

# Los fundamentos del control de bombas paralelas

Esta configuración de bomba permite la capacidad de sumar o restar capacidad de flujo.

Por **Reece Robinson**

Grundfos

29/01/2019

Muchas de las bombas actuales están instaladas para funcionar en condiciones de caudal variable, por lo que es imprescindible comprender el concepto de control de bombas en paralelo. En primer lugar, es fundamental saber cómo funcionarán las bombas paralelas tras la instalación.

La idea detrás de las bombas conectadas en paralelo es la capacidad de sumar o restar capacidad de flujo y/o proporcionar redundancia. La imagen 1 muestra tres bombas conectadas en paralelo. Para el propósito de esta discusión, suponga que cada uno tiene la misma capacidad. Las curvas de capacidad del cabezal de la bomba se muestran en la Imagen 2.

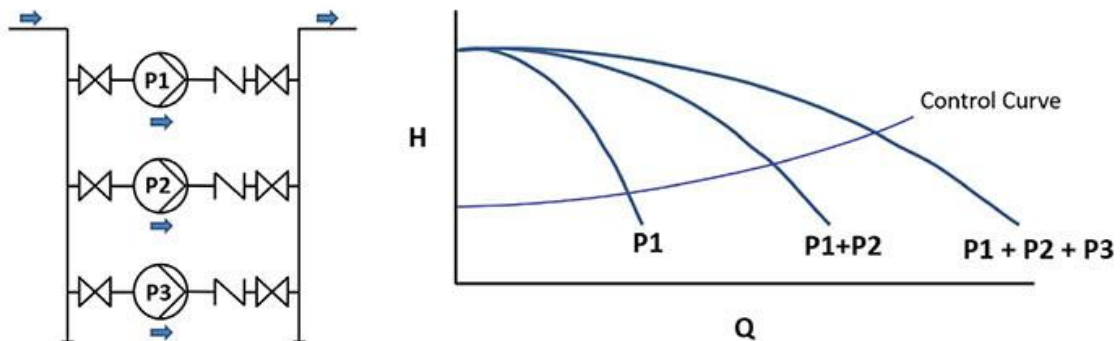


Imagen 1 (izquierda). Tres bombas conectadas en paralelo. Imagen 2 (derecha). Curvas de capacidad del cabezal de la bomba (Imágenes cortesía de Grundfos).

En estas figuras se muestra una configuración de tres bombas, a menudo denominado sistema "triplex", en el que la capacidad de flujo se agrega al encender bombas adicionales. P1 muestra la curva de capacidad de carga para una bomba. P1 + P2 muestra la capacidad de carga combinada de dos bombas. P1 + P2 + P3 muestra la capacidad de carga combinada para tres bombas. La curva de control, que también se asemeja a una curva del sistema con un flujo de diseño del 100 por ciento, describe lo que requiere el sistema de tuberías en términos de flujo y capacidad de carga.

Tenga en cuenta que la altura requerida aumenta a medida que aumenta el flujo. Observe más de cerca la interacción entre las curvas de capacidad de carga de la bomba y la curva de control.

Durante años, los expertos han enseñado en cursos sobre bombas hidráulicas y artículos como este que la capacidad de la bomba no significa necesariamente que el flujo se duplique cuando dos bombas de igual capacidad están en funcionamiento. Este punto se hace a menudo describiendo lo que se muestra en la Imagen 3.

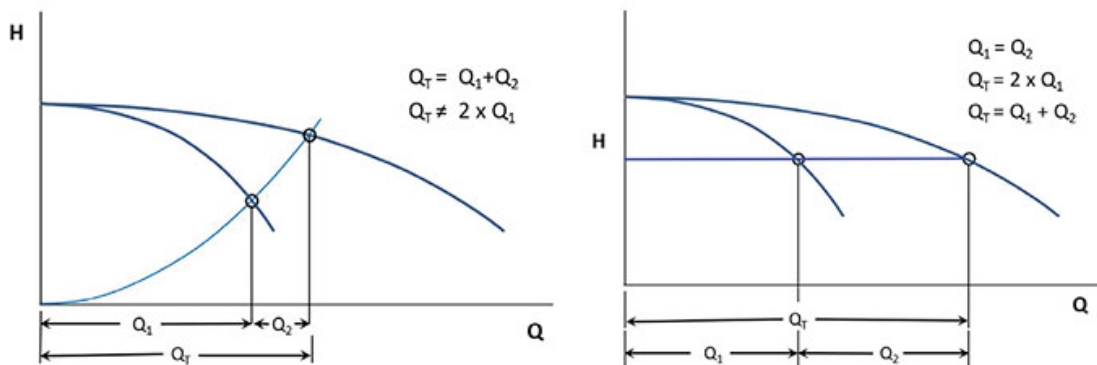


Imagen 3 (izquierda). La curva del sistema comienza en flujo cero/cabezal cero. Imagen 4 (derecha). El cabezal requerido en el sistema es constante.

La imagen 3 muestra una curva del sistema que comienza en flujo cero/altura cero y aumenta en altura al aumentar el flujo. Notará que la capacidad de flujo agregada por la segunda bomba ( $Q_2$ ) no es igual a la capacidad de flujo ( $Q_1$ ) proporcionada por la primera bomba. La curva del sistema que se muestra aquí es una de fricción pura en la que no hay cabeza estática o cabeza de control fija presente en el sistema de tuberías. Por lo tanto, resulta más práctico mostrar una curva de control que represente lo que realmente se requiere en un sistema de bombeo paralelo.

Durante la parte inicial del proceso de selección de bombas paralelas, se presta poca atención a la curva de control. Por ejemplo, si se requiere una condición de diseño de 800 galones por minuto (gpm) a 100 pies [182 metros cúbicos por hora ( $m^3/hr$ ) a 30,5 m], el diseñador del sistema simplemente dividiría los 800 por el número de bombas deseadas. Por lo tanto, si se desea un sistema de dos bombas, cada bomba se seleccionará en base a 400 gpm a 100 pies (91  $m^3/hr$  a 30,5 m).

Para los propósitos del proceso de selección de la bomba, el flujo se duplica cuando se agrega la segunda bomba. Tras la instalación, si el flujo de dos

bombas duplicará exactamente el de una bomba, la cantidad de altura requerida en el sistema tendría que ser constante, como se muestra en la Imagen 4. La curva de control en este caso sería una línea recta horizontal. Los sistemas de bombas reales que se asemejan a este tipo de curva de control son sistemas de aumento de presión constante para edificios de gran altura o sistemas de circulación que mantienen una presión diferencial constante entre las bombas.

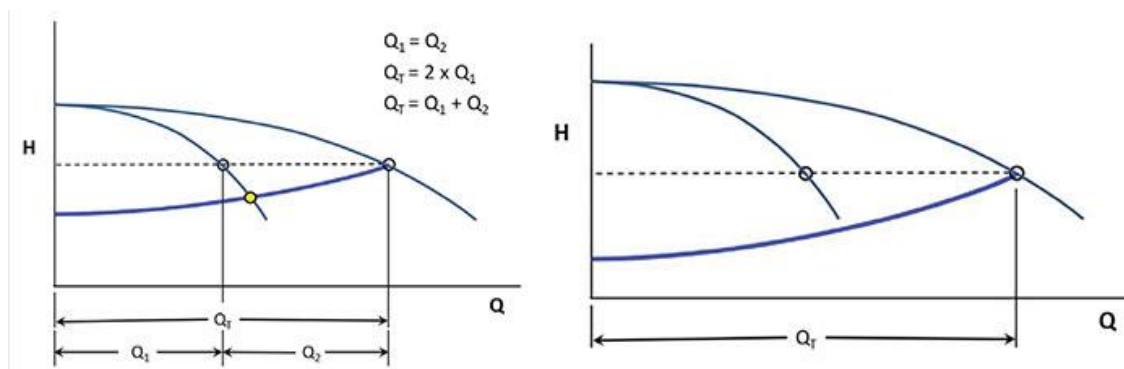


Imagen 5 (izquierda). Curva de control realista. Imagen 6 (derecha). La curva de control no se cruza con la curva de capacidad de carga para la bomba 1.

En la Imagen 5 se muestra una curva de control más realista. Observará que la curva de control se cruza con la curva de capacidad de carga de la primera bomba con un flujo ligeramente superior a la mitad del flujo total de diseño, QT. Esta curva de control es representativa de cómo la mayoría de los sistemas de bombeo de flujo variable están configurados para operar. Una conclusión clave de esta figura es que la curva de control interseca ambas curvas de capacidad de carga de la bomba. Una vez que se han seleccionado las bombas en paralelo, asegurarse de que la curva de control se cruce con todas las bombas conectadas ayudará a evitar problemas de control una vez que las bombas se hayan puesto en funcionamiento.

¿Qué pasa si la curva de control no se cruza con una o todas las curvas de capacidad de carga de la bomba? La imagen 6 muestra este escenario común. Observe que la curva de control no se cruza con la curva de capacidad de carga de la primera bomba. En los días de las bombas de velocidad fija, esto era un verdadero desafío y generalmente resultaba en algún tipo de cambio de equipo, ya sea una modificación de la bomba o un ajuste de la válvula de algún tipo. Pero en el mundo actual del bombeo de velocidad variable, este tipo de situación es un desafío menor y puede resolverse sin una modificación del equipo en la mayoría de los casos. La solución puede venir en forma de software o lógica de control de la bomba.

Cuando se van a utilizar accionamientos de velocidad variable para el control de bombas, el rango operativo total posible se puede mostrar en la Imagen 7. El área sombreada más oscura del rango operativo completo para la bomba 1 y el área sombreada más clara es el rango operativo combinado para ambas bombas 1 y 2.

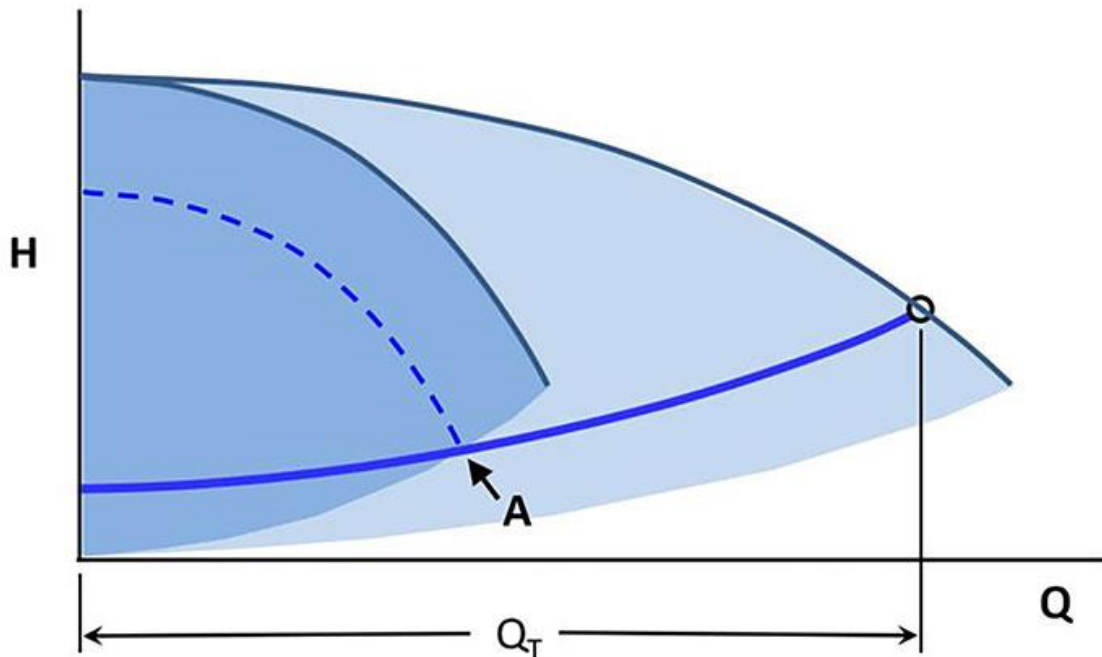


Imagen 7. Rango de funcionamiento cuando se utilizan accionamientos de velocidad variable para el control de bombas.

Hasta ahora, hemos estado observando las curvas de capacidad del cabezal de la bomba a velocidad máxima o velocidad nominal del motor. La línea discontinua en la Imagen 7 representa el rendimiento de la bomba a una velocidad reducida, como el 80 por ciento. Para mantener el cabezal de control del sistema requerido, la segunda bomba debe arrancarse a esta velocidad o antes. Una vez que la curva de control sale del área operativa (sombra oscura) de la primera bomba, la segunda bomba debe estar en funcionamiento. Esto se puede lograr de muchas formas en términos de secuenciación de bombas. El punto A de la curva representa el lugar donde la curva de control del sistema sale del área operativa de la primera bomba. Conocemos algunos datos sobre este punto: velocidad de la bomba, caudal de la bomba y altura de la bomba.

Dos formas prácticas de configurar la secuenciación en este caso serían la velocidad o el flujo. La velocidad es el método menos costoso, ya que esta información se puede tomar directamente del variador de frecuencia (VFD) a la

unidad de control. El flujo puede medirse con un sensor de flujo o calcularse en función de la información de la bomba contenida en los controles del variador.

Otro método de secuenciación que puede ser eficaz en este caso sería la estadificación basada en la eficiencia. Dado que la eficiencia de la bomba al final de la curva suele ser baja, la segunda bomba se pondría en marcha mucho antes de que la bomba alcanzara el 80 por ciento de velocidad.

---

Reece Robinson es un especialista senior en formación técnica de Grundfos. Robinson tiene una licenciatura en ingeniería mecánica de la Universidad Estatal de California en Fresno. Tiene más de 19 años de experiencia brindando soluciones de bombeo de velocidad variable y análisis de energía para aplicaciones comerciales, municipales e industriales. Para más información consulte los sitios web de Grundfos en Latinoamérica o síganos en Facebook y LinkedIn.

**Grundfos Construcción Comercial Latam**

[www.grundfos.ar](http://www.grundfos.ar)

[www.grundfos.br](http://www.grundfos.br)

[www.grundfos.cl](http://www.grundfos.cl)

[www.grundfos.co](http://www.grundfos.co)

[www.grundfos.mx](http://www.grundfos.mx)

