



The EN 01.6 reproduces a complete photovoltaic solar system. It has been designed with special emphasis on the didactic aspect of it, being able to observe at a glance all the components that a solar photovoltaic installation has and its arrangement. It allows the study of both, isolated photovoltaic solar energy installations and grid connection.

The equipment consists of: 2 photovoltaic panels of 20Wp with forced air cooling system, 2 batteries, regulator, insulated inverter, grid inverter, solar panel emulator, pyranometer, temperature sensors in panels, various DC and AC loads, and module control and data acquisition.

It has cables ready to connect and disconnect the various elements of the installation in different ways, being able to observe and analyze the operation of the panels connected independently, in series, in parallel, with batteries in series or in parallel, with direct output in Direct current or direct current to AC converter, working stand alone or connected to the grid.

It is provided with elements of measurement of the variables necessary to analyze the characteristics of the panels and their behavior. Thus, it has a pyranometer that indicates the intensity of radiation that affects the panels, with voltmeters and ammeters that show us respectively the voltage and the intensity generated.

It also has ammeter and voltmeter in each of the batteries to indicate the state of these and the direction of flow of the current in them, that is to say if they are loading or providing load. It has also a measuring instrument that provides us all the characteristics of the alternating current obtained after the inverter.

Conectamos los dos paneles solares al equipo.¶



Conectamos el piranómetro.¶



Conectamos los sensores de temperatura de ambos paneles solares.¶



Conectamos los ventiladores para la refrigeración de los paneles solares.¶



Quedando el conexionado final tal y como se muestra a continuación.¶



Para poder controlar el encendido y apagado de los focos, los conectamos al equipo por la parte trasera del módulo MP-EF10 Control fotovoltaica con-PC.¶



Conectamos el módulo panel MP-SQU2 Emulador paneles solares 2x12V al módulo panel MP-EF10 Control fotovoltaica con-PC por la parte trasera del equipo.¶



NOTA: tener en cuenta la pestaña que lleva el conector del cable para realizar la correcta desconexión del mismo.¶



¶

Salto de página

The user manual clearly shows and with a large number of images, the entire process to be followed to operate the equipment.

4.1.5--RENDIMIENTOS-DE-LA-INSTALACIÓN¶

4.1.5.1--FUNDAMENTO-TEÓRICO¶

De todos es conocido que siempre que se produce una transformación de energía, en el proceso se producen pérdidas, por lo que al final siempre tenemos menos energía que la de partida. A la relación entre la energía final obtenida entre la de partida o inicial le llamamos rendimiento. En nuestro caso vamos a obtener los siguientes rendimientos:¶

→ **Rendimiento paneles solares** que es la potencia de salida (W) entre la potencia de la intensidad de radiación suministrada (Intensidad de radiación por superficie)¶

$$\eta = \frac{I \cdot A \cdot L}{I_0 \cdot A \cdot L} \left( \frac{I_0 = \text{Intensidad solar} [W/m^2]}{A = \text{Ancho panel} [m]} \right) \left( \frac{L = \text{Longitud panel} [m]}{L} \right) \quad \text{¶}$$

→ **Rendimiento del regulador de carga** que es la relación entre la potencia de salida del regulador y la potencia suministrada por las baterías y los paneles.¶

$$\eta = \frac{P_{\text{salida}}}{P_{\text{entrada}}} \quad \text{¶}$$

→ **Rendimiento del inversor** que es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.¶

$$\eta = \frac{\text{Potencia salida}}{P_{\text{entrada}}} \quad \text{¶}$$

→ **Rendimiento del inversor con conexión a red** que es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.¶

$$\eta = \frac{\text{Potencia salida}}{P_{\text{entrada}}} \quad \text{¶ Salto de página .....¶}$$

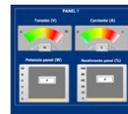
4.1.5.2--MÉTODO¶

→ Con todos los elementos tal y como los tenemos conectados, es decir, el panel solar y la batería al regulador de carga, la salida del regulador de carga al inversor, y la salida del inversor al panel de consumo de corriente alterna, encendemos una de las lámparas y vamos leyendo y anotando los valores de la potencia a lo largo de la instalación.¶

→ Desde el software leemos la lectura del piranómetro, es decir la intensidad de radiación solar, para obtener la potencia luminica teniendo en cuenta las dimensiones de los paneles solares y las dimensiones de los paneles solares 550x299.¶



→ Con la lectura de la tensión y la corriente del panel que tenemos conectado, obtenemos la potencia que está suministrando el panel. La relación entre ambas es el rendimiento del panel.¶



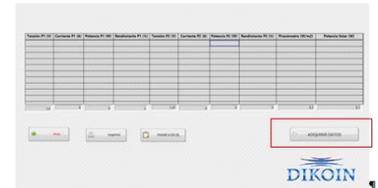
→ La potencia de entrada al regulador de carga, es la suma de la potencia aportada por el panel más la de la batería. La potencia de salida la obtenemos leyendo en el visualizador del regulador la corriente que suministra y la tensión haciendo uso de las pizas amperométricas. La relación entre ambas es el rendimiento de regulador de carga.¶

→ La potencia de salida del inversor la obtenemos haciendo uso de las pizas amperométricas. La relación entre ésta y la potencia suministrada por el regulador, nos da el rendimiento del inversor.¶

Otra manera de obtener los valores de rendimiento de los paneles solares es a través de la aplicación del equipo. Con todos los elementos conectados tal y como se ha detallado anteriormente, pulsamos el botón ubicado en la parte inferior derecha de la pantalla.¶

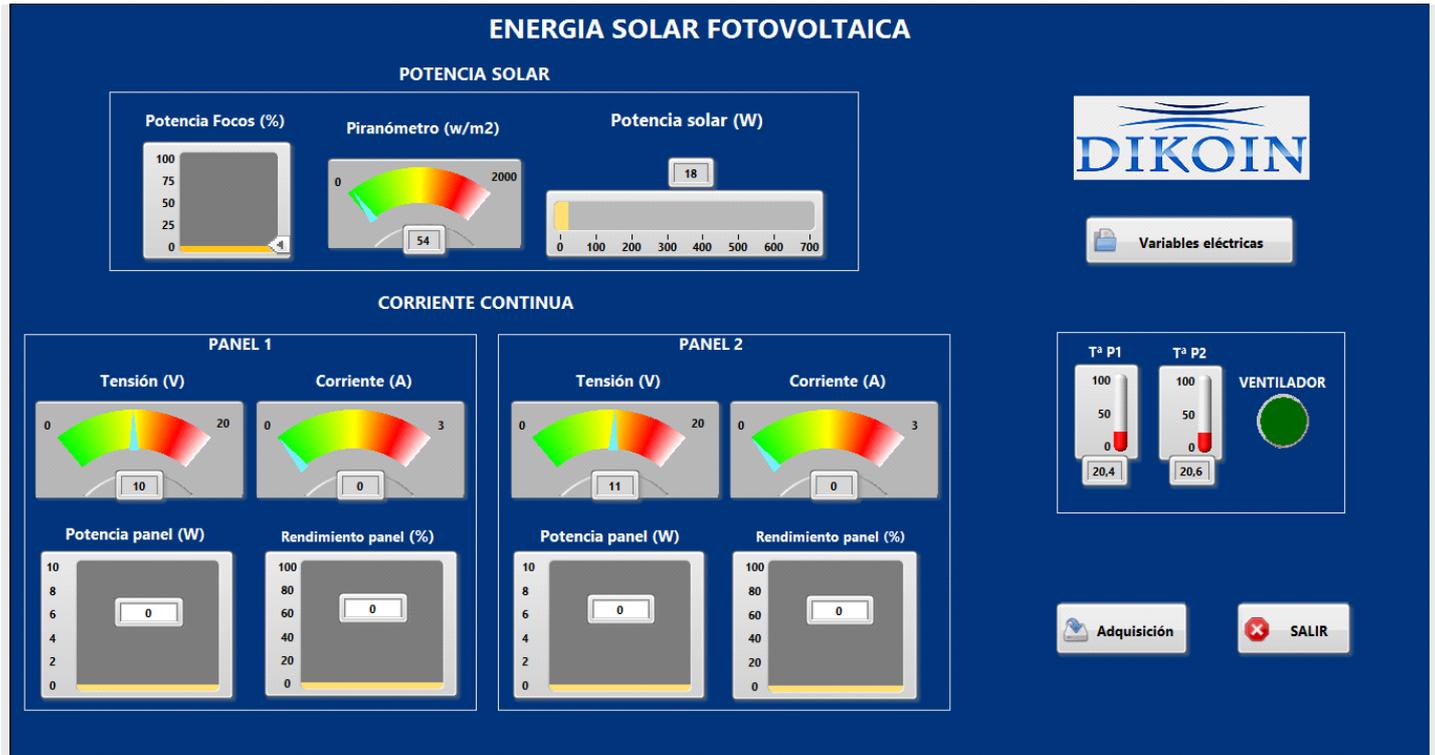


Desde esta nueva pantalla podemos obtener los valores del rendimiento de los paneles solares, entre otros.¶



Los datos obtenidos en pantalla pueden ser exportados en formato excel o bien ser impresos para su revisión. ¶ Salto de sección (Página siguiente) ¶

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



The equipment includes a PC with the equipment management software. In which, the parameters of all control points of the equipment are shown, and the data collection is allowed in automatic or manual mode.

**LEARNING OBJECTIVES**

A wide range of **experiments** and experiences can be realized with this equipment, here are some of them:

- Study of the operation of a solar photovoltaic installation.
  - Isolated panels.
  - Panels connected to batteries.
  - Operating with different types of continuous loads.
  - Conversion of direct current to alternating current.
  - Operating with different types of alternating loads.
  - Operation in stand alone and network connection.
  - Installation performance.
  - Efficiency of the investors.
  - Representation through energy balance.
- Determinación de las características de los paneles solares.
  - Intensity curve - voltage at different temperatures.
  - Intensity of short circuit.
  - Voltage in open circuit.
  - Power curve – Voltage at different temperatures.
  - Power curve – Load resistance.
  - Maximum power generated.
  - Form factor.
  - Efficiency.
- Influence of the angle of inclination and the intensity of radiation in the generated energy.
- Determination of the characteristics of the panels connected in series or in parallel.
- Determination of the characteristics of the panels connected in parallel.
- Study of the behavior of solar panels in various operating conditions.
  - Isolated panels.
  - In parallel with different loads.
  - In series with different loads.
  - Panels connected to batteries in series.
  - In parallel with different loads.
  - In series with different loads.
  - Panels connected to batteries in parallel.
  - In parallel with different loads.
  - In series with different loads.
- Study assisted in PC.

**TECHNICAL DATA**

- Panels: 2 photovoltaic panels of 20Wp.
- Control of temperature in the solar panels, to control the efficiency as a function of temperature.
- Cooling system of photovoltaic panels using fans.
- Regulation of the intensity of the lights, which simulate the sun.
- Battery charge controller: Regulator with 12 or 24V CC operation, and maximum current =10A. Maximum input voltage= 45V.
- Batteries: 2 Batteries of 12V 10Ah.
- Investors:
  - Sinusoidal inverter operating on stand alone 200 VA power, with 230V / 50Hz output.
  - Inverter for network connection 230V / 50Hz.
- Solar panel emulator module for connection to inverter for network connection, with solar intensity regulation.
- Pyranometer for the measurement of solar intensity.
- Rheostat for analysis of voltage-current graph in solar panels and comparison with specifications. It allows in series or parallel connection.
- Data acquisition card.
- The equipment is supplied with a complete workbook with its resolute version.
- Computer integrated in the equipment with teaching software.

**REQUIREMENTS**

- *Power supply: 230V/50Hz.*
- \* Other electrical inputs available.

*Note: The picture shown may not correspond exactly to the supplied equipment.*