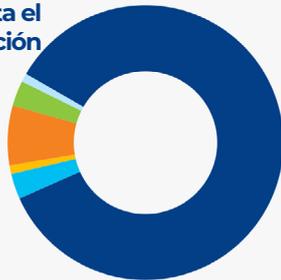


Los convertidores de frecuencia variable (VFD) reducen el consumo de energía y los costos de mantenimiento de las bombas, al tiempo que mejoran la sostenibilidad.



El mundo industrial utiliza bombas en todas partes, y se calcula que el 10 % de la energía mundial es consumida por bombas de diversos tipos, por lo que es un gran punto en el cual enfocarse para enfrentar el desafío fundamental de ahorrar energía.

Bombas: la energía representa el 85 % del costo total de operación



Las bombas centrífugas (que utilizan un rotor o impulsor) son muy comunes y relativamente económicas, por lo que se aplican ampliamente en la industria de alimentos y bebidas, sobre todo para caudales de baja viscosidad: recepción de leche, pasteurización, tratamiento aséptico/UHT, jugos, limpieza CIP y filtración. Sin embargo, quizás le sorprenda saber que el 85 % del costo total de propiedad (TCO) de una bomba centrífuga económica corresponde al consumo de energía. Podemos mostrarle cómo revertir esta tendencia a su favor.

El uso de un VFD permite un importante ahorro de energía

Muchas líneas de alimentos y bebidas requieren que las bombas funcionen con caudales diferentes para adaptarse a los parámetros de procesamiento y a determinados ingredientes y recetas. Si dispone de un sistema de estrangulamiento, basta con restringir el caudal mediante el cierre de una válvula.

Sin embargo, esto tiene dos consecuencias negativas. La primera es que aumenta la contrapresión en la bomba, lo que también genera calor y puede provocar la degradación del producto o el desgaste de las piezas de la bomba, como los sellos mecánicos. La segunda es que su funcionamiento es ineficiente y puede llegar a dañar la bomba.

La buena noticia es que hay una forma de ahorrar mucha energía, simplemente combinando la bomba con un convertidor de frecuencia variable (VFD) o variador de frecuencia. Al convertir la frecuencia eléctrica de entrada, también se modifica la velocidad de la bomba. Esta solución permite utilizar eficientemente una bomba para que pueda operar con una variedad de líquidos de diferentes viscosidades, con diferentes presiones de carga y diferentes caudales.

Compare estos dos métodos de control de procesos de la tabla. Con un caudal de 70 m³/h a la capacidad máxima de la bomba, y con un consumo de 26 kW de potencia, los dos sistemas son idénticos. Sin embargo, si se quisiera reducir el caudal al 60 % de la capacidad, el sistema de estrangulamiento aún consumiría 21 kW de energía, mientras que el sistema VFD solo consumiría 9 kW. El VFD es una pequeña inversión que ahorra mucho dinero.

Caudal (m ³ /hr)	% Caudal	Sistemas de estrangulamiento	Sistemas VFD
70	100 %	26 kW	26 kW
56	80 %	23 kW	16 kW
42	60 %	21 kW	9 kW
35	50 %	20 kW	6 kW

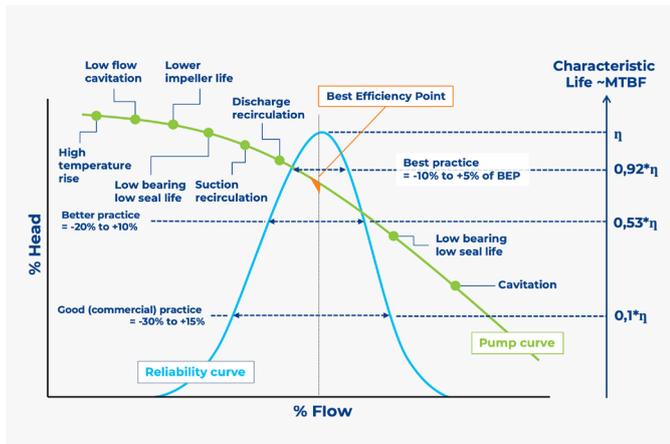
Un VFD mantiene su bomba "enfocada", mejorando el rendimiento, la vida útil del equipo y la sostenibilidad

Elegir la bomba adecuada desde el principio significa seleccionar una bomba que le ofrezca el rango de rendimiento que se adapte a sus aplicaciones, y eso es un buen comienzo. Sin embargo, la mayoría de las bombas tendrán que variar su rendimiento en función de las exigencias de una aplicación determinada, los cambios de producto, la calidad de la materia prima o los ingredientes especiales. Cada bomba tiene un perfil de rendimiento que puede compararse con una curva de confiabilidad, como en la figura a continuación.

En este diagrama, una bomba tiene un punto de mejor rendimiento (BEP o Best Efficiency Point), y la mejor práctica es mantenerla entre -10% y +5% de ese punto.

Curva de confiabilidad de la bomba, BEP = BOP

Sensibilidad de la curva de la bomba para su confiabilidad



La bomba funcionará dentro de esa envolvente de la curva de confiabilidad, pero cuanto más se aleje del BEP, funcionará de forma menos confiable y las fallas serán más frecuentes (véase el MTBF en el eje derecho). Esto ilustra otra diferencia.

Si se reduce el caudal estrangulando la bomba, no solo se perderá energía por no alcanzar el mejor punto de rendimiento, sino que la bomba podría sufrir vibraciones y una mayor contrapresión, con el consiguiente desgaste de los impulsores, los rodamientos y los sellos.

Toda la energía ahorrada se transforma en calor, con la potencial degradación del producto alimentario.

Un sistema VFD simplemente reduce la frecuencia de la bomba, y por ende su velocidad, sin riesgo de posibles efectos de corte e impacto de la temperatura en los productos sensibles. Esto se traduce en una reducción de los costos de mantenimiento debido a una mayor confiabilidad y durabilidad, y en una mayor sostenibilidad, debido a menores pérdidas de producto y menores emisiones. Además, como muestra el diagrama, el uso de un convertidor de frecuencia para regular el caudal mantiene la bomba "enfocada" donde el rendimiento es mayor y donde se ahorra en costos generales de energía.



Las cuentas son fáciles: si su bomba no funciona constantemente al 100 %, usted puede beneficiarse enormemente con un convertidor de frecuencia, porque la cantidad de energía que puede ahorrar controlando el caudal de esa forma es increíble. Si, por el contrario, reduce el caudal de sus bombas, empezará a alejarse inmediatamente del punto de máximo rendimiento. Entonces empezará a experimentar vibraciones y contrapresión adicionales, y la vida útil de los sellos mecánicos puede verse reducida, lo que provocará costosas averías y un aumento del tiempo de inactividad.



Angelo Mennecillo,

Director de Componentes de Planta, Tetra Pak

Estudio de caso

Una importante empresa láctea de Dinamarca utilizaba cinco bombas distintas para filtrar suero, y una breve auditoría descubrió que dos bombas de otro fabricante funcionaban 24 horas al día, 7 días a la semana, pero con un rendimiento de solo el 50 %. La mitad de su potencia movía líquido y la otra mitad provocaba vibraciones perjudiciales en toda la línea de procesamiento.

Cuando estas dos bombas se averiaron por fatiga y vibraciones, se sustituyeron por dos bombas LKH equipadas con convertidores de frecuencia. La reducción del consumo de energía de 186 kW/h a 142 kW/h supuso un ahorro anual del 20 % en costos energéticos, es decir, €37.000. En lugar de cuatro visitas de mantenimiento al año, las nuevas bombas han funcionado durante más de un año sin necesidad de mantenimiento, lo que ha supuesto 192 horas adicionales de funcionamiento y un ahorro de €24.000 en mantenimiento.

La reducción de emisiones fue igualmente notable, con una reducción anual de 212 toneladas métricas de CO₂. El plazo de amortización de la inversión en bombas y convertidores de frecuencia fue de solo 16 meses.

Las cuentas son más fáciles de lo que cree

Como la mayoría de las bombas centrífugas se accionan mediante un motor eléctrico, la velocidad de la bomba suele ser la del motor, y la velocidad y el diámetro del impulsor determinan la carga o presión de la bomba. Sin embargo, el cambio de velocidad modifica los requisitos de carga, caudal y potencia de la bomba de acuerdo con las siguientes leyes de afinidad:

1. El caudal (volumen/hora) varía **proporcionalmente** con el cambio de velocidad. El doble de velocidad es el doble de caudal. Un tercio de la velocidad da un tercio del caudal.
2. La carga de bombeo (presión) varía con el **cuadrado** de la variación de la velocidad. Dos veces la velocidad genera cuatro veces (2²) la carga. Una velocidad del 80 por ciento genera el 64 por ciento (,80²) de la carga generada por la velocidad máxima.
3. La potencia necesaria (kW) varía en función del **cubo** de la variación de la velocidad. El doble de velocidad consume ocho veces (2³) la potencia. La mitad de la velocidad requiere solo una octava parte (,50³) de la potencia para accionar la bomba.