



Lavado y limpieza

Por Michael Rasmussen, Equipo de aplicaciones industriales, Grundfos, Dinamarca

Introducción

Los sistemas de lavado y limpieza para la industria de transformación de alimentos consisten en una aplicación que establece altos requisitos para el sistema de bombeo debido al limitado espacio existente, la dureza del entorno y el modelo de funcionamiento. Las bombas que se emplean en esta aplicación suelen ser compactas y van integradas en armarios, unidades portátiles o montadas sobre patines siempre que el espacio es limitado. Su ubicación suele ser húmeda debido a los lavados, y la temperatura ambiente puede variar entre fría y caliente a lo largo de un ciclo operativo. Las bombas se accionan normalmente durante una hora al día y se dejan en suspensión durante el resto del día. Durante el ciclo de limpieza, las bombas pasan de caudal pleno a caudal cero y con diferentes presiones de descarga. El líquido bombeado puede ser agua fría o caliente que, tras el bombeo, puede combinarse con desinfectante, detergente y otros productos químicos. La instalación está integrada por bombas dosificadoras, eyectores, compresores e inyectoros de aire.

El principal requisito de los equipos de lavado y limpieza es lograr una limpieza eficaz en el menor tiempo posible. Las aplicaciones de lavado y limpieza requieren una configuración avanzada de bomba compacta que pueda ajustarse de forma rápida y precisa a las exigencias cambiantes y que funcione en condiciones difíciles. Es importante diseñar el sistema con una bomba integrada para que, mediante el uso de las funciones y características de la bomba, sea posible reducir el espacio físico y ahorrar componentes externos; por tanto, desde el principio del proceso de diseño, debe ampliarse la perspectiva más allá de la bomba y fijarse en el sistema o la unidad en su conjunto.

Índice general

Introducción	1
Objeto	2
Características de la aplicación.....	2
Solución	3
Funcionamiento al límite de potencia.....	4
Bombas	5
Motores	5
Protección.....	6
Parada sin caudal: función de parada	7
Consideraciones y limitaciones	8
Sistemas industriales de lavado.....	9

Objeto

Este documento tiene por objeto presentar algunas de las características que pueden incorporarse en un sistema de lavado y limpieza compacto, eficaz y personalizado. Se explicarán las ventajas de utilizar bombas con convertidores de frecuencia integrados (motores E) y opciones de monitorización, protección del sistema y control de equipos externos. Los motores E se desarrollan estando nosotros presentes en la empresa de lavado y limpieza como proveedores preferentes de bombas personalizadas, y muchas de las funciones y características van dirigidas a esta aplicación.

Características de la aplicación

PROBLEMA	SOLUCIÓN
Espacio limitado: instalación compacta	Funcionamiento sobresíncrono
Entorno hostil: mojado, húmedo y con altas temperaturas.	Motores y accionamientos robustos para condiciones de exteriores: IP44, IP66, NEMA4 Calentador integrado para motor en parada
Cambio rápido y grande en la demanda de caudal	Rampa específica para la aplicación y ajuste de control
Funcionamiento de arranque/parada: la ausencia de caudal es una condición operativa	Función de parada optimizada para carga dinámica, arranque-parada frecuente y depósito de pequeño tamaño
Subidas de presión	Rápido ajuste de PID y cambio de modo de funcionamiento
Control integrado complejo	Funciones avanzadas de control para funcionamiento de bomba y equipos secundarios.
Protección del sistema	Vigilancia específica de condiciones internas y externas
Requisitos especializados	Soluciones personalizadas

Solución

Los sistemas de lavado y limpieza para la industria de transformación de alimentación funcionan a diferentes niveles de presión, 20 – 40 – 60 – 80 bares, mientras que Grundfos suministra principalmente bombas centrífugas para el rango de presiones de 20 a 40 bares. Para que una bomba centrífuga que funciona a 3000 o 3600 rpm genere 20 – 40 bares, se requieren relativamente muchas etapas y, por tanto, una bomba bastante elevada.

El equipo de lavado y limpieza suele ir incorporado a carros que se transportan por las instalaciones o a armarios montados en la pared que se instalan en el entorno de lavado.

La demanda de bombas compactas con capacidad para suministrar alta presión y que funcionen a velocidad sobresíncrona son una buena solución para este problema.



Las ecuaciones de afinidad se aplican con gran aproximación al cambio de velocidad de las bombas centrífugas:

$$\frac{Q_n}{Q_x} = \frac{n_n}{n_x}$$

$$\frac{H_n}{H_x} = \left(\frac{n_n}{n_x}\right)^2$$

$$\frac{P_n}{P_x} = \left(\frac{n_n}{n_x}\right)^3$$

H = altura en m,
Q = caudal en m³/h,
P = potencia de entrada en kW,
n = velocidad.

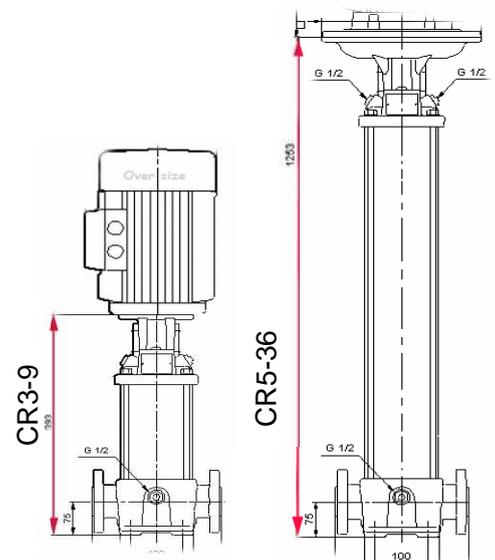
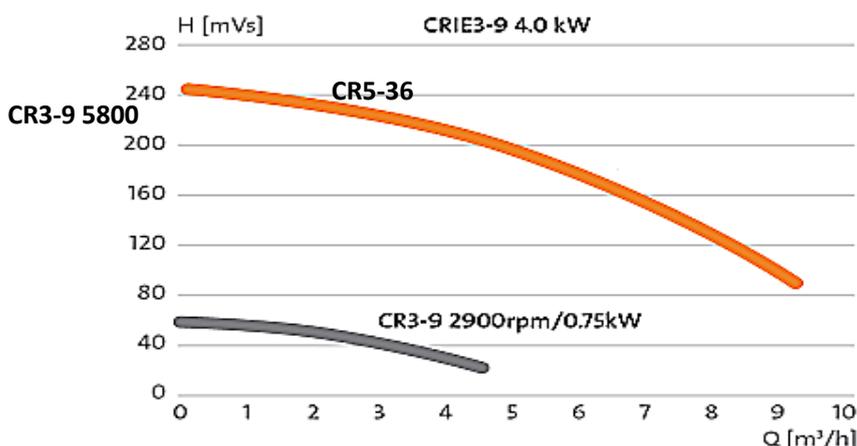
Al variar la velocidad de 3000 rpm a 4500 rpm, la presión aumenta 2,25 veces; al pasar de 3000 rpm a 6000 rpm, se obtiene cuatro veces más presión.



La CRE3-9 es una bomba pequeña que suele adaptarse para grandes velocidades y se monta con un motor E de 4kW que funciona a 5800 rpm: esta configuración ofrece el mismo rendimiento que una CRE5-36.

Las bombas vienen de fábrica un ventilador pequeño para reducir el ruido y cámaras reforzadas e impulsores para gestionar la alta presión.

La longitud final de la bomba se reduce a menos de 1/3.



Longitud final de bomba

V01.1

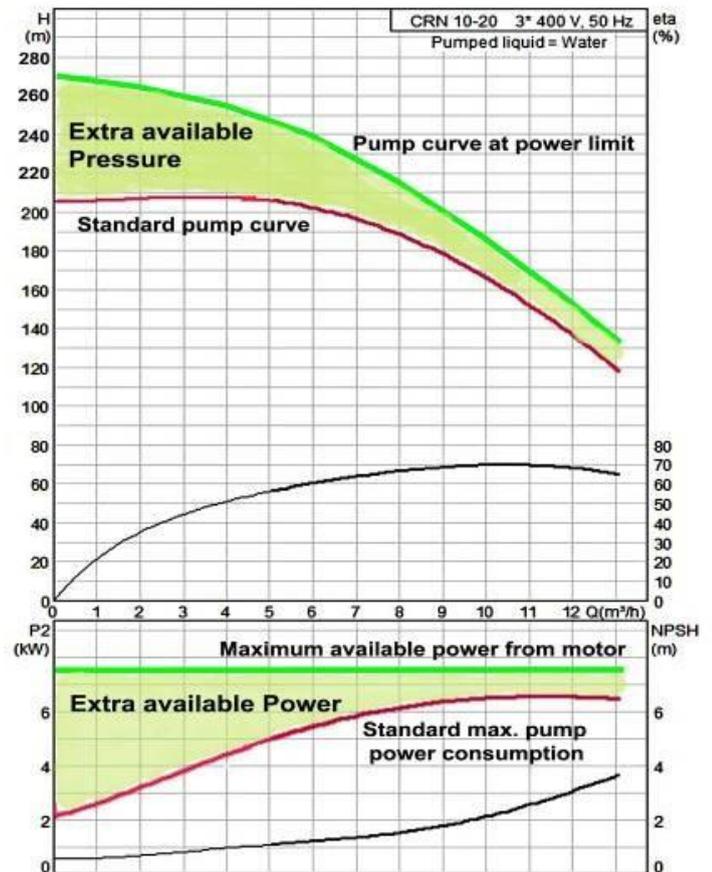
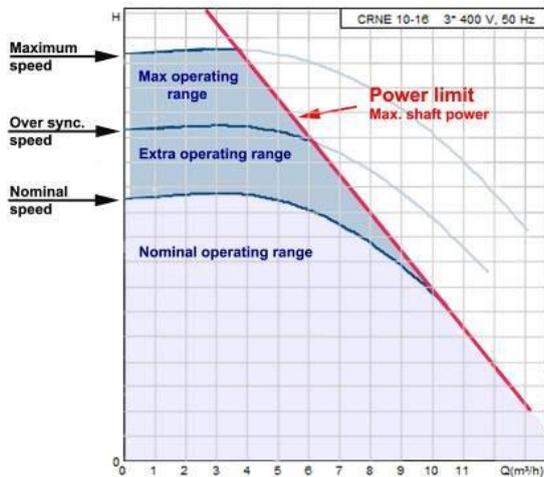
Funcionamiento al límite de potencia

Los motores E van equipados con un función que reduce la velocidad de rotación cuando se supera la potencia nominal, lo que significa que es prácticamente imposible que el motor se sobrecargue.

Al aumentar la velocidad máxima por encima del valor nominal y dejar que la bomba funcione al límite de potencia, es posible obtener más presión de la misma bomba siempre que la potencia nominal del motor no se sobrepase.

De este modo puede aumentarse la presión de la bomba o dejar que el sistema funcione con un motor de menores dimensiones.

- Es posible reforzar la presión con menores caudales al aumentar la frecuencia.
- Ofrece la posibilidad de utilizar el motor al 100 % a lo largo de todo el rango del caudal.
- La abrupta desconexión de la curva de la bomba reduce las posibilidades de cavitación con caudal alto.



Limitación

Cada tamaño de cámara de la bomba tiene un límite de presión diferencial máxima. Este dato debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar el sistema de bombas; si necesita ayuda con el dimensionamiento, recomendamos que se dirija a los equipos de CSU.

	chamber (1)	chamber (2)	chamber (3)
CR 1s	0.9	-	-
CR 1	0.9	2.2	2.2
CR 3	0.9	2.2	2.2
CR 5	0.9	1.4	-
CR 10	2.2	-	-
CR 15	2.2	-	-
CR 20	2.2	-	-
CR 32	2.9	-	-
CR 45	3.5	-	-
CR 64	4.0	-	-
CR 90	4.6	-	-

The durability of the different chamber types depends on the number of starts/stops of the pump.

The estimated permissible number of pump starts/stops is stated below:

- (1) 1,000,000 starts/stops
- (2) 300,000 starts/stops
- (3) 800,000 starts/stops.

Bombas

Grundfos ofrece una gran variedad de bombas y sistemas de bombeo aptos para las empresas de lavado y limpieza.

La gama CR es la bomba preferente de muchos sistemas de suministro y aplicaciones en la industria de transformación de alimentos y ha sido suministrada como bomba específica para clientes en los últimos veinte años.

La gama estándar CR permite funcionar con una presión de sistema de 25 bares.

La gama HS y SF puede manejar una presión de sistema de 50 bares.

1. Alta velocidad
2. Estructura invertida
3. Variantes de productos de fábrica
4. Modificado por CSU

Para soluciones personalizadas, contacte con el equipo de CSU.

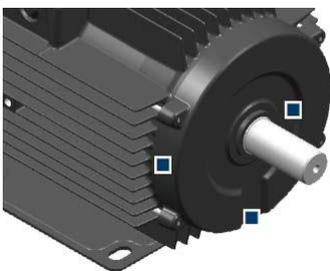


Motores

Los motores que se utilizan en aplicaciones de lavado y limpieza deben poder funcionar en entornos hostiles. La temperatura puede ser bastante baja en actividades de manipulación de alimentos y alta durante su transformación, combinado con un alto nivel de humedad y un entorno húmedo.

Es recomendable quitar el tapón de drenaje situado cerca del eje en bombas montadas verticalmente para evitar problemas de condensación y daños en los cojinetes de bolas que se genera con la "respiración" a través de dichos cojinetes.

En condiciones de frío extremo, también recomendamos el uso de calefacción integrada en reposo.



On this illustration the drain holes are marked with blue squares ■

Extended specifications

Ambient temperature	Full load continuous 40 °C, maximum allowed 60 °C
Enclosure class	IP55 and IP66 NEMA 4 outdoor rating
Maximum speed	6000 rpm
Wide supply voltage	Single phase: 200-240 V Three-phase: 380-480 V

Protección

Es posible instalar diferentes medios de protección de la bomba y el sistema.

Sensor de temperatura en la parte superior de la bomba

Un sensor PT100 colocado en la parte superior de la bomba es un modo barato y eficaz de proteger el sistema contra daños y escaldaduras causados por cargas muertas. Configuración combinada con limitador de exceso. SAVER y HM Large tienen entradas específicas para PT100/1000.

Medición de la presión de descarga

Un limitador de exceso de alta presión en la presión de descarga medida protege contra daños de presión causados por cargas muertas. Un limitador de exceso de baja presión puede proteger contra la cavitación causada por "funcionamiento fuera de curva" o funcionamiento en seco.

Puede utilizarse un control de presión constante para limitar la presión máxima durante el funcionamiento con caudal bajo, con el fin de no superar la presión diferencial máxima en cada cámara.

Medición de presión previa o interruptor de presión previa

Protege contra el funcionamiento en seco y la cavitación causada por una baja presión de alimentación.

Protección contra funcionamiento en seco

Un Lictec situado en la parte superior de la bomba la protege contra el funcionamiento en seco y altas temperaturas causadas por cargas muertas.

La tarjeta E/S SAVER FM300 tiene una entrada directa para la unidad sensora Lictec.

Bajo carga

Detecta si la bomba se encuentra por debajo del consumo mínimo de potencia, lo que indica una pérdida de cebado o de aire en la bomba.

Actualmente esta función no está disponible en todos los motores E.

Motor y accionamiento de la bomba

El sistema está protegido contra sobrecargas, fallos de suministro, alta temperatura ambiente y más problemas gracias al accionamiento.

Depósito del diafragma

Un pequeño depósito situado directamente en la tubería y como extensión de tubería puede reducir los golpes de ariete del agua.

Límite de potencia

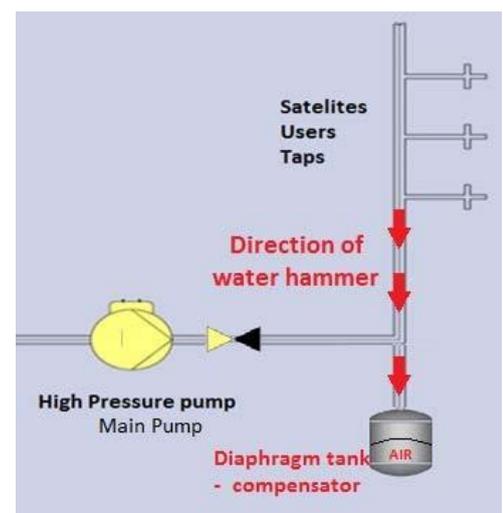
Un limitador de potencia regulado puede cortar la curva de la bomba y hacerla más abrupta con un caudal elevado para evitar la cavitación.

Control de presión constante

Las bombas de alta velocidad con curvas pronunciadas suelen estar protegidas para no someter a la bomba a excesiva presión con caudal reducido mediante funcionamiento a presión constante, a pesar de que la presión constante no sea necesaria desde el punto de vista del control de sistema.

Valor de seguridad de sobrepresión

En caso de que se necesite una válvula de no retorno en el lado de succión de la boba, debe instalarse una válvula de seguridad para evitar que la presión dañe el sistema y las escaldaduras.



Calefacción en parada

Los motores E Grundfos y el convertidor de frecuencia montado en pared CUE llevan incorporada una función de calefactor del motor. Es una opción de serie y puede activarse desde la interfaz de usuario. La función induce una pequeña corriente en los arrollamientos del motor que los mantiene calientes a una temperatura de 5-10 K por encima de la temperatura ambiente cuando el motor está parado. De este modo puede reducirse la condensación, pero no sustituye a los orificios de drenaje.

Parada sin caudal: función de parada

La ausencia de caudal es una condición operativa. En aplicaciones industriales de lavado y limpieza, la carga suele ser una lanza de lavado que normalmente consume 40 litros/minuto aproximadamente. Esto significa que, en función del número de operarios que estén activos, el caudal se producirá en incrementos de 2,4 m³/h, pasos de 0 - 2,4 - 4,8 - 7,2 - 9,6 - m³/h.

Como uno de ellos es cero, es importante que la bomba pueda detenerse muy rápidamente para evitar calentar el agua, dañar el cierre del eje y desperdiciar energía innecesariamente.

Existen varias formas de garantizar una parada rápida, pero las dos opciones más utilizadas son las descritas a continuación:

Interruptor de caudal

La presión de agua de suministro debe ser lo bastante grande para activar el interruptor de caudal cuando se activa la lanza. Esta acción da la señal de inicio a la bomba: "externa activada/desactivada". Cuando se desactiva la lanza, el interruptor de caudal se libera y la bomba se detiene de forma gradual. Esto se utiliza mucho en configuraciones de curva constante, pero también funciona con configuraciones de presión constante. El interruptor de caudal también puede activar la "Parada de flujo lento" en una configuración de presión constante. Este método de parada suele utilizarse en sistemas con depósito de separación y bomba de alimentación.

Función de parada

Nuestra función interna de parada suele tener problemas aquí debido a los reducidos tamaños de los depósitos y a menudo necesita un ajuste adicional por parte de un ingeniero de servicio de Grundfos con herramienta PC.

Los tamaños de los depósitos siempre son pequeños en las aplicaciones de lavado y limpieza porque los depósitos de diafragma que pueden admitir más de 16 bares son caros: suelen ser compensadores hidráulicos destinados a depósitos de "almacenamiento".

La función de parada suele fallar si el sistema se purga lentamente, ya que esto conlleva muchos arranques y paradas sin que pase mucho caudal por la bomba y, por tanto, se caliente el agua de la misma.



Es muy importante saber cómo se desea que funcione el sistema de parada y caudal antes de seleccionar la bomba finalmente. La parada de la bomba se ve afectada por la presión máxima, la velocidad y la forma de la curva.

Consideraciones y limitaciones

Para aumentar la velocidad, sobrepasando el límite máximo en cada cámara, se recomienda contactar con los equipos de la Unidad de Atención al Cliente de Grundfos para recibir asesoramiento.

Motor de mayor tamaño.

Accionar bombas a velocidad sobresíncrona hace que aumente la presión y el caudal, pero también el consumo de energía.

Es preciso dimensionar el motor de acuerdo con el rendimiento aumentado de la bomba. Según las ecuaciones de afinidad aplicadas en el ejemplo anterior, al duplicar la velocidad, el consumo de energía se multiplica por ocho. En realidad, podemos conformarnos con un motor de 4 kW porque operamos en la zona de alta presión y bajo caudal de la curva de la bomba donde el consumo de energía es reducido y puede utilizarse un motor de menor tamaño.

Limitaciones de presión.

Es importante no sobrepasar la presión máxima nominal de la bomba.

También hay que tener en cuenta la presión en cada cámara de la bomba, si supera los 0,9 bares por cámara.

Contacte con los equipos de la Unidad de Atención al Cliente de Grundfos para recibir asesoramiento.

Cojinetes de bolas y cierre del eje.

Hacer funcionar los cojinetes y cierres a mayor velocidad no provoca ningún desgaste o daño prematuro, siempre que los límites de empuje y presión se encuentren dentro del rango de valores nominales; lo cierto es que resulta más fácil mantener una película lubricante en las superficies a mayor velocidad.

Lo que desgasta un cojinete de bolas es la alta temperatura y la carga. La carga axial de la bomba no supera la carga nominal, ya que el motor es de mayor tamaño conforme a la mayor demanda de potencia. La temperatura de los cojinetes de bolas es menor en los motores modernos de gran eficiencia debido a las menores pérdidas internas y la refrigeración del ventilador es considerablemente mejor a mayores velocidades.

Normalmente los cojinetes de bolas tienen una velocidad límite de 10000 rpm.

Los motores también tienen una velocidad máxima especificada, normalmente limitada por el equilibrio, la vibración, el ventilador y el nivel de ruido.

Cavitación y NPSH.

Cuando se accionan bombas centrífugas a velocidad sobresíncrona, deben tenerse en cuenta las condiciones de succión. Suele tratarse de una bomba pequeña con un diámetro de entrada limitado en la parte del pie, cámara e impulsor y, como hemos comprobado, el NPSHR aumenta con la velocidad en segundo orden.

En muchas aplicaciones se comienza a usar bombas de alta velocidad debido a la demanda de alta presión, por lo que su funcionamiento con un rango elevado de caudal no suele presentar problemas, pero debe tenerse en cuenta en condiciones de arranque y fallo.

Normalmente se requiere que la presión de entrada sea de 2 bares como mínimo para evitar la cavitación, debido tanto a un mayor NPSHR como a la variación de temperatura del líquido. Se suele aplicar espuma y desinfectante con agua fría y el lavado puede realizarse con agua a 60 °C como máximo.

La situación de arranque puede generar problemas si la aceleración es excesiva o el tiempo de rampa ascendente es demasiado breve en el rango sobresíncrono.

Sistemas industriales de lavado

Otras aplicaciones de lavado y limpieza son las lavadoras de piezas y las de cajas, que se encuentran en prácticamente todas las industrias manufactureras.

Las bombas suelen funcionar en sistema de presión constante o de caudal constante y pueden hacerlo como bombas individuales o en paralelo, en sistemas de múltiples bombas acopladas.

Dado que muchas lavadoras de cajas y piezas se diseñan para funcionar con una cantidad específica de presión y caudal, normalmente es posible dimensionar las bombas para un punto de operación y que, por tanto, resulte factible hacerlas funcionar sin VFD en modo directo de apagado/encendido en línea.

Gran flujo – carga continua:
Sistemas de aumento de presión Grundfos
MPC - Multi E

