



El equipo EN 05.1 está diseñado como una pequeña instalación de energía hidráulica con una turbina Pelton totalmente funcional, y todos los elementos necesarios para completar la instalación.

El equipo consta de: Turbina Pelton, tanque de agua con bomba, batería, regulador, inversor, distintas cargas en corriente continua y alterna, módulo de control, medidores de tensión y de corriente en los puntos clave de la instalación, para una correcta interpretación por parte del alumno del funcionamiento de la misma.

El sistema emula a una instalación de generación, como por ejemplo un presa, donde la energía potencial del agua se transforma en energía eléctrica a través de una turbina.

Además, la turbina dispone de medidores de par y velocidad de giro, con lo que también se puede comprobar cuánta energía mecánica se recupera, y cuál es la eficiencia tanto mecánica, como eléctrica.

También dispone de transductor de presión electrónico a la entrada de la turbina, y caudalímetro, para calcular la energía hidráulica.



La forma constructiva del equipo permite visualizar todo el proceso de transformación de energía hidráulica / mecánica / eléctrica.

**DIKOIN**  
EN 05.1-PLANTA HIDROELÉCTRICA CON TURBINA PELTON

- Al pulsar el botón START se alimenta el variador.



- Para poner en marcha, pulsar el botón verde del variador, cerciorándose previamente de haber cerrado la válvula de regulación.
- Girar el potenciómetro del variador de frecuencia, para que la bomba comience a girar a la frecuencia que deseemos.
- Por último, abrimos despacio la válvula de regulación, permitiendo así que el agua entre en la turbina.



- Para parar la bomba, pulsar el botón rojo del variador.

14

**DIKOIN**  
EN 05.1-PLANTA HIDROELÉCTRICA CON TURBINA PELTON

- En caso de emergencia, accionar la seta situada en el módulo panel del variador.



- Una vez solucionada la situación de emergencia, desenclavar la seta en la dirección de la flecha y pulsar el botón START para rearmar el variador.



15

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

## DL TH04.1-ENTRENADOR DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

### 5.2.- Carga de la instalación.

La carga de la instalación es el salto hidráulico entregado a la turbina. En una central hidroeléctrica este salto es la altura que hay desde la superficie libre del agua del embalse hasta la entrada de la turbina. En nuestro caso, la carga es la presión en el manómetro situado a la entrada de la turbina.

Por lo tanto, para conocer la carga de la instalación basta con leer el valor del manómetro.

### 5.3.- Energía en función del caudal y de la carga de la instalación en el conducto hidráulico

La energía específica en función del caudal y de la carga de la instalación (salto hidráulico), se expresa como:

$$E_{\text{específica}} = \frac{v^2}{2} + \frac{\rho \cdot g \cdot H}{\rho}$$

Eliminando la  $\rho$  y como queremos saber la energía específica en función del caudal:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

$$E_{\text{específica}} = \frac{\left(\frac{4Q}{\pi d^2}\right)^2}{2} + (g \cdot H)$$

Operando:

$$E_{\text{específica}} = \frac{16 \cdot Q^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot d^4} + (g \cdot H) = 0.81 \frac{Q^2}{d^4} + (g \cdot H)$$

$g$ = Gravedad ( $m/s^2$ )

$H$ = Presión a la entrada de la turbina ( $m.c.a$ )

$Q$ = Caudal ( $m^3/s$ ).

$d$ = Diámetro interior de la tubería (m)

42

## DL TH04.1-ENTRENADOR DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

### 5.4.- Conversión de la energía

Los diferentes tipos de energía que podemos ver en este equipo son:

- o Energía hidráulica
- o Energía mecánica
- o Energía eléctrica.
- o Energía luminica.

La energía hidráulica (energía específica), es la proporcionada por la bomba que nos simula un salto hidráulico.

El agua sale a través del inyector y choca contra las palas de la turbina, esta comienza a girar transformándose entonces la energía hidráulica en energía mecánica.

El rodete de la turbina hace girar el rotor del generador, compuesto por imanes que generan un campo electromagnético, que a su vez genera corriente eléctrica inducida. De esta forma la energía mecánica se convierte en energía eléctrica.

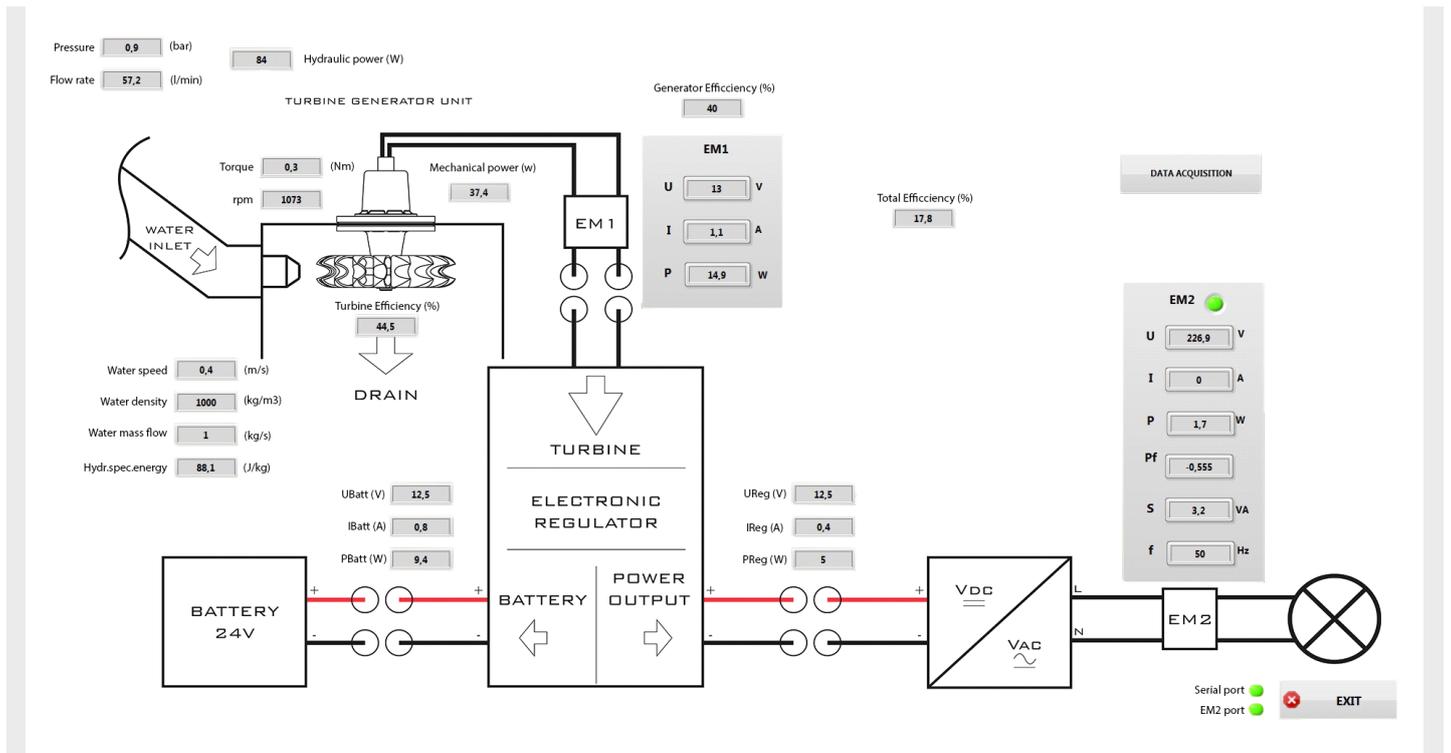
### 5.5.- Estudio de los flujos de energía y de los dispositivos de medida.

A continuación, vamos a estudiar los flujos de energía en este equipo:

- o Energía Hidráulica: La energía hidráulica generada por la bomba (simulando un salto hidráulico), es medida por un transductor de presión electrónico y por un caudalímetro, recogiendo a partir de ambos los datos de velocidad del agua y de presión necesarios para los cálculos.
- o Energía mecánica: La energía hidráulica se transforma en energía mecánica en la turbina. Esta es obtenida a partir de las lecturas de un medidor de par y de un medidor de la velocidad de giro del eje que une el rodete de la turbina con el generador.
- o Energía eléctrica: La energía mecánica se transforma en energía eléctrica en el generador, el cual genera una corriente eléctrica inducida que se mide en el regulador de carga.
- o El regulador de carga redirige esa corriente eléctrica a las baterías y al inversor.
- o El flujo de energía en las baterías se lee mediante el regulador de carga, éste flujo puede ser positivo o negativo, en función de si aportamos o absorbemos carga de las baterías. Una forma de saber si el flujo de energía es positivo o negativo, es mirando el valor de la intensidad en el programa, si el valor es positivo significa que el regulador está aportando carga a las baterías, mientras que si es negativo significa que el regulador está absorbiendo carga de las baterías.

43

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



## Accesorio Opcional: EN.S.051 - SOFTWARE ENTRENADOR DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Software adicional para entrenador de energía hidroeléctrica que permite visualizar y exportar las variables del equipo.

### Capacidades:

- Calcular el rendimiento de conversión de energía hidráulica.
- Visualizar los flujos de energía hacia y desde la turbina, baterías e inversor.
- Dibujar la curva Rendimiento-Caudal característica, para encontrar el punto de máximo rendimiento de la turbina.
- Guardar los datos obtenidos.

### Variables del sistema:

- Parámetros DC (tensión, intensidad)
  - Suministro turbina
  - Carga / descarga de baterías
  - Salida regulador
- Parámetros AC (tensión, intensidad, potencia, frecuencia y factor de potencia)
  - Salida inversor aislada
- Presión
- Caudal
- Par motor
- Potencia mecánica
- Potencia hidráulica
- Potencia eléctrica
- Rendimientos del sistema



**Accesorio Opcional: HY 01.1 - MÓDULO ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN HIDRÓGENO**

HYDROFILL PRO es una estación de repostaje de sobremesa de "hidrógeno bajo demanda" diseñada para un repostaje fácil y automático de cartuchos de hidruro metálico HYDROSTIK PRO.

Agregue agua pura y conéctelo a la red de CA, solar de CC o generador eólico, para disponer de un sistema de hidrógeno verde renovable completamente autosuficiente.

Compatible con pila de combustible dispositivos de energía por encima de 2 W y hasta 30 W, HYDROFILL PRO es especialmente adecuado para escuelas y laboratorios de enseñanza técnica.

Incluye un cartucho HYDROSTIK PRO.

**PRACTICAS REALIZABLES**

- Curvas características de la turbina:
  - Par – velocidad de giro (M-n).
  - Potencia al freno – velocidad de giro (Pe- n).
  - Rendimiento – velocidad de giro ( $\eta$  - n).
  - Par – U (M-U).
  - Potencia al freno – U (Pe- U).
  - Rendimiento – U ( $\eta$ - U).
- Estudio del funcionamiento de una instalación de energía hidráulica.
  - Funcionamiento con diferentes tipos de cargas en continua.
  - Conversión de corriente continua a alterna.
  - Funcionamiento con diferentes tipos de cargas en alterna.
  - Rendimientos de la instalación.
- Determinación de las características de generación eléctrica de la turbina, en función de la velocidad de giro.
  - Curva Intensidad – Voltaje.
  - Intensidad de cortocircuito.
  - Tensión de circuito abierto.
  - Curva Potencia – Voltaje.
  - Curva Potencia – Resistencia de carga.
  - Potencia máxima generada.
  - Factor de forma.
  - Rendimiento.

**DATOS TECNICOS****TURBINA:**

- Tipo: Pelton
- Número de palas: 16
- Diámetro del rodete 124 mm
- Profundidad de la cuchara 14 mm
- Diámetro del chorro 10 mm
- Diámetro del eje 16 mm
- Velocidad nominal 1000 r.p.m.
- Generador de corriente continua.
- Potencia aproximada: 50 W
- Frontal transparente para visualización del rodete en funcionamiento.
- Materiales: Carcasa y eje de acero inoxidable. Rodete de poliamida.

**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.

**BOMBA:**

- Altura manométrica máxima 23 m.c.a.
- Caudal: 10 / 160 l/min.
- Altura manométrica: 21 / 10 m.c.a.
- Potencia consumida: 750 W (1 HP).
- Potencia max.: 950 W.
- Velocidad de giro: 2.900 r.p.m.

**COMPONENTES:**

- Transductor de presión.
- Sensor de detección directa de rpm.
- Célula de carga para medida del par.
- Modulo de control electrónico con displays, para mostrar los datos del sistema.
- Regulador de carga de baterías: 12 o 24V CC, y corriente máxima=10A. Tensión máxima de entrada= 45V.
- Batería: 12V 12Ah.
- Inversor sinusoidal de funcionamiento en aislada de 200 VA, con salida monofásica.
- Amperímetros digitales.
- Panel de lámparas de corriente continua.
- Panel de lámparas de corriente alterna.
- Reostato.

**NOTA:**

- El equipo se suministra con un completo cuaderno de prácticas junto con su versión resuelta.
- El sistema se puede conectar a un ordenador a través de USB, para registrar todos los datos directamente en tablas.

**REQUERIMIENTOS**

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