EN 05.1 - HYDROELECTRIC PLANT WITH PELTON TURBINE

Trainer EN 05.1 has been designed as a small-scale hydropower plant and it is equipped with a Pelton turbine that provides full operation along with all the other accessories that complete a standard installation.

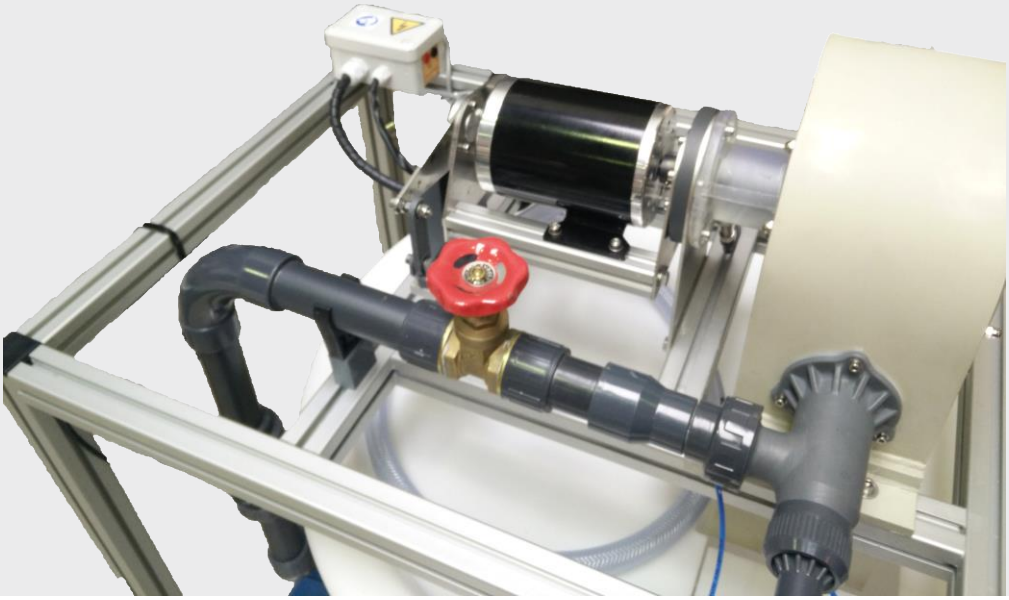
This training unit is composed of: a Pelton turbine, a water tank with a pump, a battery, a regulator, a current converter, a choice of charges both for DC and AC, a control panel, as well as voltage and current meters in key points in the installation circuit. Therefore, the unit enables students to observe and interpret accurately how a hydropower plant operates.

This trainig unit simulates the operation of a power generator, taking into account the hydraulic head of a reservoir, whereby water potential energy is transformed into electricity thanks to the operation of a turbine.

Additionally, the turbine is equipped with devices for measuring the motor torque and the rotational speed which enables calculations on mechanical energy retrieved and the mechanical and electric power efficiency rate.

Finally, there is a digital pressure transducer at the turbine inlet and a flowmeter which enable the calculation of hydropower energy.

EN 05.1 - HYDROELECTRIC PLANT WITH PELTON TURBINE



The construction shape of the equipment allows to visualize the entire process of transformation of hydraulic / mechanical / electrical energy.

DIKOIN

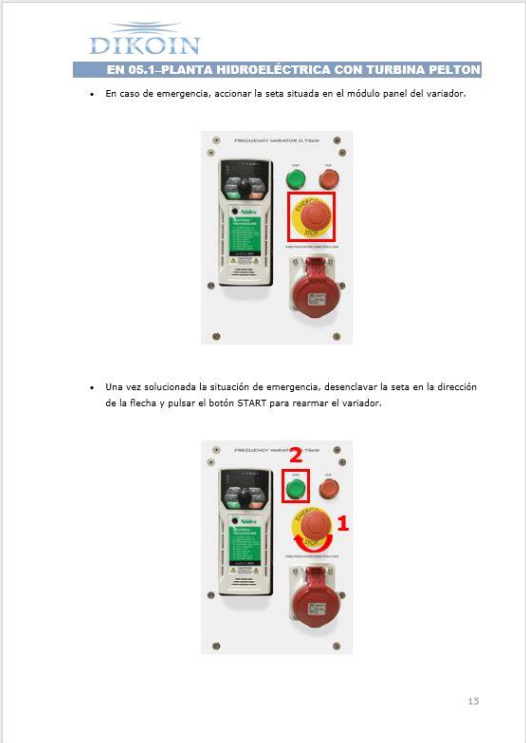
EN 05.1-PLANTA HIDROELÉCTRICA CON TURBINA PELTON

- 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

The manual shows clearly and with a lot of images, the hole process to use the equipment.

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:

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

Eliminando la ρ y como queremos saber la energía específica en función del caudal:

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

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

Operando:

$$E_{específica} = \frac{16 \cdot Q^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot d^4} + (g \cdot H) = 0{,}81\frac{Q^2}{d^4} + (g \cdot H)$$

g= Gravedad (m/s²)
H= Presión a la entrada de la turbina (m.c.a)
Q= Caudal (m³/s).
d= Diámetro interior de la tubería (m)

5.4.- Conversión de la energía

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

- Energía hidráulica
- Energía mecánica
- Energía eléctrica.
- Energía lumínica.

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.

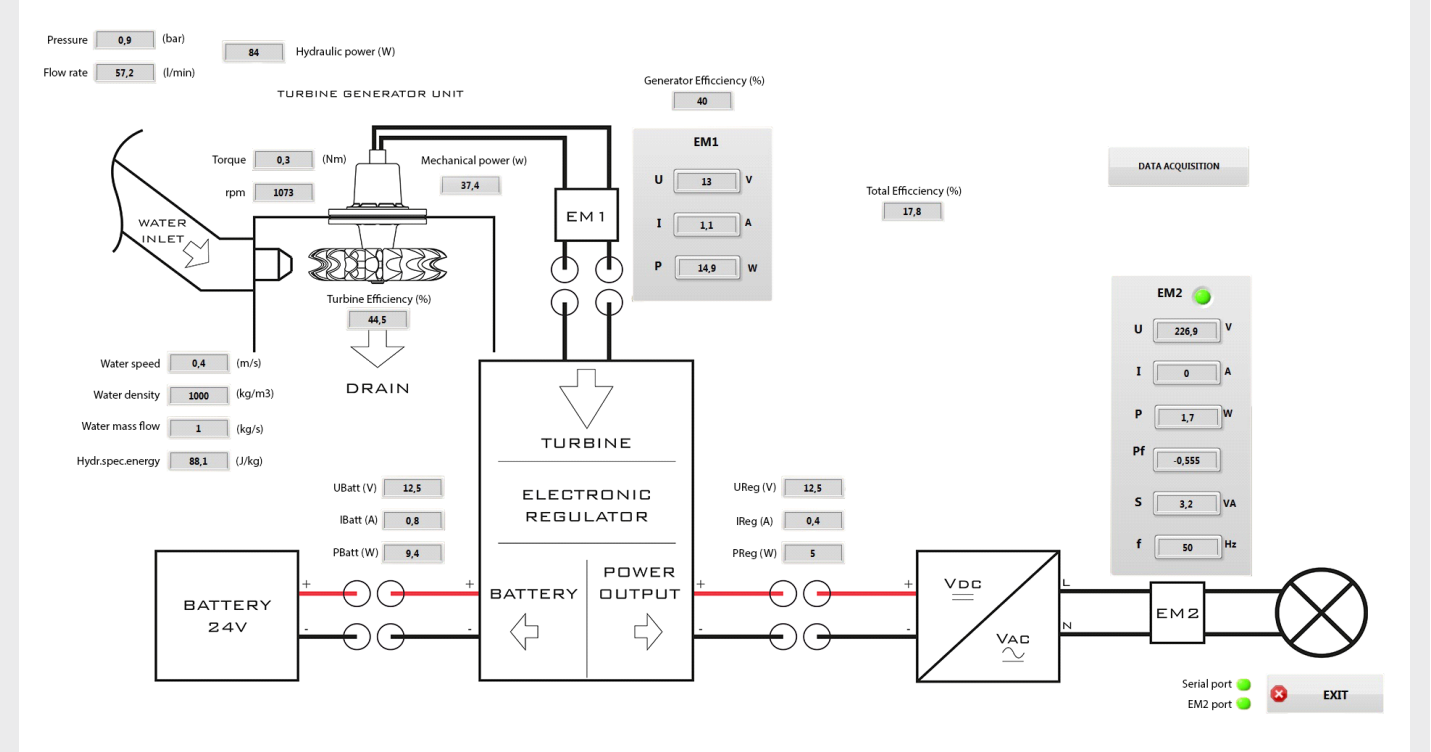
5.5.- Estudio de los flujos de energía y de los dispositivos de medida.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- El regulador de carga redirige esa corriente eléctrica a las baterías y al inversor.
- 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.

The experiments manual shows and explains all the theoretical foundations, as well as the mathematical formulas used for the realization of all the experimentation.

EN 05.1 - HYDROELECTRIC PLANT WITH PELTON TURBINE



Optional Accessory: EN.S.051 - HYDROELECTRIC PLANT SOFTWARE
Additional software for hydroelectric power trainer that allows to visualize and export the variables of the equipment.

Capabilities:
- Calculate the hydraulic energy conversion performance.
- Visualize the energy flows to and from turbine, batteries and inverter.
- Draw the characteristic performance-flow curve , to find the point of maximum turbine performance.
- Save the obtained data.

System variables:
- DC parameters (voltage, intensity)
  - Turbine supply
  - Charging/discharging batteries
  - Regulator output
- AC parameters (voltage, intensity, power, frequency and power factor)
  - Isolated inverter output
- Pressure
- Flow rate
- Torque
- Mechanical power
- Hydraulic power
- Electric power
- System performance

Optional Accessory: HY 01.1 -
HYDROFILL PRO is a "hydrogen on demand" desktop refueling station designed for easy and automatic refilling of HYDROSTIK PRO metal hydride cartridges.
Add pure water and connect to the AC grid, DC solar or wind power solutions for a completely self-sufficient, renewable hydrogen system.
Compatible with fuel cell power devices above 2W, and up to 30 W, HYDROFILL PRO is particularly suited for schools, labs and technical learning facilities.
Includes a HYDROSTIK PRO cartridge.

EN 05.1 - HYDROELECTRIC PLANT WITH PELTON TURBINE

LEARNING OBJECTIVES

- Turbine characteristic curves:
  - Torque - rotation speed (M-n).
  - Brake power - rotation speed (Pe- n).
  - Efficiency - rotation speed (η - n).
  - Torque - U (M-U).
  - Brake power - U (Pe- U).
  - Efficiency - U (η- U).
- Study of the operation of a hydraulic power installation.
  - Operation with different types of loads in DC.
  - Conversion from DC to AC.
  - Operation with different types of loads in AC.
  - Instalation efficiency.
- Determination of the electrical generation characteristics of the turbine, vs rotation speed.
  - Curve Intensity - Voltage.
  - Short circuit current.
  - Open circuit tension.
  - Power curve - Voltage.
  - Power curve - load resistance.
  - Maximum power generated.
  - Form factor.
  - Efficiency.

TECHNICAL DATA

TURBINE:

- Type: Pelton
- Number of blades: 16
- Wheel diameter 124 mm
- Bucket depth 14 mm
- Jet diameter 10 mm
- Shaft diameter 16 mm
- Rated speed 1,000 rpm
- CC generator.
- Approx power: 50 W
- Transparent front plate to visualize the Pelton wheel working.
- Materials: Stainless steel housing and shaft. Polyamide wheel.

STRUCTURE:

- The equipment is provided on an aluminum frame, with tank and pump, in which the required flow for the turbine is generated.

PUMP:

- Maximum manometric height 23 m wc.
- Flow: 10 / 160 l/min
- Manometric height: 21 / 10 m wc.
- Consumed power: 750 W (1 HP)
- Maximum power: 950 W
- Speed: 2900 rpm

COMPONENTS:

- Pressure transducer.
- RPM direct detection sensor.
- Load cell for measuring the torque.
- Electronic control module with displays to show the system data.
- Battery charge controller: 12 or 24V DC, and maximum current = 10A. Maximum input voltage = 45V.
- Battery: 12V 12Ah.
- Off grid sinusoidal inverter of 200 VA, with single-phase output.
- Digital ammeters.
- DC lamps panel.
- AC lamps panel.
- Rheostat.

NOTE:

- The equipment is supplied with a full experiments manual.
- The system can be connected to a computer by USB, to register all the data directly in tables.

REQUERIMENTS

- Power supply: 230V/50Hz.

* Other electrical inputs available.