

CURSO BASICO DE APLICACIÓN DE VELOCIDAD VARIABLE EN SISTEMAS DE BOMBEO

5.1 GENERALIDADES

A medida que la electrónica avanza y la generación de energía es cada vez más costosa, se torna rentable y necesario hacer cada vez más eficientes los procesos de producción, éste es el caso de aquellos procesos que involucren bombas y que haciendo uso de los controles de frecuencia (variadores) pueden ser más eficientes y por lo tanto ahorrar energía.

Los sistemas de velocidad variables se pueden aplicar en aquellos sistemas en donde se requiere regular el flujo a diferentes cargas.

Los organismos operadores de agua potable tienen un gran potencial de ahorro de energía mediante la aplicación de velocidad variable a sus sistemas de bombeo directo a la línea, ya que éste es el caso donde la carga es variable.

5.2 REGULACIÓN DEL FLUJO EN BOMBAS CENTRÍFUGAS

En muchas ocasiones es preciso trabajar durante mucho tiempo en condiciones de caudal inferiores al nominal. En esta situación se pueden realizar planteamientos que permitan ahorros energéticos considerables, implantando el sistemas de regulación de caudal más apropiado.

Los métodos de regulación de caudal se obtienen mediante:

- Modificación de la curva presión-caudal del sistema sobre el que trabaja la bomba.
- Modificación de la curva presión-caudal de la bomba.
- Modificación simultánea de ambas características (sistema y bomba).
- Arranque o paro de la bomba.

5.2.1 Modificación de la curva del sistema sobre el que trabaja la bomba

Éste es el método más utilizado, se trata en esencia de regular el flujo mediante la actuación de una o más válvulas, de tal forma que se modifique la curva de comportamiento del sistema de conducción.

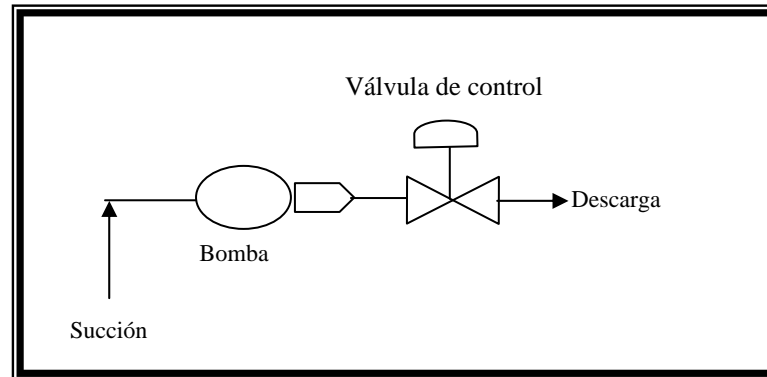


Figura 5.1. Control por modificación de la curva del sistema.

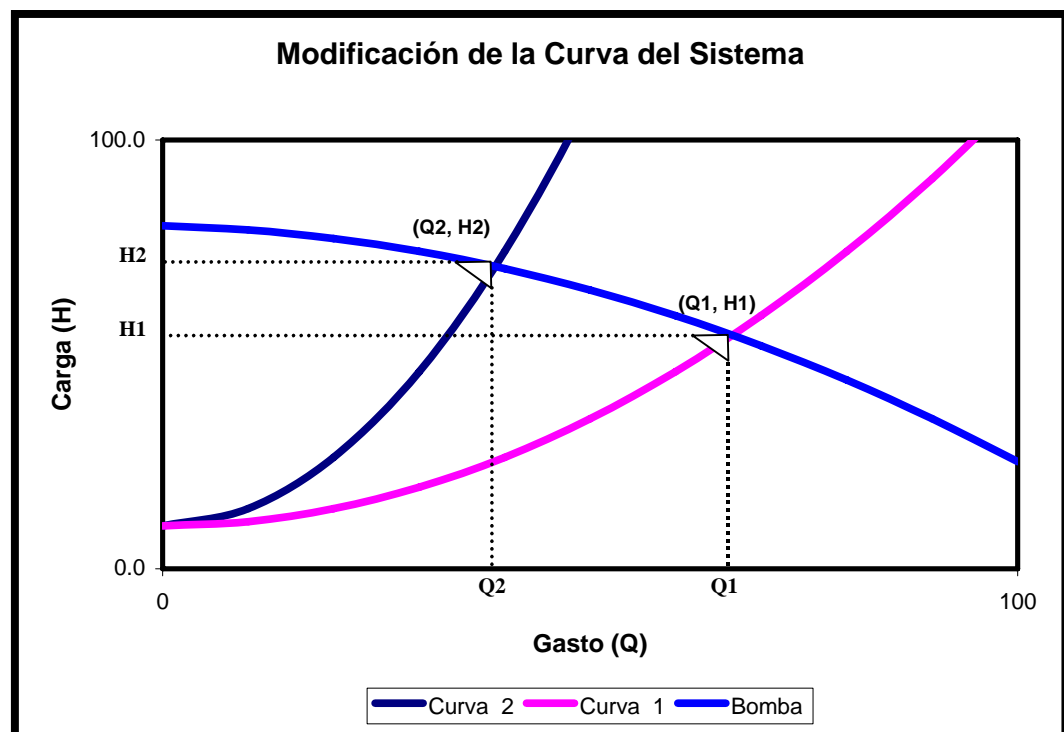


Figura 5.2. Comportamiento de la curva del sistema de conducción

Nótese que al estrangular la válvula de control para reducir el gasto de Q_1 , a Q_2 , la curva del sistema cambia de la curva 1 a la curva 2, (fig. 5.2), y la carga se ve incrementada de H_1 a H_2 . Resultando una potencia hidráulica:

$$Ph_2 = Q_2 \times H_2$$

5.2.2 Modificación de la curva de la bomba

Otra alternativa de control, consiste en variar la curva “Carga-Capacidad”, de la bomba. Esto se logra, variando la velocidad de operación de la bomba, como se muestra en la figura 5.3.

Nótese que ahora, variando la velocidad de la bomba de N_1 a N_2 , podemos pasar de un gasto Q_1 a un gasto Q_2 , sin incrementar la carga, por el contrario, la nueva carga H_2' , es menor a la carga inicial H_1 y mucho menor a la que se obtendría con la válvula de estrangulación H_2 .

En este caso, la potencia hidráulica será:

$$Ph_2' = Q_2 \times H_2'$$

la cual es mucho menor que Ph_2 .

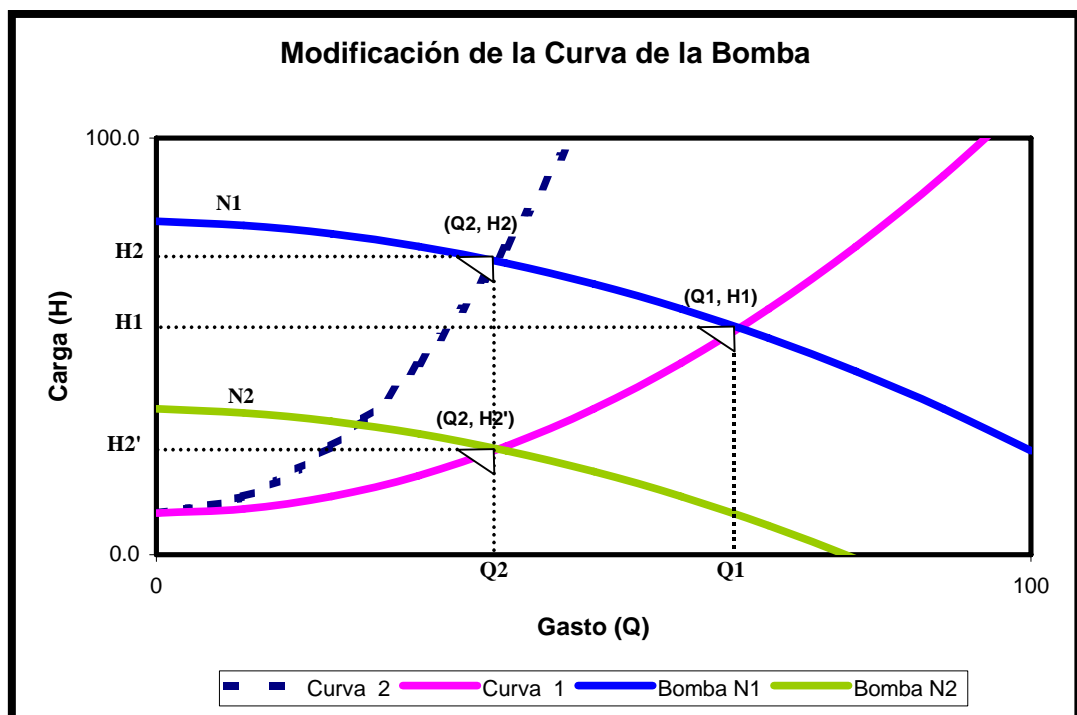


Figura 5.3. Control de gasto por variación de velocidad en la bomba.

5.2.3 Modificación simultánea de las curvas del sistema y la bomba

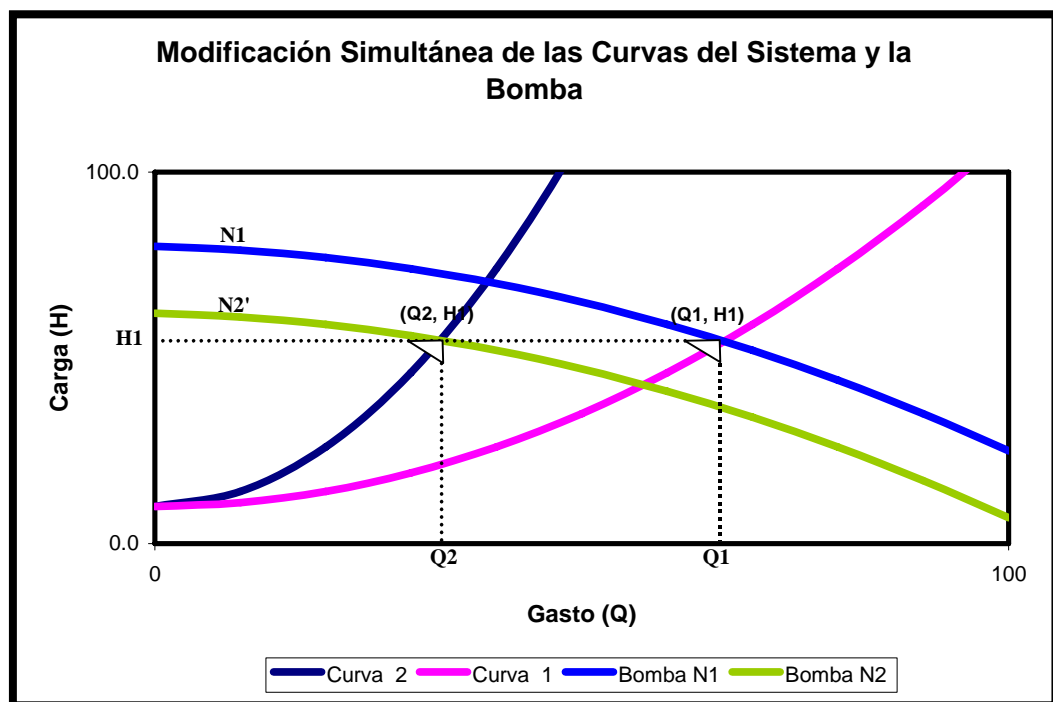
Uno de los casos más frecuentes es aquel en donde por requerimientos del proceso, la curva “Carga-Capacidad” del sistema varía, debido a que en el sistema existen varios usuarios y cada uno de ellos demanda más o menos gasto como función de sus propias necesidades. Esto, visto desde la bomba, representa variaciones en la curva del sistema, por lo que continuamente varía el gasto y la carga.

En sistema de control que garantice el mismo gasto a los usuarios a pesar de que algún otro usuario haya cambiado su régimen de demanda, lo encontramos en la variación de la curva de la bomba, simultáneamente con la variación de la curva del sistema, de manera tal que se mantenga la carga del sistema en cualquier condición de operación. La figura 5.4 ilustra el proceso.

Obsérvese como ante una variación de la curva del sistema, el control ajusta la velocidad de la bomba para mantener la carga H_1 , y suministrar el gasto Q_2 que el sistema realmente está demandando. La potencia hidráulica en este caso es:

$$Ph1' = Q_2 \times H_1$$

Ejemplos de este tipo de aplicaciones los tenemos en: sistemas públicos de agua potable, sistemas de enfriamiento industriales y sistemas de aire acondicionado tipo chiller.



5.4.- Variación simultánea de las curvas del sistema y la bomba.

5.2.4 Arranque y Paro de la Bomba

Este es un sistema muy conveniente cuando se cuenta con un acumulador, tal como hidroneumático o tanque elevado. Así la bomba operará con válvula de descarga siempre abierta y cuando se halla llegado a la presión nominal en el hidroneumático o al nivel alto en el tanque elevado, la bomba parará, para volver a arrancar cuando la presión o el nivel, según el caso, halla llegado al nivel bajo.

El sistema es energéticamente eficiente. Tiene la limitante de que necesita del acumulador, y no siempre es posible contar con él.

5.3 LEYES DE AFINIDAD

Las bombas centrífugas se comportan de acuerdo a las leyes de afinidad, las cuales se ilustran en la figura 5.5

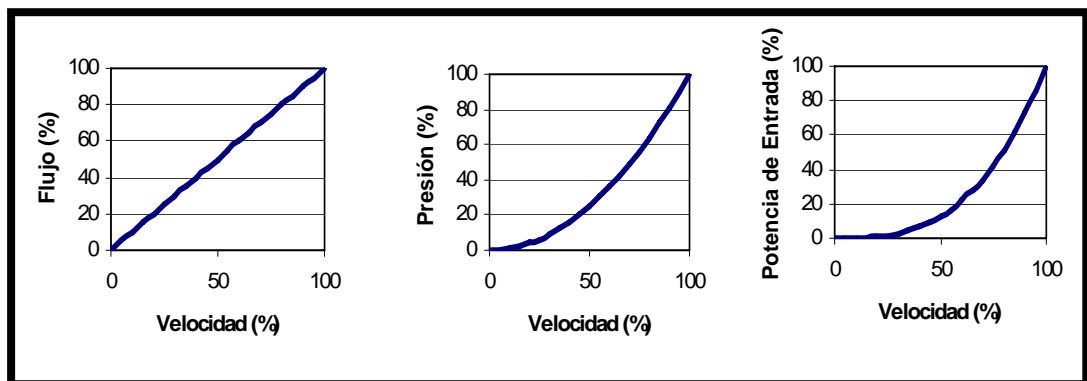


Figura 5.5. Leyes de Afinidad en Bombas Centrífugas

Las leyes de afinidad nos indican que:

- El flujo tiene un comportamiento lineal con la velocidad
- La presión tiene un comportamiento cuadrático con la velocidad
- La potencia de entrada tiene un comportamiento cúbico con la velocidad

Matemáticamente:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{N}{N_0} \right)$$

$$\frac{H}{H_0} = \left(\frac{N}{N_0} \right)^2$$

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{N}{N_0} \right)^3$$

5.4 COMPARACIÓN ENERGÉTICA ENTRE MÉTODOS DE REGULACIÓN DE CAUDAL

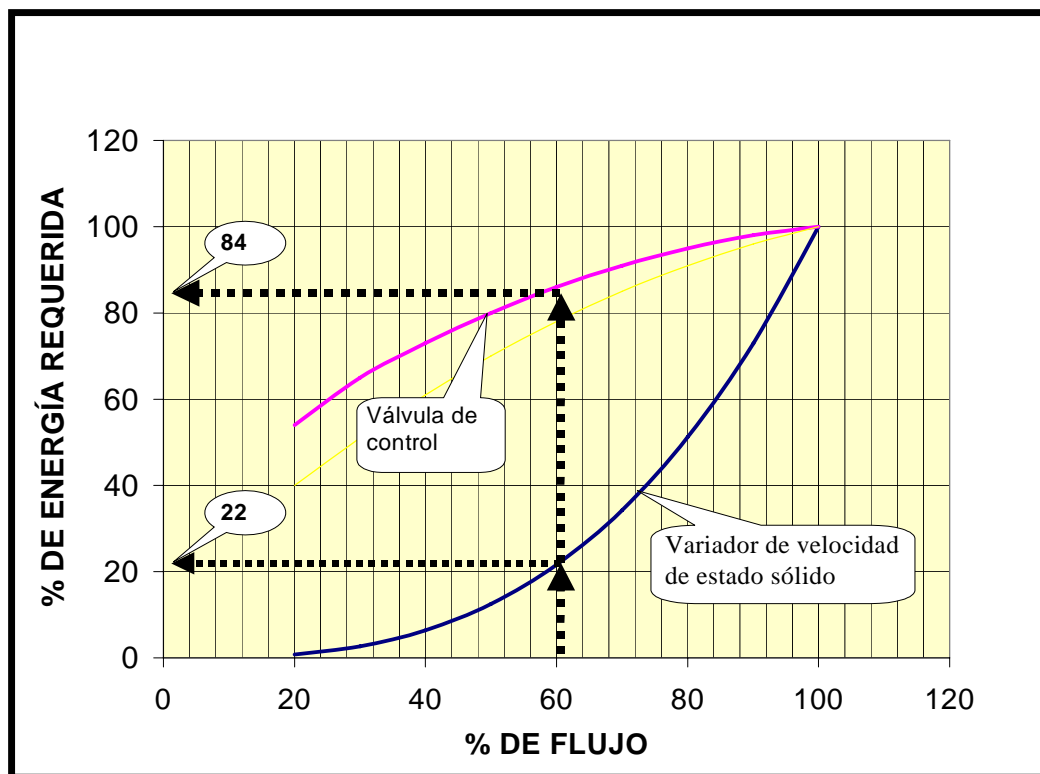


Figura 5.6 Comparación entre métodos de regulación de flujo.

Ejemplo de Aplicación:

Se tiene una bomba manejada por un motor estándar de 250 H.P. y que maneja un flujo del 60% de la capacidad total durante 7200 horas/año. Y al 100% de su capacidad 900 horas/año. La instalación se encuentra contratada en tarifa HM. La carga de la bomba al 100% está

constituida por: $H_g = 16.5$ m.c.a. y $H_f = 32.2$ m.c.a.

Utilizando la gráfica anterior, calcular:

- a) El costo anual con la válvula de estrangulación
- b) El costo anual con variador de frecuencia.
- c) El ahorro anual en \$
- d) El período de recuperación si consideramos que el costo del inversor para esta aplicación es de \$ 237,000 aproximadamente.

Solución: