estándar de la industria. Esto permite dimensionar adecuadamente los actuadores eléctricos para la vida útil deseada del equipo.

Lograr la calidad de los productos

Como se ha comentado anteriormente, el rendimiento de un cilindro neumático varía con el tiempo a medida que se desgastan las juntas. Como resultado, pueden ser necesarios muchos ajustes del sistema neumático para obtener un rendimiento repetible o preciso a lo largo de la vida del dispositivo. Cualquier cambio en el rendimiento de un cilindro neumático puede estar directamente relacionado con la calidad y el rendimiento del producto que se produce en el proceso de fabricación.

Para ilustrar esto, imagine un proceso que requiere que el cilindro corte un producto a una velocidad determinada para garantizar que los bordes no se deshilen ni se dañen. Un dispositivo neumático tendría que ser supervisado y ajustado a lo largo del tiempo por el personal de mantenimiento o los operarios del equipo para mantener la velocidad repetible. Por el contrario, el equivalente al actuador eléctrico ofrecería un rendimiento de velocidad repetible durante toda la vida útil del dispositivo sin ninguna intervención del personal de la planta. Como otro ejemplo, imagine un proceso que requiere una fuerza repetible o precisa para completar un proceso. A medida que los sellos se desgastan y la presión del aire cambia, la salida de fuerza del cilindro neumático cambiará y necesitará ser monitoreada y/o ajustada. Una vez más, el homólogo del actuador eléctrico mantendrá su rendimiento durante toda la vida del actuador y, de hecho, puede superar al cilindro neumático al desarrollar la fuerza de forma instantánea. Un cilindro neumático, por otro lado, tiene que esperar a que la presión del aire se acumule para lograr la fuerza deseada.

Las aplicaciones que requieren cambios de producto y múltiples configuraciones suelen beneficiarse de la conversión a actuadores eléctricos.

La vibración del sistema también puede ser un problema de rendimiento. Normalmente, los cilindros neumáticos se utilizan en aplicaciones "bang-bang" de extremo a extremo, en las que se mueven a dos posiciones para realizar la operación deseada. Aunque se pueden añadir cojines o amortiguadores a los cilindros neumáticos para ayudar a suavizar la vibración al final de cada movimiento, en muchos casos el movimiento del cilindro neumático está menos controlado que el de su homólogo con actuador eléctrico. Un buen ejemplo sería una aplicación de inspección o de recogida y colocación en la que la vibración en el sistema podría causar una mala medición o la colocación errónea de una pieza. El cilindro neumático puede enviar fácilmente golpes y vibraciones a la estructura

Comparar la rentabilidad de la inversión en mejoras del tiempo de ciclo y el rendimiento y la eficiencia general del equipo.

mecánica del equipo. Un actuador eléctrico, sin embargo, tiene un control total sobre el perfil de movimiento (posición, velocidad, aceleración/desaceleración, fuerza), y puede evitar la introducción de perturbaciones de choque o vibración en el sistema causadas por el movimiento.

El control (precisión y repetitividad) de un sistema de actuadores eléctricos es superior a su homólogo neumático, lo que conduce a un mejor control general del proceso de fabricación y a una mayor calidad y rendimiento del producto. Al calcular la cantidad de ahorro de costes que supondrían las mejoras del proceso o del rendimiento del producto en la fabricación de grandes volúmenes, los responsables de la planta comprenderán mejor las ventajas de los actuadores eléctricos.

Tiempo de cambio/configuración de la máquina

Las aplicaciones que requieren cambios de producto y múltiples configuraciones a menudo se beneficiarán de la conversión a actuadores eléctricos. Por ejemplo, si un proceso o una máquina requiere un cambio o una configuración para ejecutar diferentes tamaños o diferentes productos en la misma máquina, entonces un actuador eléctrico puede automatizar ese cambio. Si la aplicación implica el ajuste de topes duros para el posicionamiento de cilindros neumáticos, esto también puede automatizarse con la programación de un sistema eléctrico. Mientras que un sistema neumático suele requerir la adición de separadores de varilla al cilindro u otros topes ajustados manualmente para obtener posiciones diferentes o múltiples, en un sistema eléctrico, esto puede programarse simplemente.

Con cualquiera de estos ejemplos, es muy probable que un actuador eléctrico resuelva los problemas de los procesos de cambio. El ajuste de los topes duros o la adición de espaciadores en las varillas para el posicionamiento puede llevar mucho tiempo, ser propenso a errores humanos y puede reducir la calidad del proceso si los ajustes no son precisos o se utilizan los espaciadores de varilla equivocados en algunos o todos los ejes de movimiento.

Los actuadores eléctricos pueden utilizarse tanto en ejes de configuración de ciclo de trabajo más bajo como en ejes altamente cíclicos e importantes para el proceso debido a su control completo sobre la posición y el perfil de movimiento (velocidad, aceleración/desaceleración, fuerza). Este control puede lograrse a través de una HMI o un PLC (archivo de proceso por lotes), por lo que se necesita poca o ninguna intervención del operario. Por supuesto, cada proceso es diferente, pero lógicamente se deduce que si los cambios son mucho más rápidos, habrá menos tiempo dedicado a ajustar las máquinas y más tiempo dedicado a producir el producto. Además, hay

Los actuadores eléctricos pueden desarrollar la fuerza de forma casi instantánea porque su fuerza equivale directamente a la corriente eléctrica que pasa por el motor.

un ahorro potencial por la reducción del trabajo manual y la eliminación de errores humanos en el proceso de producción.

Tiempo de ciclo/rendimiento

Otro factor importante a tener en cuenta es el tiempo de ciclo. Compare la rentabilidad de invertir en mejoras en el tiempo de ciclo y el rendimiento y la eficiencia general del equipo. Eso ayudará a sopesar las ventajas de sustituir los actuadores neumáticos por actuadores eléctricos.

Los cilindros neumáticos suelen utilizarse como dispositivos de dos posiciones. Si un proceso tiene algún utillaje que deba apartarse para un proceso de cambio u otro motivo del proceso, el cilindro neumático debe comprarse teniendo en cuenta la carrera completa. Durante el tiempo de ejecución, esto significa que el cilindro neumático debe realizar un ciclo de ida y vuelta a través de su carrera completa, incluso si no es necesario para el proceso de ejecución, lo que aumenta el tiempo de producción. Además, si se requiere que el cilindro neumático desarrolle fuerza en este proceso, se pueden introducir retrasos adicionales porque el cilindro debe acumular presión de aire para lograr la fuerza deseada. Normalmente, esto no lleva mucho tiempo (normalmente 10 o 100 milisegundos), pero no deja de ser una pérdida de tiempo en cada ciclo y es acumulativo. De nuevo, un actuador eléctrico puede eliminar ambos problemas. El actuador eléctrico puede mover el utillaje sólo lo necesario (no la carrera completa) para sacar el utillaje del camino para que el producto se mueva a su posición, ahorrando un valioso tiempo de ciclo. Además, los actuadores eléctricos pueden desarrollar la fuerza casi instantáneamente porque su fuerza es directamente equivalente a la corriente eléctrica a través del motor. Esto elimina cualquier tiempo de espera en el proceso de desarrollo de la presión en el cilindro neumático para lograr la fuerza. Si estos factores son importantes para el rendimiento de la máquina, considere un actuador eléctrico para mejorar la eficiencia.

Ejemplos de aplicación

Teniendo en cuenta todos estos factores, a continuación, se ilustran dos aplicaciones de ejemplo para demostrar el TCO generado para las soluciones de actuadores neumáticos y eléctricos.

Aplicación #1: Corte de fideos

Industria: Alimentación y bebidas

- Requisitos:
- 1) Acero inoxidable, construcción IP69K
 - 2) Carga: 5 lbf (22,5 N)
 - 3) Ciclo de movimiento: Desplazamiento de 100 mm hacia fuera y de 100 mm hacia atrás en 0,5 segundos con una permanencia mínima o nula. Velocidad=0,67 m/seg.

Ignorar el coste total de la propiedad sin duda supondrá un ahorro de costes de equipo a corto plazo, pero a largo plazo conllevará un aumento de los costes de los servicios públicos, un aumento de los costes de mantenimiento y un aumento de los problemas de rendimiento del producto.

APLICACIÓN #1 COSTOS		
COSTES	CILINDRO NEUMÁTICO	ACTUADOR ELÉCTRICO
Coste de compra	~\$110 + válvula/etc. = ~\$400 total - 1 mes de vida	~\$1500 (actuador, accionamiento, motor) - 3 años de vida útil
Coste eléctrico anual	\$50.40	\$8.10
Costes anuales de mantenimiento*	? - Not accounted	\$0
Coste anual de sustitución**	\$1320 - sin mano de obra, sólo cilindro	\$0.00
Estimación del TCO a 3 años**	\$4111	\$1524

* Potencia de salida = 0,67 m/seg x 0,0225 kN = 0,015 kw; Potencia de entrada (neumática) = 0,015 kw/20% = 0,075 kw; Potencia de entrada (eléctrica) = 0,015 kw/80% = 0,0121 kw; Suponiendo que se paguen 08\$ por kW/h y 8400 horas/año
 ** Neumático: 3 x (1320 + \$50,40) = \$4111,20. Excluye la mano de obra de mantenimiento y montaje para la sustitución, excluye la compra, recepción y almacenamiento del cilindro neumático; Eléctrico: (\$1500 + 3) x \$8.1 = \$1524.30.

Figura 3: Aplicación nº 1 Costes de corte de fideos

En este ejemplo del mundo real, el cilindro neumático se sustituía realmente cada semana en el mantenimiento preventivo (o PM). Dado que se trata de un caso extremo, el cálculo de la aplicación anterior utiliza un período de mantenimiento preventivo de un mes en el que se sustituye el cilindro. Como ya se ha dicho, los cilindros neumáticos suelen someterse a planes de sustitución de mantenimiento preventivo que van de 1 mes a 1 año. A menudo no se establece ningún plan, lo que provoca tiempos de inactividad cuando los cilindros fallan. Con una vida útil de un mes y un coste de compra de 110 dólares del cilindro neumático, el retorno de la inversión para esta aplicación es inferior a 13 meses para un actuador eléctrico con un coste de 1.500 dólares y una vida útil de 3 años.

Application #2: Resistance spot welding

Industria: Automoción

- Requisitos:
- 1) Fuerza: 1.000 a 2.500 lbf (4,45 a 11,1 kN)
 - 2) Ciclo de movimiento: Pequeñas pasadas con carga (~0,25 pulgadas) para sujetar el metal cada 3 segundos. 5M de soldaduras/año

APLICACIÓN #2 COSTOS		
COSTES	CILINDRO NEUMÁTICO	ACTUADOR ELÉCTRICO
Coste de compra	~\$1250 - 3M vida útil de la soldadura	~\$5000 - 20M vida útil de la soldadura
Coste eléctrico anual	\$596	\$141
Costes anuales de mantenimiento*	1250: \$250/1M soldar	\$375: \$750/10M soldar
Coste anual de sustitución**	2083: \$1250/3M soldar	\$0.00
Costes de 4 años	\$15,812	\$7063

* 1/2 maintenance in first year **No replacement in first year

Figure 4: Aplicación #2 Soldadura por puntos de resistencia

Para este ejemplo, se compara un actuador neumático con un coste total de \$1250 con una vida de 3M de soldaduras con un servo actuador eléctrico con un coste de \$5000 y una vida de 20M de soldaduras. El coste total de propiedad del cilindro neumático es más del doble que la opción del servo actuador eléctrico. Teniendo en cuenta que la mayoría de las plantas de automotrices tienen cientos de actuadores realizando soldaduras en un momento dado, el coste, el aumento de la calidad y el rendimiento junto con el ahorro en el mantenimiento pueden ser sustanciales a lo largo del tiempo.

Conclusión:

El coste total de la propiedad es una palabra de moda en las empresas y muchas grandes compañías tienen iniciativas corporativas para reducir el coste total de la propiedad dentro de las divisiones o líneas de productos. Sin embargo, los departamentos de estas empresas tienen objetivos diferentes y pueden ser incapaces de ver su funcionamiento desde la perspectiva del TCO. Por ejemplo, el objetivo de las compras corporativas puede ser negociar la compra de equipos de capital con el menor coste de compra inicial. En la planta, los ingenieros y el personal de mantenimiento se centran en la experiencia en sistemas y tecnología para poder poner en marcha los equipos cuando surjan problemas. Por último, la dirección de la planta puede tener la visión más holística del TCO de los equipos, ya que gestiona el equipo de capital de la planta y el presupuesto de operaciones. Sin embargo, no es raro que la dirección de la planta se angustie por el mayor coste inicial de compra de la tecnología eléctrica, aunque sea consciente de sus ventajas: producto de mayor calidad, mayor rendimiento del producto, mayor producción, menores costes de funcionamiento, menores costes de mantenimiento y menores tiempos de cambio.

Ignorar el coste total de la propiedad puede suponer un ahorro de costes a corto plazo, pero a largo plazo supondrá un aumento de los costes de los servicios públicos, de los costes de mantenimiento y del rendimiento del producto. Considerar el CTP en una fase temprana del proceso de especificación de los equipos consiste en tener en cuenta toda la vida útil de una tecnología elegida, no sólo el coste inicial de la compra. Si las empresas de fabricación adoptan realmente el concepto de CTP, el análisis demostrará que, en la mayoría de los casos, la elección de actuadores eléctricos en lugar de equipos que requieren aire comprimido (dispositivos neumáticos) proporcionará casi siempre un CTP más bajo.