

INSTALACIONES Y MÁQUINAS DE FLUIDOS

GUIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1º curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial

TEMA 4: TURBINAS – TURBINA FRANCIS

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.....	4

1. Fundamento teórico

La turbina Francis es una turbina de reacción. Los elementos esenciales que definen esta turbina son: un distribuidor formado por una corona de álabes que sirven para guiar el agua y regular el caudal, y un rodete acoplado al eje de la turbina que adquiere un movimiento de rotación al circular el agua entre sus álabes. El distribuidor es de mayor diámetro que el rodete, de modo que el movimiento del agua es centrípeto respecto al eje. El movimiento de rotación originado es una parte por acción (choque del agua con las paredes de los álabes) y en mayor parte por la reacción que se provoca en dichos canales debido a su trayectoria curva y de sección variable.

Las características o puntos de funcionamiento de una turbina Francis normalmente se muestran mediante las siguientes curvas (Figura 1):

1. Par mecánico en función de la velocidad de giro $C_m = C_m(x, N)$
2. Potencia mecánica en función de la velocidad de giro $P_m = P_m(C_m, N)$
3. Rendimiento en función de la velocidad de giro $\eta = \eta(N)$

Las curvas varían en función del grado de cierre/apertura del distribuidor.

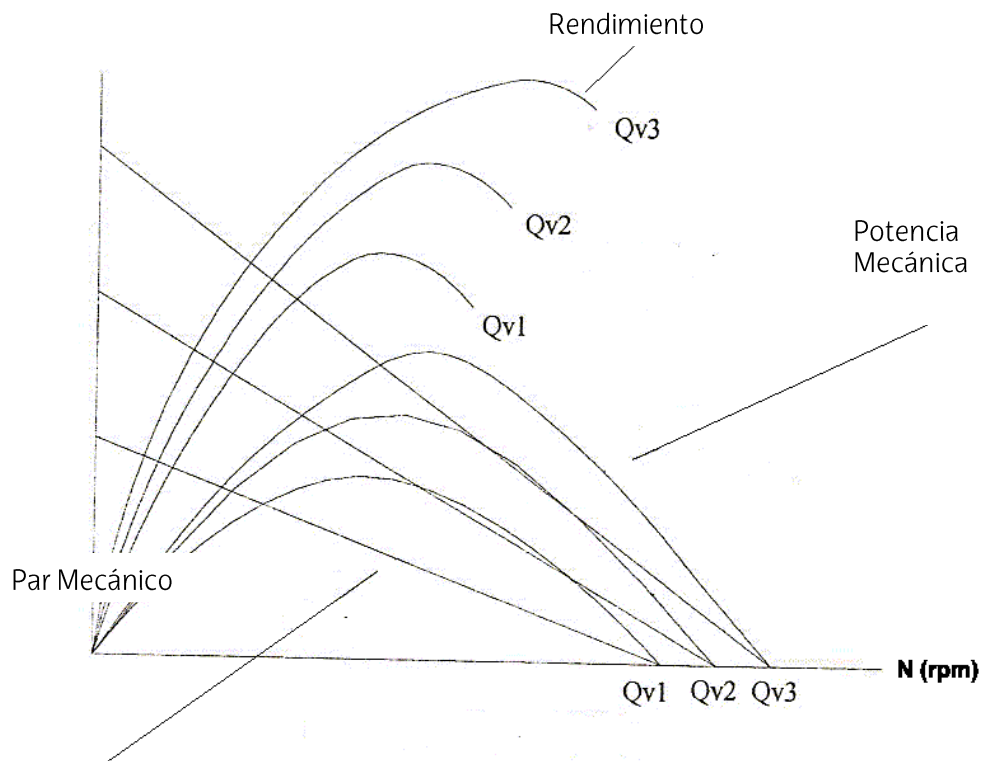


Figura 1: Representación gráfica de las curvas características de la turbina Pelton para salto neto (H_n) constante y 3 grados de cierre (x) del inyector.

Como se observa en la Figura 1, la potencia mecánica y el rendimiento llegan a un máximo valor y posteriormente caen. Las turbinas normalmente trabajan y generan energía a velocidades de giro constantes, por lo tanto deben de ser diseñadas cuidadosamente para poder obtener rendimientos máximos a dichas velocidades de funcionamiento. Los parámetros característicos que definen el funcionamiento de una turbina son los siguientes:

- Caudal (Q)
- Salto neto (H_n)
- Potencia hidráulica (P_h)
- Par mecánico (C_m)
- Potencia mecánica (P_m)
- Rendimiento (η)

2. Equipamiento requerido y descripción de la instalación

El laboratorio de Mecánica de Fluidos está equipado con una turbina Francis montada sobre un banco hidráulico multifunción diseñado y construido por la empresa Armfield Ltd. (Figura 2):

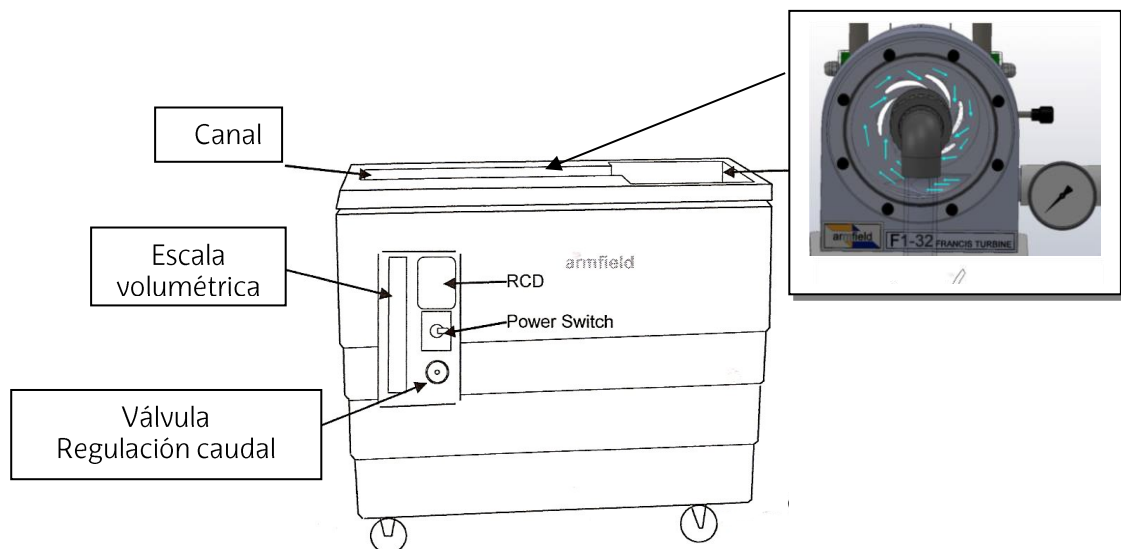


Figura 2: Banco hidráulico diseñado y construido por la empresa Armfield Ltd.

El banco hidráulico contiene agua en su parte inferior que es bombeada hasta la turbina Francis. La presión se regula mediante una válvula del propio banco, disponiendo de una escala volumétrica para la medida del caudal. El agua una vez que sale por el tubo de aspiración regresa al depósito del banco hidráulico en circuito cerrado. En la Figura 3 se muestran las partes fundamentales de las que consta la turbina.

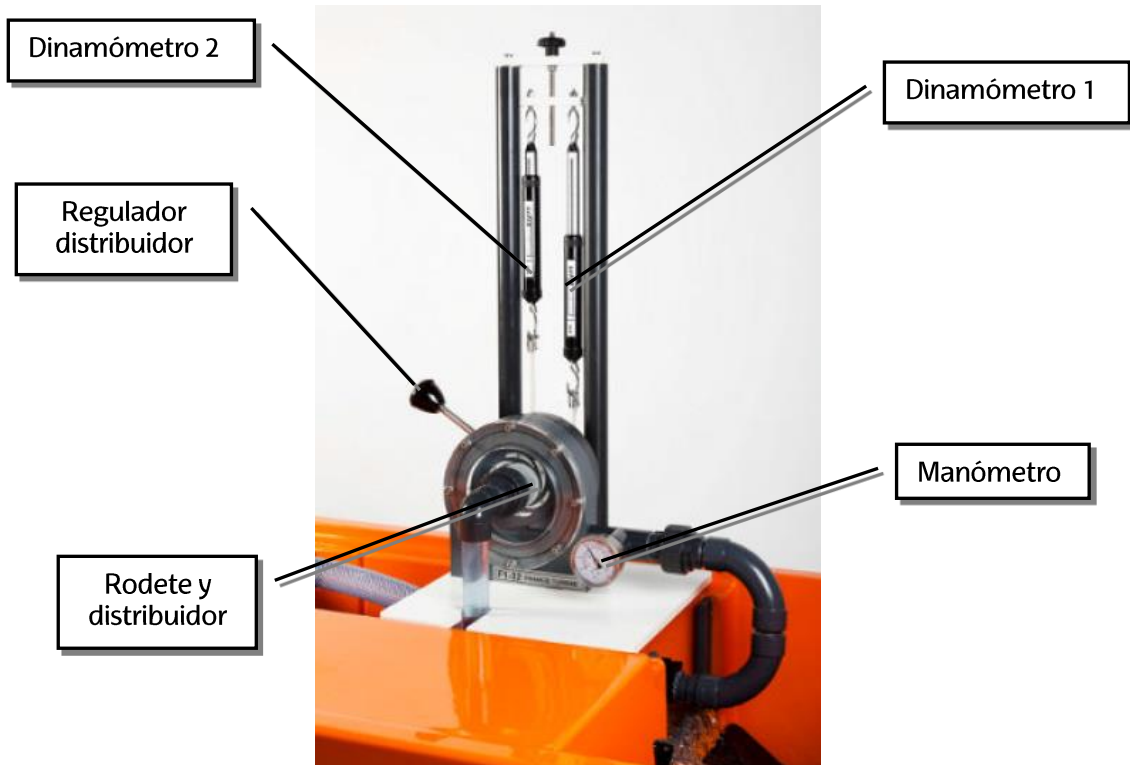


Figura 3. Partes del módulo de la turbina Francis.

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, Ranald 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 centrales hidroeléctricas

- L. Cuesta, Diego and Vallarino, Eugenio. *Aprovechamientos hidroeléctricos*. 2ª Edición. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 2014. ISBN: 978-84-1622-808-9.
- Zopetti, Gaudencio. *Centrales Hidroeléctricas*. 5ª Edición. Ed. Calypso S.A., 1982. ISBN: 968-6085-55-6.
- *Centrales Hidroeléctricas*. Ed. Paraninfo S.A., 1994. ISBN: 84-283-2069-1 e ISBN-84-283-2070-5.

Bibliografía de turbinas

- Cuesta Diego, Luis and Vallarino, Eugenio. *Aprovechamientos hidroeléctricos*. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 2015. ISBN: 978-84-1622-808-9.
- Zopetti, Gaudencio. *Centrales hidroeléctricas*. Ed. G. Gili S.A. (1982). ISBN: 968-6085-55-6.