



El equipo TH 04.4 simula una instalación a pequeña escala con una turbina Kaplan/Hélice, y está diseñado para el estudio y visualización tanto del comportamiento como de sus características.

Los álabes del rodete de la turbina permiten variación del ángulo de paso de forma mediante el reemplazo de rodetes con distinto ángulo.

Destaca por su carcasa transparente, una innovación que permite observar directamente cómo el flujo de agua impulsa el rotor. Esta visibilidad se extiende al movimiento de las aletas guía del distribuidor, esenciales para la regulación precisa del flujo de agua entrante, proporcionando una experiencia educativa única y completa.

Incorpora una válvula de ajuste para el control del caudal de entrada, ofreciendo la flexibilidad de operar con diferentes volúmenes de agua según los requisitos experimentales.

Su sistema de frenado, accionado eléctricamente, admite la modificación de la velocidad de giro, permitiendo experimentar con distintas cargas de trabajo.

El equipamiento se distingue por su completa computerización. Esto significa que variables críticas como la presión de entrada, el caudal, el par de frenado y otras relevantes son monitoreadas y mostradas en tiempo real a través de un ordenador integrado al equipo, facilitando una interpretación precisa y eficiente de los datos.

Gracias a su diseño integral, que incluye un depósito de agua, bomba y todos los instrumentos necesarios montados en un carro móvil de laboratorio, la turbina TH 04.4 permite una operación totalmente autónoma, optimizando el aprendizaje práctico en entornos educativos.

4.3. INTERCAMBIO DE RODETE.

- Aflojar ligeramente la tuerca de unión de la tubería de descarga hasta que comience a entrar aire. Esperar hasta que se vacíe la turbina de agua.



- Levantar la tubería de descarga y girarla hacia un lado para poder tener un acceso cómodo al rodete.



9

- Haciendo uso de una llave Allen y del útil de extracción de rodetes suministrado, aflojamos fácilmente el tornillo que fija el rodete. Para ello introducimos el útil por la rejilla de la parte trasera del motor eléctrico y aflojamos por la parte delantera del equipo, el tornillo que sujeta el rodete.



- Extraemos el rodete completo y lo sustituimos por otro con diferente ángulo de álabes.



10

- Colocamos el rodete deseado en el eje y apretamos el tornillo que lo sujeta, utilizando de nuevo una llave Allen y el útil de extracción de rodetes suministrado.



- Giramos la tubería de descarga hasta alinearla con la salida de la turbina, la bajamos hasta que estén a la misma altura y apretamos la tuerca de fijación.



Nota: El útil de extracción de rodetes tiene un sistema de muelles para evitar que este se quede en su sitio si dejamos de sujetarlo, aun así es aconsejable cerciorarse que lo hemos quitado de la parte trasera del motor eléctrico antes de poner en marcha el equipo.

11

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

5. PRÁCTICAS REALIZABLES

5.1 CURVAS CARACTERÍSTICAS MANTENIENDO H Y Q CONSTANTES

5.1.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Obtenemos experimentalmente los diferentes puntos de funcionamiento de la turbina. Ajustamos dichos puntos a una curva utilizando el método de los mínimos cuadrados u otro similar.

- Velocidad de giro (n), leemos la variable utilizando un instrumento adecuado, por ejemplo un estroboscopio o un tacómetro.
- Par (M), obtenemos el par multiplicando la fuerza ejercida por la cinta sobre el dinamómetro, diferencial entre ambas lecturas, por el brazo de palanca que hay desde el eje de la turbina hasta el dinamómetro. $M = F \cdot d$. En nuestro caso $d = 30$ mm.
- Potencia hidráulica entregada a la turbina, para calcularla utilizamos la expresión $\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$ donde Q es el caudal medido y H es la altura de agua entregada a la turbina. Para obtener ésta última, debemos tener en cuenta la diferencia de cotas que hay entre la entrada de la turbina y la lámina de agua del depósito inferior de almacenamiento de agua, ya que cuenta con tubo de aspiración. Para obtener dicha cota, restamos a 965 mm la altura de agua que tenga el depósito inferior.

$$\text{Potencia al freno } (P_e) P_e = \frac{2\pi}{60} \cdot n \cdot M$$

$$\text{Rendimiento } (\eta) \eta = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{P_e}$$

$$U = \frac{u}{\sqrt{g \cdot H}} = \frac{\pi \cdot Z \cdot \sin \alpha \cdot n \cdot 60}{\sqrt{g \cdot H}} \text{ en nuestro caso } Z_{\text{rotor}} = 40.5 \text{ mm.}$$

$$U = 4.79 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{n}{\sqrt{H}}$$

13

5.1.2. MÉTODO

Tras poner en marcha el equipo, teniendo en cuenta los pasos descritos en el apartado anterior, el equipo se maneja casi en totalidad desde el programa suministrado.

El programa de manejo del equipo tiene dos modos de uso:

- Modo visualización: En este modo podemos manipular la velocidad de giro del motor eléctrico e ir visualizando todos los parámetros medidos.
- Modo adquisición: Este modo tiene la misma funcionalidad que el modo visualización, permitiendo además exportar los datos adquiridos.

5.1.2.1. MODO VISUALIZACIÓN.

La pantalla del modo visualización, está dividida en:

- Medidor de caudal.

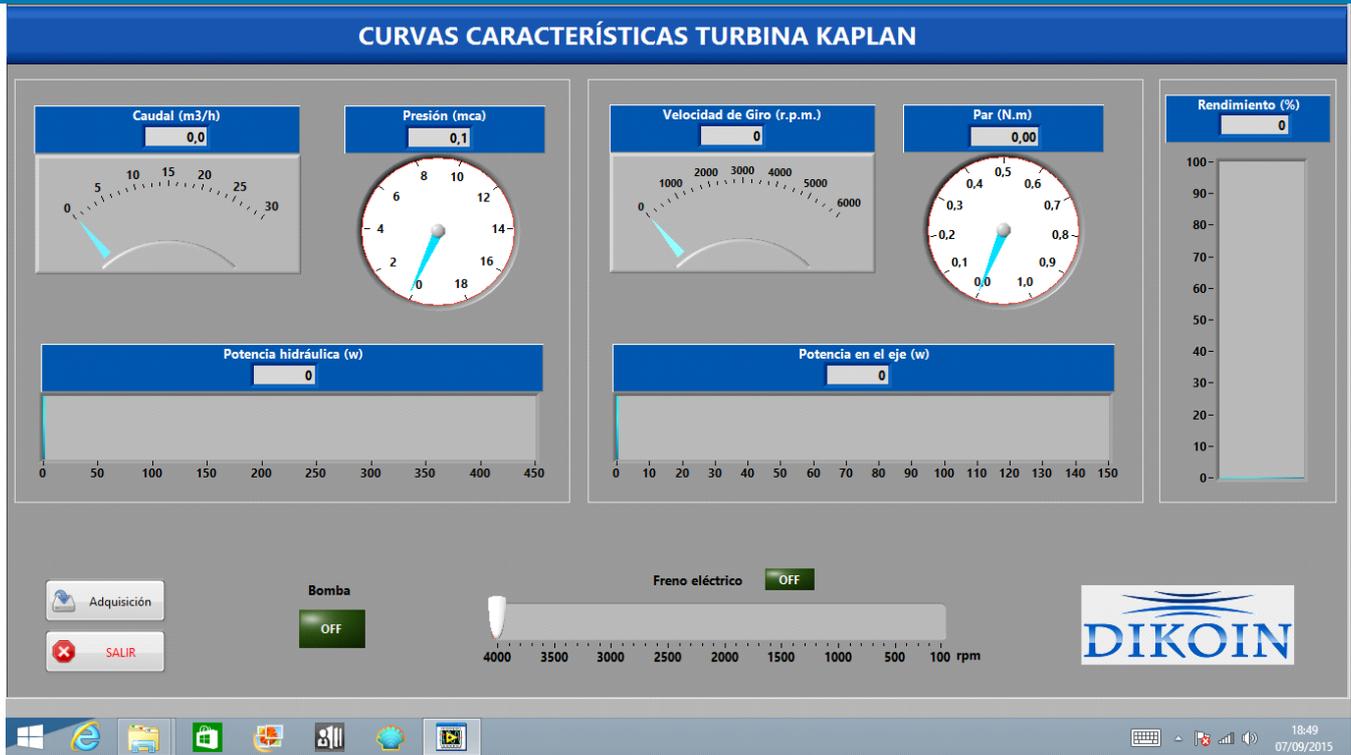


- Medidor de presión a la entrada de la turbina.

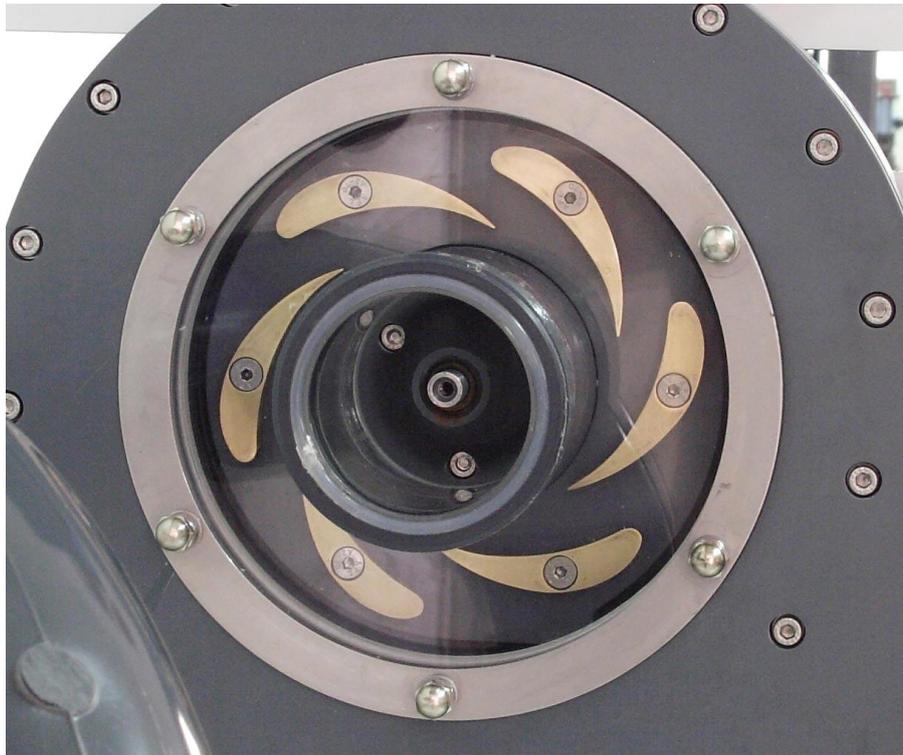


14

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



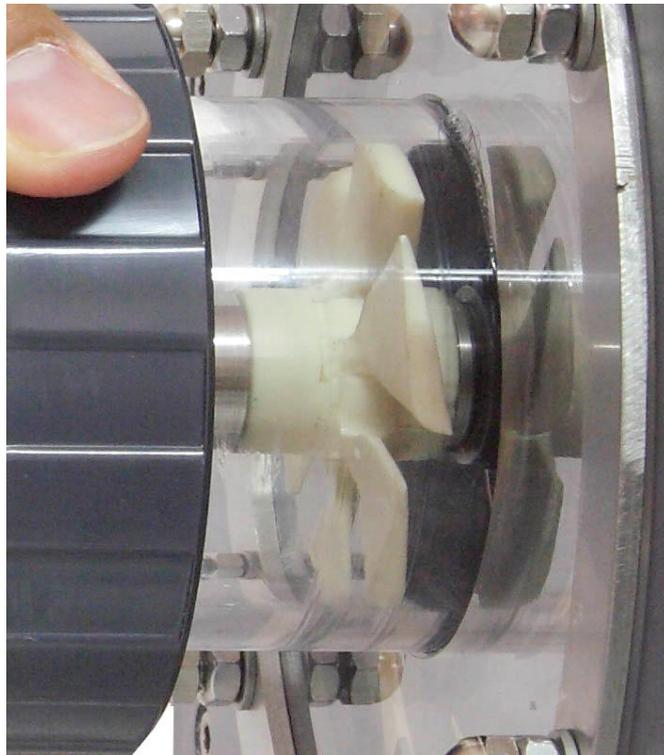
El equipo incluye un PC con el software de manejo del equipo. En el mismo se muestran los parámetros de todos los puntos de control del equipo, y se permite la recogida de datos en modo automático o manual.



Los álabes directrices son fácilmente ajustables mediante un mecanismo, a la vez que la carcasa transparente permite visualizar en todo momento su posición.



Los rodetes son fácilmente intercambiables.



La construcción transparente de las partes importantes de la turbina permiten una inmejorable vista de todo el conjunto en funcionamiento.

PRÁCTICAS REALIZABLES

- Curvas características de la turbina:
 - Par – velocidad de giro (M-n).
 - Potencia al freno – velocidad de giro (Pe- n).
 - Rendimiento – velocidad de giro (η - n).
 - Par – U (M-U).
 - Potencia al freno – U (Pe- U).
 - Rendimiento – U (η - U).
- Curvas de isorrendimiento.

DATOS TÉCNICOSTipo de Frenado:

- Freno eléctrico.

Turbina:

- Tipo: Kaplan/Hélice
- Número de álabes del rodete: 6
- Ángulo de los álabes del rodete: Variable, con ajuste mediante intercambio de rodetes.
- 6 Aletas guía (ajustables de 0 a 100%).

Estructura:

- El equipo es suministrado sobre una estructura de aluminio, con depósito y bomba, en el que se genera el caudal necesario para la turbina.

Componentes electrónicos:

- Transductor de presión.
- Sensor de detección directa de rpm.
- Célula de carga para medida del par.
- Tarjeta de adquisición de datos.

Otros elementos:

- Ordenador con pantalla táctil fijada al módulo de control.
- El sistema es controlado desde el ordenador (no solo se adquieren los datos).

REQUERIMIENTOS

- Alimentación eléctrica: 230V/50Hz. (Otras opciones disponibles)