



Con este equipo se pueden practicar gran parte de las operaciones, tanto de puesta en marcha, como de funcionamiento y regulación necesarias en una instalación de bombeo.

Una de las bombas es mandada mediante un variador de frecuencia, que permite variar la velocidad de giro. Así mismo, esta misma bomba dispone de un sistema de medición de par mecánico.

El caudal es medido mediante un caudalímetro electrónico.

Además, se puede realizar el estudio de las características de una bomba, funcionando de forma individual y en grupo, en serie o en paralelo, realizando una amplia gama de prácticas y experiencias.



FL 03.1 BOMBAS SERIE PARALELO

5.2. CURVAS CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS INDIVIDUALES

5.2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Obtenemos experimentalmente los diferentes puntos de funcionamiento de cada una de las dos bombas. Ajustamos dichas nubes de puntos a una curva utilizando el método de los mínimos cuadrados u otro similar.

$$H(Q) = A - BQ - CQ^2$$

$$P_{\text{net}} = \rho g Q H(Q)$$

$$\eta(Q) = DQ - EQ^2$$

$$P_{\text{potencia}}(Q) = \frac{P_{\text{net}}(Q)}{\eta(Q)}$$

5.2.2. MÉTODO

- Para la realización de esta práctica debemos poner en marcha la bomba de velocidad variable (Bomba 2).
- Obtenemos la potencia mecánica de la bomba utilizando la siguiente expresión: $P_{\text{mecánica}} = F \cdot d \cdot w = M \cdot w$ donde F es la fuerza en N , d es el brazo del par en m y w es la velocidad de giro en radianes por segundo. La fuerza la obtenemos con el dinamómetro dispuesto.
- Partimos de caudal cero, válvula de regulación completamente cerrada, válvula de aspiración completamente abierta y establecemos una velocidad de giro determinada.
- Vamos abriendo la válvula de regulación y anotamos uno a uno los diferentes valores de caudal, presión, fuerza y potencia obtenidos para cada punto de trabajo.
- Completamos la tabla siguiente con los datos obtenidos.

NOTA: Al modificar el caudal de trabajo la velocidad de la bomba registra una pequeña variación. Este hecho se debe al resbalamiento del motor de la bomba.

27



FL 03.1 BOMBAS SERIE PARALELO

5.3. NPSH REQUERIDO EN UNA BOMBA

5.3.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

El fenómeno de la cavitación se produce cuando la presión del líquido que estamos bombeando disminuye hasta la de su presión de vapor para la temperatura de funcionamiento. En ese momento el líquido se vaporiza, formándose cavidades o bolsas de vapor que son arrastradas hacia zonas con una presión superior donde se vuelven a condensar generando sobrepresiones puntuales muy elevadas.

Las consecuencias más directas del fenómeno anteriormente descrito son fuertes vibraciones en la máquina, oxidación, desprendimiento del material y disminución tanto de la altura manométrica como del rendimiento.

Denominamos $NPSH_{\text{requerida}}$ a la energía mínima que tiene que tener el líquido a la entrada del rodete para que no se produzca cavitación. Si queremos obtener su valor, debemos de provocar la cavitación, igualando en ese momento el $NPSH_{\text{requerida}}$ con el $NPSH_{\text{disponible}}$.

$$NPSH_{\text{Disponible}} = \frac{P_2 - P_{\text{vapor}}}{\rho \cdot g} - h_{\text{bomba}} - h_{\text{pérdida}}$$

$$h_{\text{pérdida}} = \left(\frac{P_{\text{entrada}}}{\rho \cdot g} + h_{\text{Bomba}} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \right)$$

Con lo que tenemos:

$$NPSH_{\text{Disponible}} = \frac{P_2 - P_{\text{vapor}}}{\rho \cdot g} - h_{\text{bomba}} - \left(\frac{P_{\text{entrada}}}{\rho \cdot g} + h_{\text{Bomba}} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \right) = \frac{P_2 - P_{\text{vapor}}}{\rho \cdot g} - \frac{P_{\text{entrada}}}{\rho \cdot g} - \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

Todos los términos de la última ecuación se pueden medir:

- Presión atmosférica (P_2)
- Presión de vapor (P_{vapor})
- Presión a la entrada (P_{entrada})
- Velocidad a la entrada (v_2)

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2}$$

28

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

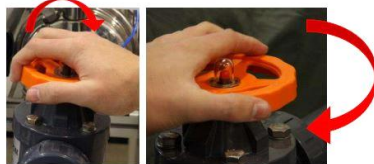


FL 03.1 BOMBAS SERIE PARALELO

- Maniobrar las válvulas del circuito hasta conseguir el funcionamiento deseado. Siempre que maniobremos las válvulas lo haremos con cuidado para evitar sobrepresiones.



- Abrimos las válvulas de aspiración y utilizamos la válvula de membrana para regular el caudal de funcionamiento.



- El caudal de trabajo lo visualizamos en el propio indicador del caudalímetro en las unidades que hayamos programado previamente el aparato.



19



FL 03.1 BOMBAS SERIE PARALELO

- Utilizamos el potenciómetro situado en el panel frontal del variador para regular la velocidad de la bomba 2.



- La velocidad de giro de cada bomba (Bomba 1 o Bomba 2) la visualizamos en el indicador digital.



Al cambiar mediante el selector la velocidad a mostrar en el indicador (Bomba 1 o Bomba 2) es aconsejable esperar unos segundos hasta que la señal de la velocidad de giro de las bombas se estabilice.

20

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

PRACTICAS REALIZABLES

- Puesta en marcha de una bomba, análisis y estudio de los aspectos a tener en cuenta.
- Cebado de la bomba.
- Comprobación del sentido de giro.
- Sobreintensidad producida en el motor.
- Estudio y obtención de las curvas características de una bomba.
 - Altura - caudal (H-Q).
 - Potencia hidráulica - caudal (P-Q).
 - Par - caudal (M-Q).
 - Rendimiento mecánico - caudal (η_m -Q).
 - Potencia mecánica - caudal (Pm - Q).
 - Rendimiento del motor - caudal (η_e -Q).
 - Potencia eléctrica - caudal (Pe-Q).
 - Rendimiento total - caudal (η -Q).
- Estudio de la cavitación, así como la obtención de la curva N.P.S.H. requerido-caudal.
- Estudio de las diferentes formas de regulación de una bomba. Comprobación leyes de semejanza.
- Variación de su velocidad de giro. Obtención de las nuevas curvas características.
- Modificación del punto de funcionamiento mediante la variación de la instalación de bombeo.
- Maniobrado de la válvula de impulsión.
- Análisis de bombas iguales y diferentes funcionando en grupo.
 - Curvas características de funcionamiento en serie.
 - Altura - caudal (H-Q).
 - Potencia - caudal (P-Q).
 - Rendimiento - caudal (η -Q).
 - Curvas características de funcionamiento en paralelo.
 - Altura-caudal (H-Q).
 - Potencia - caudal (P-Q).
 - Rendimiento - caudal (η -Q).

DATOS TECNICOS**Diámetros interiores:**

- Tubería aspiración
 - \varnothing interior = 45,2 mm.
 - \varnothing exterior = 50 mm.
- Tubería impulsión
 - \varnothing interior = 34 mm.
 - \varnothing exterior = 40 mm.

Depósito:

- Capacidad: 250 litros

Manómetros:

- Tipo Bourdon con glicerina de -10 m.c.a. a 70 m.c.a.
- Tipo Bourdon con glicerina de -10 m.c.a. a 35 m.c.a. (x3)

Características de las bombas:

- Altura manométrica máxima 24 m.c.a.
- Caudal: 20 / 120 l/min.
- Altura manométrica: 23 / 12 m.c.a.
- Potencia consumida 0,55 kW (0,75 HP).
- Velocidad de giro 2.900 r.p.m. (50 Hz).

Otros elementos:

- Caudalímetro electrónico 1200-50000 l/h
- Dinamómetro 2 Kg x 10 gr.
- Vatímetros de 0 a 1200 W.
- Variador de frecuencia.

REQUERIMIENTOS

- Alimentación eléctrica: 230V/50Hz.
- * Otras características de corriente eléctrica disponibles.

Nota: La imagen mostrada podría no corresponder con exactitud con el equipo suministrado.