

With this equipment, we emulated the behavior of a wind turbine in a practical and didactic way. An electric motor acts as the blades and bush of a wind turbine, dragging a three-phase synchronous generator of permanent magnets, which transforms the mechanical energy transmitted to the shaft into electrical energy at the output.

The current generated is alternating three-phase, having to transform into direct current to be able to feed the regulator of charge of batteries and consumptions, and later to the inverter that in turn turns this into alternating current with the appropriate frequency. So that the generated electric energy can be stored in batteries or consumed directly, or also use the stored charge for consumption when is no wind.

The equipment is designed to understood in a very visual and intuitive way quickly the operation of the assembly, not only knowing the elements of which it consists, but having them also to connect by means of the security cables supplied for that purpose. This is achieved by arranging the equipment in schematic and connectable panels.

In addition it counts on a computer from which we control the operation of the equipment and we obtain the reading of all the necessary variables for the analysis of the system.



The equipment is fully modular. It is connected using insulated test leads so that the user chooses the desired configuration.



## EN 04.4 - ENTRENADOR PLANTA ENERGÍA EÓLICA AISLADA

### 5.2.- TRAZADO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR

#### 5.2.1.- FUNDAMENTO TEÓRICO

Un generador síncrono trifásico de imanes permanentes tiene las siguientes curvas características:

- Tensión trifásica en función de la velocidad de rotación.
- Tensión continua en función de la velocidad de rotación.
- Par en función de la intensidad generada.
- Potencia activa trifásica en función de la velocidad de rotación.
- Potencia en corriente continua en función de la velocidad de rotación.

Para obtener las variables en corriente trifásica se utiliza un analizador de red en configuración trifásica de 3 hilos. El instrumento utilizado tiene un rango de medida entre 18 y 519V. Esto quiere decir que será necesario alcanzar una velocidad mínima de rotación para que las fases del generador alcancen un valor mínimo de 18V y sea posible visualizar los datos correctamente.

25



## EN 04.4 - ENTRENADOR PLANTA ENERGÍA EÓLICA AISLADA

### 5.2.2.- MÉTODO

- Realizar todos los pasos explicados en el apartado "Puesta en marcha".
- Conectar las bornas del generador al módulo analizador de red trifásica.



- Conectar el módulo analizador de red trifásica al módulo rectificador mediante los puentes suministrados.



26

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



## EN 04.4 – ENTRENADOR PLANTA ENERGÍA EÓLICA AISLADA

### 5.- PRÁCTICAS REALIZABLES

#### 5.1.- ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

##### 5.1.1.- FUNDAMENTO TEÓRICO

Existen muchas formas de transformar la energía eólica en energía mecánica primero en las palas, y posteriormente en energía eléctrica. Este equipo está diseñado para analizar y estudiar el segundo paso, es decir la transformación de la energía mecánica en el eje en energía eléctrica. El sistema de paneles muestra de una forma muy didáctica los distintos pasos y conexiones que hay que realizar cuando utilizamos un generador síncrono trifásico de imanes permanentes para obtener energía eléctrica a partir de un generador eólico.

A continuación, se muestra de forma esquemática algunos de los métodos que hay para transformar la energía eólica en eléctrica. Una primera clasificación sería entre generadores eólicos de velocidad constante y velocidad variable.

- En los generadores eólicos de velocidad constante la conexión entre las palas y el generador se hace a través de una caja multiplicadora, el generador por su parte va conectado directamente a la red eléctrica.
- Los generadores eólicos de velocidad variable utilizan electrónica de potencia para conseguir funcionar sin que la velocidad de giro tenga que ser constante. Con este sistema se pueden utilizar tanto generadores síncronos como asíncronos.

18



## EN 04.4 – ENTRENADOR PLANTA ENERGÍA EÓLICA AISLADA

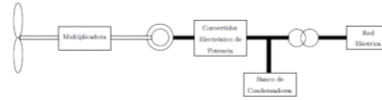
También podemos modificar las condiciones de trabajo de un aerogenerador con sistemas de regulación mecánicos, tales como:

- Palas de paso variable, que modifican su ángulo de paso obteniendo así la máxima eficiencia aerodinámica.
- Control en punta de pala, sistema que consiste en modificar el ángulo de paso, pero únicamente en la punta de la pala.
- Entrada en pérdida. El perfil aerodinámico de la pala está diseñado para que cuando se supere una determinada velocidad de viento, entre en pérdida y disminuya la potencia.

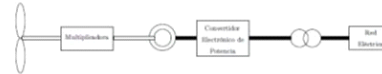
A continuación, se muestran esquemas de diferentes configuraciones que se pueden dar en un sistema de generación eólica.

#### Generadores asíncronos con rotor en cortocircuito.

- Generador asíncrono con arranque suave y banco de condensadores.



- Generador asíncrono con electrónica de potencia para el control de la velocidad de giro.



19

The experiments manual explains and shows all the theoretical foundations, as well as all the mathematic expressions used during the experimentation.

**LEARNING OBJECTIVES**

- Study of the operation and disposal of an isolated wind power generation system.
- Drawing of the characteristic curves of the generator:
  - Three-phase voltage depending on the speed of rotation.
  - DC voltage depending on the speed of rotation.
  - Torque based on the generated current.
  - Three-phase active power depending on the speed of rotation.
  - DC Power as a function of the speed of rotation.
  - Three-phase reactive power as a function of the speed of rotation.
- Calculation of the constant of torque / current and voltage / speed of rotation of the generator.
- Performance of the rectifier.
- Tracing of yield calculation curves: Electric power to the net / mechanical drag power.
- Determination of optimum operating points against variable atmospheric conditions.
- Tracing of the power-wind speed characteristic curve.

**TECHNICAL DATA****CHARACTERISTICS:**

- Structure of anodised aluminum.
- Single-phase network analyzer with indication of active, reactive and apparent power, current, voltage, frequency, power factor, etc.
- Three-phase network analyzer with indication of active, reactive and apparent power, current, voltage, frequency, power factor, etc.
- Analog DC voltage and current indicators for 12V batteries and loads.
- Three-phase synchronous generator of permanent magnets.
- Battery Charge Controller: Regulator with operation 12 or 24V DC, and maximum current = 10A. Maximum input voltage = 45V.
- Battery of 12V 12Ah.
- Three phase full wave rectifier.
- Variable consumption rheostat.
- 2 AC lamps.
- 1.5 kW asynchronous motor.
- 200VA 230V / 50Hz inverter.
- Frequency variator 1,5 kW.
- Data acquisition module.
- Computer with control and data acquisition software.
- The equipment is supplied with a complete experiments manual.

**REQUIREMENTS**

- Input: 230V/50Hz.  
\* Other electrical inputs available.
- *Note: The picture shown may not correspond exactly to the supplied equipment.*