

INSTALACIONES Y MÁQUINAS DE FLUIDOS

GUIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1º curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial

TEMA 1: BOMBAS - ACOPLAMIENTOS

Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos

Autores

Igor Peñalva

Concepción Olondo

Urko Izquierdo

CONTENIDOS

1.	Fundamento teórico.....	1
2.	Equipamiento requerido y descripción de la instalación.....	2
3.	Bibliografía.....	5

1. Fundamento teórico

La curva característica más frecuente de una bomba hidráulica es la *curva motriz*, que relaciona para un régimen de giro concreto, la altura H con el caudal Q que suministra. De este modo, los puntos de funcionamiento de la bomba quedarán definidos por la curva formada entre la altura manométrica y el caudal, $H(Q) = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2$. Debido a pérdidas y a la existencia de un número de álabes finito en el rodete, la curva real se define como una función parabólica en lugar de una lineal (curva teórica), tal y como se puede observar a continuación y se muestra en la Figura 1:

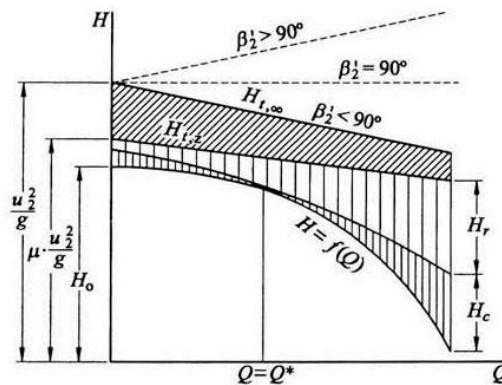


Figura 1: Curvas H - Q teóricas y reales, donde $H_{t,\infty}$ se refiere a la curva correspondiente a infinito número de álabes, $H_{t,z}$ a un número finito, z de álabes, H_r a la curva computada teniendo en cuenta las pérdidas por rozamiento y H_c a las pérdidas por choques.

Mediante un análisis puramente teórico, no puede obtenerse la expresión matemática para cada caso específico. En general, se determina la curva experimentalmente en un banco de ensayos y ésta será la que el fabricante de la bomba suministre al usuario.

A la hora de diseñar instalaciones importantes, existe la posibilidad de acoplar bombas en serie o en paralelo, en función de la demanda del movimiento del fluido. Al acoplar en paralelo n bombas distintas, el caudal Q total demandado será la suma del caudal que impulsa cada una de ellas. Por tanto, este tipo de acoplamientos son utilizados cuando se requiere bombear grandes caudales de un líquido. Supongamos dos bombas distintas B.1 y B.2, cada una con su curva característica;

$$\text{B.1: } H_1 = A_1 + B_1 \cdot Q + C_1 \cdot Q^2$$

$$\text{B.2: } H_2 = A_2 + B_2 \cdot Q + C_2 \cdot Q^2$$

Dichas curvas se pueden expresar como:

$$Q_1 = f_1(H)$$

$$Q_2 = f_2(H)$$

Por lo tanto, la curva $H-Q$ del acoplamiento en paralelo será:

$$Q = f_1(H) + f_2(H)$$

Cuando las bombas se acoplan en serie, el caudal (que se mantiene constante) va sufriendo sucesivas elevaciones o sucesivos aumentos de presión. Por lo tanto, el acoplamiento en serie resulta interesante cuando se necesitan grandes aumentos de presión y cuando existe limitación en el diámetro de las bombas, como puede suceder en pozos profundos. La curva característica de un acoplamiento en serie de dos bombas B.1 y B.2 se define como:

$$H = (A_1 + A_2) + (B_1 + B_2) \cdot Q + (C_1 + C_2) \cdot Q^2$$

2. Equipamiento requerido y descripción de la instalación

El laboratorio de Mecánica de Fluidos está equipado con un banco hidráulico diseñado y construido por la empresa Dikoin Ingeniería S.L que tiene dos bombas. Este banco consta de los siguientes elementos básicos (ver Figura 2):

- 1: Dos unidades motobombas ($N=2900$ r.p.m.) marca PEDROLLO SPA (B.1 y B.2).
- 2: Dos manómetros conectados cada uno a la impulsión de las bombas B.1 y B.2.
- 3: Dos vacuómetro- manómetro conectados cada uno a la aspiración de las bombas.
- 4: Dos vatímetros para medir la potencia consumida por los motores que arrastran los rodetes 1 y 2.

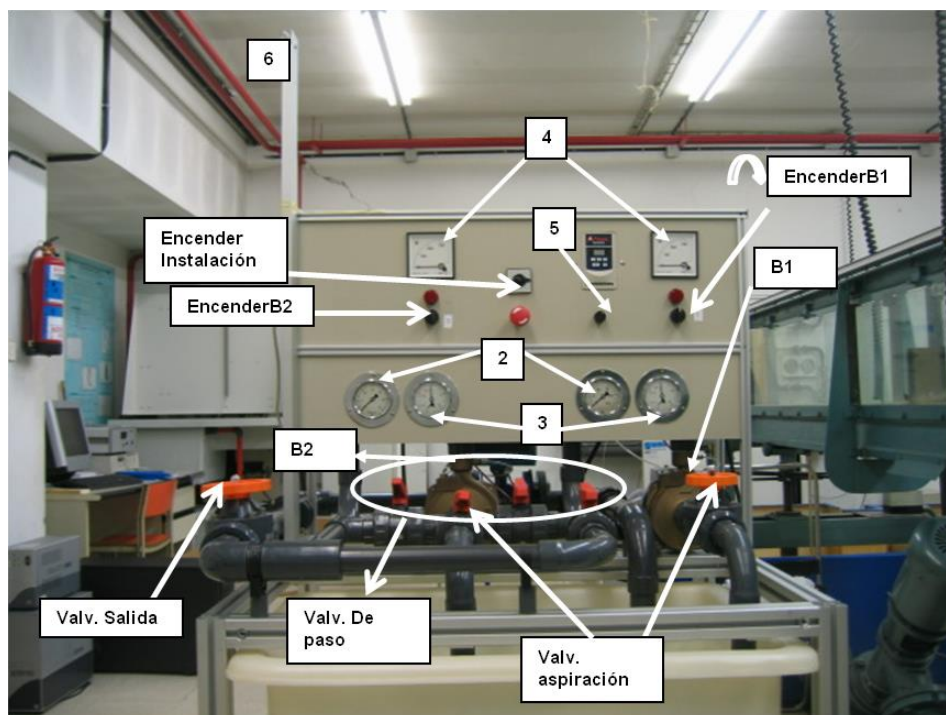


Figura 2: Banco de bombas diseñado y construido por la empresa Dikoin Ingeniería S.L. (la imagen se corresponde con un acoplamiento en paralelo).



Figura 3: Inversor de frecuencia (5).

Además, la bomba B.1 cuenta con un inversor de frecuencia (5) en la alimentación lo cual permite modificar la velocidad de giro de la misma. Dicho inversor está compuesto de una pantalla donde aparece la frecuencia de trabajo, y una rueda de regulación que permite modificar la frecuencia con la que se alimentará al grupo B.1 (Figura 3). Sin embargo, en esta práctica la frecuencia se mantendrá constante y por tanto no será necesario modificar el variador de frecuencia. La bomba B.2 no cuenta con inversor de frecuencia.

En su lateral, el banco cuenta con una placa de orificio (6) para medir caudales (Figura 4). La caída de presión debida al estrechamiento se mide en forma de diferencia de cotas a través de dos columnas debidamente graduadas para dicho fin. El caudal circulante, en m^3/h , se calculará como la raíz de la diferencia de niveles entre las dos ramas del manómetro, en mm, multiplicada por 0,568.

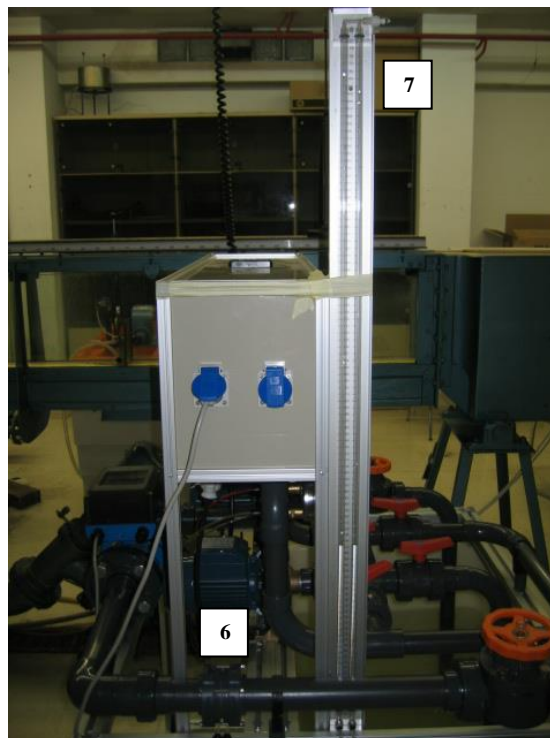


Figura 4: Placa de orificio (6) conectado a las columnas graduadas (7).

Asimismo, en su parte posterior, el banco de bombas cuenta con un caudalímetro digital que proporciona la lectura de los caudales instantáneos, en m^3/h . Sin embargo, esta lectura no se anotará porque el campo magnético que crea el motor de la bomba interfiere en dicha lectura.

Finalmente, el banco cuenta con un conjunto de tuberías y llaves de conexión para realizar las distintas prácticas así como con un depósito de agua en su parte inferior (Figura 5, que se corresponde con un acoplamiento en paralelo).

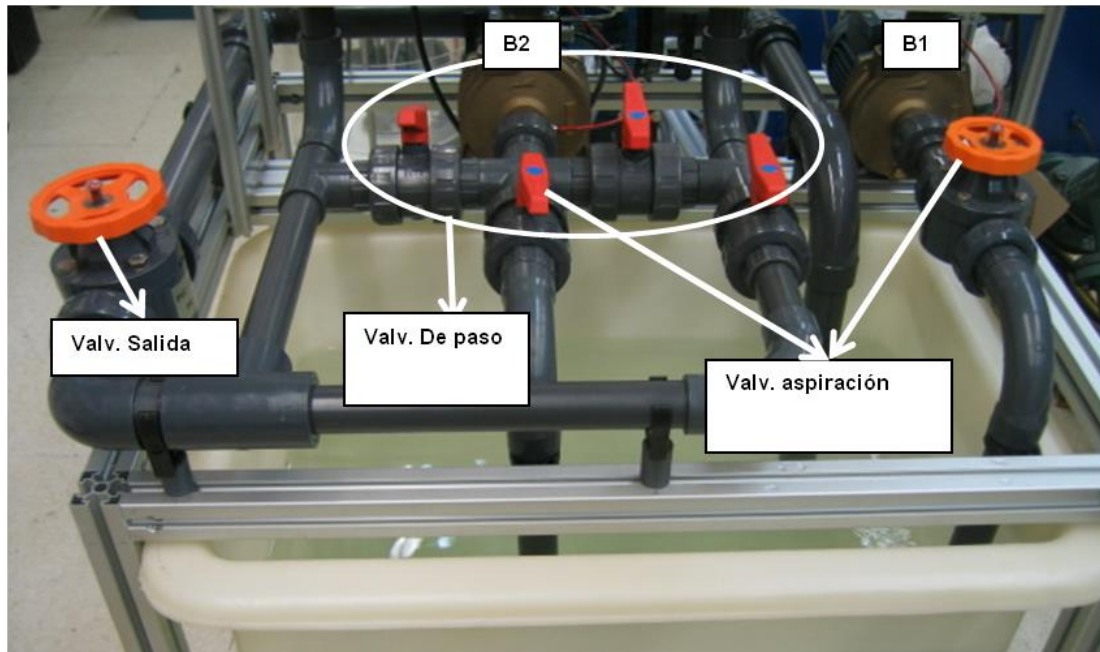


Figura 5: Tuberías, llaves, válvulas de regulación y depósito de agua
(La imagen se corresponde con un acoplamiento en paralelo).

3. Bibliografía

Bibliografía clásica de mecánica de fluidos

- Streeter, Victor L., Wylie, E. Benjamin, et al. *Mecánica de los Fluidos*. McGraw-Hill, 2000. ISBN: 958-600-987-4.
- White, Frank M. *Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-4076-1.
- Crespo, Antonio. *Mecánica de Fluidos*. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2006. ISBN: 84-9732-292-4.
- Mataix, Claudio. *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Ediciones del Castillo S. A., 1986. ISBN: 84-219-0175-3.
- Fox, Robert W. and McDonald, Alan T. *Introducción a la Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2005. ISBN: 970-10-0669-0.
- Douglas, John F. *Problemas resueltos de Mecánica de Fluidos Vol I y Vol II*. Ed. Bellisco, 1991. ISBN: 84-85198-50-6.
- Gerhart, Philip M., Gross, Richard J., et al. *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Ed. Wilmington-Delaware, 1995. ISBN: 0-201-60105-2.
- Pastor, Justo. *Mecánica de Fluidos Tomo I y Tomo II*. Ed. Estudios Grafor, 1972. Depósito legal BI-1016-1972.
- Giles, Randal V., R.V., Evett, Jack B., et al. *Mecánica de fluidos e Hidráulica*, 1998. ISBN: 84-481-1898-7.
- Mott, Robert L. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. 4^o edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996. ISBN: 968-880-542-4.

Bibliografía de bombas y turbinas

- Agüera Soriano, José. *Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas*. 5^a Edición Actualizada. Ed. Ciencia 3, S.L., 2002. ISBN: 84-95391-01-05.
- Mataix, Claudio. *Turbomáquinas Hidráulicas. Turbinas Hidráulicas, Bombas y Ventiladores*. 2^a Edición revisada y corregida. Ed. Amábar S.L., 2009. ISBN: 978-84-8468-252-3.
- Larreategui, Andoni. *Elementos de Máquinas Hidráulicas*. Edición de 2007. Sección de publicaciones de la E.T.S.I. de Bilbao, 2007.
- Almandoz B., Xabier, Mongelos O., M^a Belén, et al. *Apuntes de Máquinas Hidráulicas*. 2^a Edición. Sección de publicaciones de la EUP, 2007. ISBN: 978-84-690-5856-5.
- Pastor, Justo. *Máquinas Hidráulicas y de Fluidos*. Sección de publicaciones de la E.T.S.I. de Bilbao, 1972.

Bibliografía de bombas

- Karassik, Igor J. and Messina, Joseph P. *Pump Handbook*. 4th Edition. Ed. McGraw-Hill, 2008. ISBN: 978-0-07-146044-6.
- Zubicaray, Manuel V., and Álvarez Fernández, Javier. *Bombas. Teoría, Diseño y Aplicaciones*. 3^a Edición. Ed. Limusa S.A., 2003. ISBN: 968-18-6443-3.
- McNaughton, Kenneth. *Bombas. Selección, Uso y Mantenimiento*. Ed. McGraw-Hill, 1992. ISBN: 0-07-024314-X.
- De las Heras, Salvador. *Fluidos, Bombas e Instalaciones Hidráulicas*. Ed. Publicaciones UPC, 2011. ISBN: 978-84-7653-801-2.