

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología



CENTRALES ELÉCTRICAS

TRABAJO PRÁCTICO Nº 9

Energías Renovables

ALUMNO:

AÑO 2017

INTRODUCCIÓN:

La energía renovable se define generalmente como aquella que proviene de recursos que se regeneran continuamente considerando una escala de tiempo humana como ser, la luz solar, el viento, las lluvias, las mareas, las olas o el calor geotérmico.

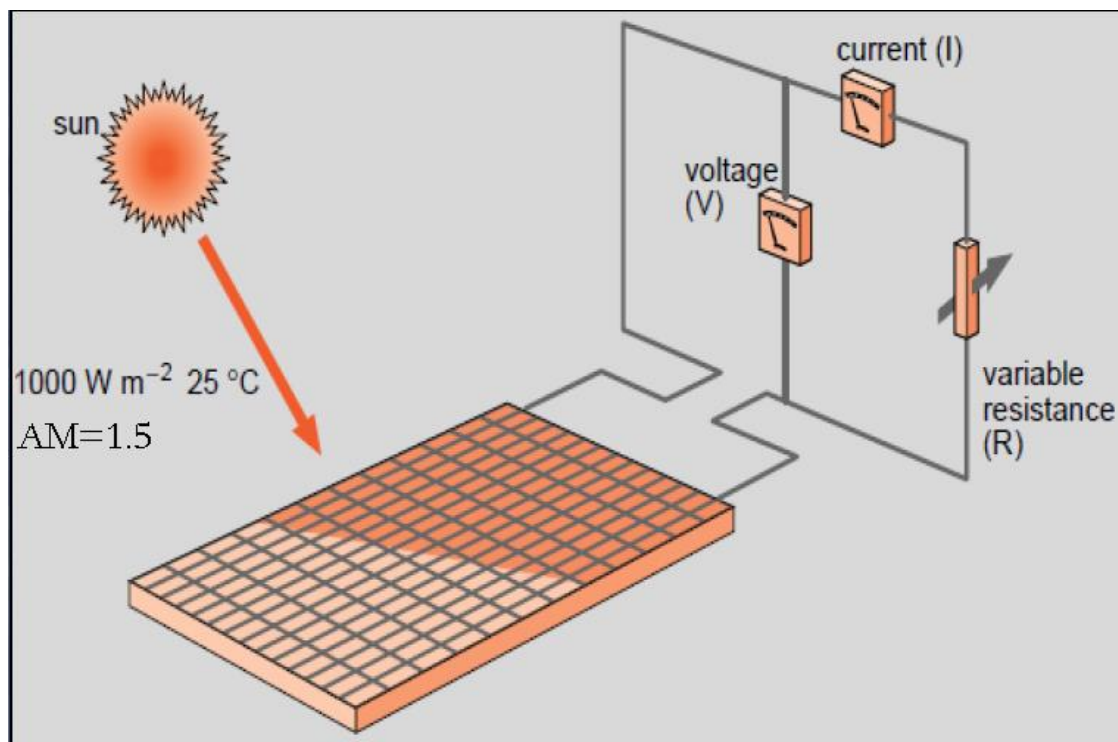
Los orígenes o fuentes de todos los tipos mencionados pueden resumirse en tres categorías:

La desintegración de elementos radiactivos, los cuales producen el calor interno de la tierra.

Las fuerzas de atracción gravitacional entre la tierra y la luna, las cuales son las causales de las mareas.

El calor irradiado por el sol que alcanza la superficie terrestre que genera también en forma indirecta el viento, las precipitaciones y las olas.

ENERGIA SOLAR



Una de las formas de aprovechamiento de la irradiación solar directa es la conversión de esa energía mediante el efecto fotoeléctrico, utilizando paneles solares. Éstos consisten en un arreglo de módulos fotovoltaicos conectados eléctricamente y montados de forma tal que constituyan una placa, que constituye un generador eléctrico.

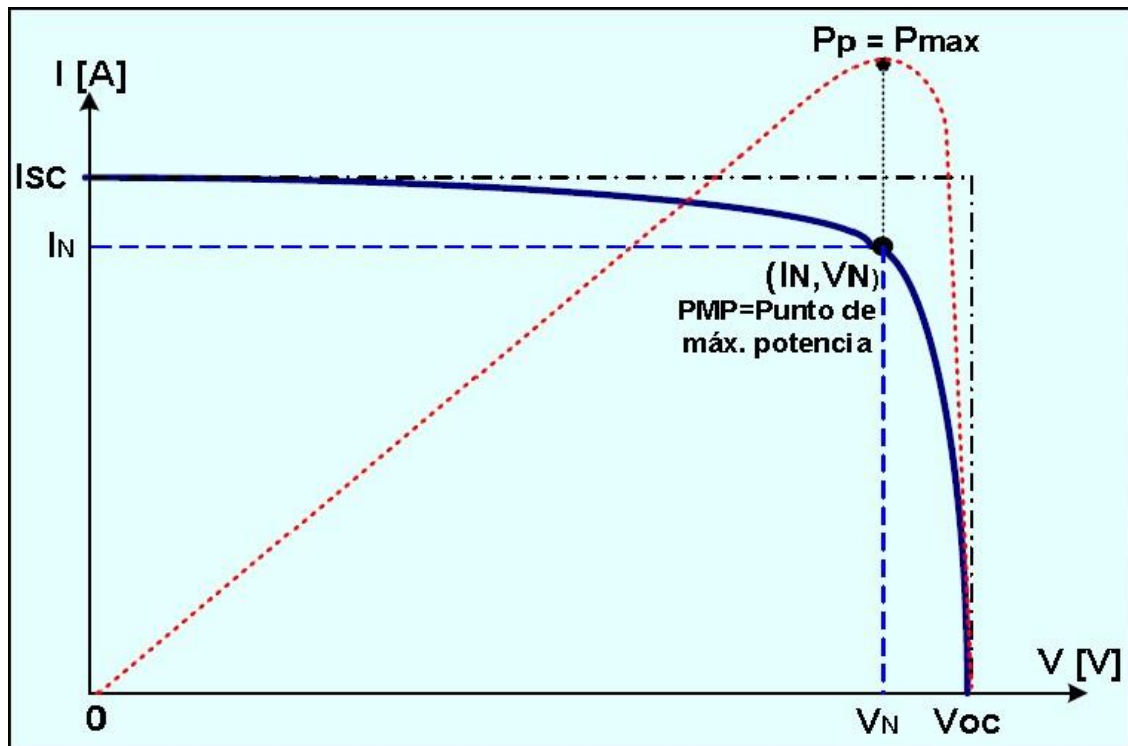
Performance de los módulos:

La performance del módulo se encuentra indicada generalmente bajo ciertas condiciones establecidas en un test estándar (STC) las cuales son:

Irradiancia: 1000 W//m²

Masa de Aire espectral: 1,5

Temperatura del módulo: 25 °C



Bajo estas condiciones se evalúan los distintos valores de tensión y corriente para distintas cargas obteniéndose el Punto de Máxima Potencia (PMP).

Es posible también determinar el rendimiento de conversión del módulo bajo las condiciones citadas utilizando la siguiente fórmula:

$$\eta_{\text{conversión}} = \frac{P_{\text{eléctrica en el PMP}}}{P_{\text{radiación solar}}} = \frac{V_N [\text{V}] \cdot I_N [\text{A}]}{G \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] \cdot A [\text{m}^2]}$$

Esta ecuación puede simplificarse de la siguiente manera:

$$\eta_c = \frac{V_{oc} \cdot I_{sh} \cdot FF}{G \cdot A}$$

Siendo:

V_{oc} : Tensión de circuito abierto [V]

I_{sc} : Corriente de cortocircuito en [A]

FF: Factor de llenado de la curva característica U-I

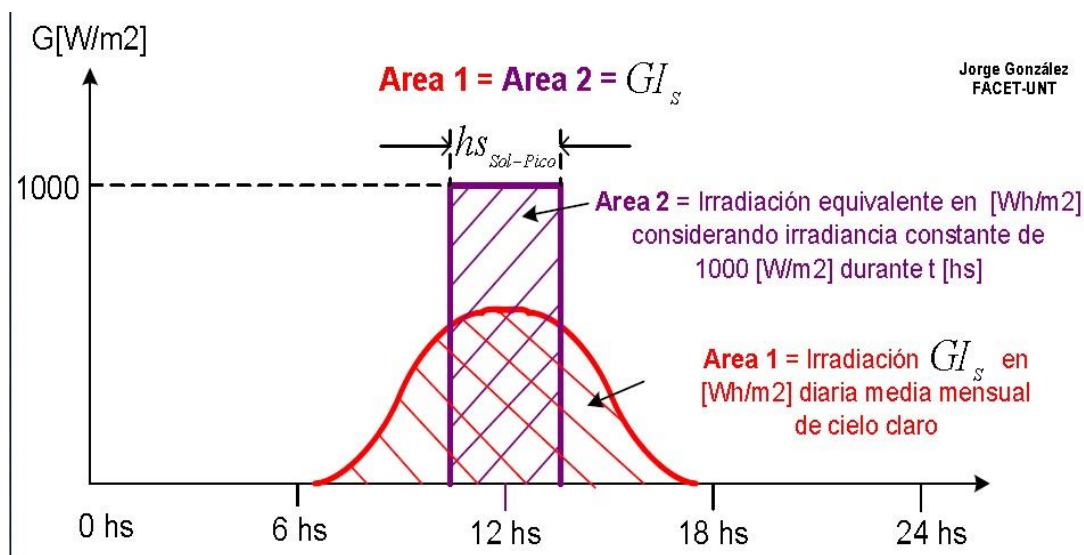
G: Irradiancia [W/m^2]

A: Área [m^2]

Variación en función de la irradiación diaria

La irradiación solar sobre un área específica sufre variaciones en función de la posición del sol a lo largo del día y de la época del año.

No obstante, es posible construir una curva diaria media en base a todos los valores registrados, la cual se muestra en el siguiente gráfico en color rojo:



El área encerrada por la curva representa la energía media diaria irradiada sobre un m^2 de superficie, valor que también puede ser representado por la cantidad de hora equivalentes h_s con una irradiación constante de $1000 [W/m^2]$ (curva violeta).

De esta forma, la energía media diaria entregada por el sistema será:

$$E_{G\text{ sistema}} = P_N \cdot h_{\text{sol pico/día}} \cdot PR$$

Donde:

P_N : es la potencia de pico de la instalación

PR : es el rendimiento general

ENERGÍA EÓLICA

Consiste en el aprovechamiento de la energía cinética de una masa de aire en movimiento para la generación de trabajo.

El total de la energía fluyendo a través de una superficie imaginaria A durante un período de tiempo t puede calcularse de la siguiente manera:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} (A \cdot v \cdot t \cdot \rho) v^2 = \frac{1}{2} A \cdot \rho \cdot v^3 \cdot t$$

Donde:

A: área imaginaria por donde atraviesa la masa de aire [m²]

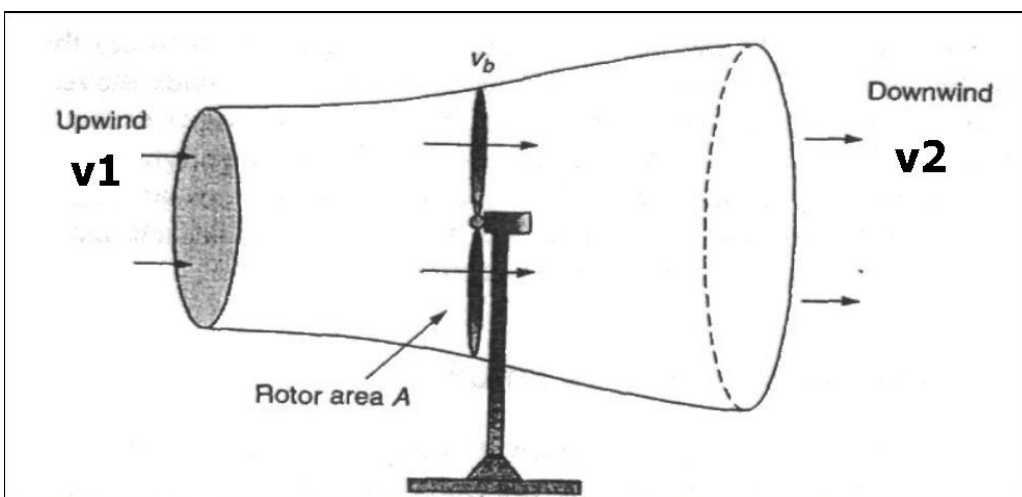
ρ : densidad del aire [kg/m³]

v: velocidad del viento [m/s]

De esta ecuación se puede derivar que la potencia aprovechable por unidad de área es:

$$P_{\text{viento}} [W / m^2] = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3$$

Para poder obtener la cantidad de potencia que puede extraerse al viento, a la última expresión debe incorporarse un factor denominado Cp. El mismo representa el rendimiento de extracción de la turbina, el cual tiene como límite teórico 59,3 % (coeficiente de Betz).



$$P_{\text{rotor}} [W / m^2] = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3 \cdot C_p$$

$$k = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{3} \rightarrow C_{p_{\max}} = \eta_{\text{Betz}} = \frac{16}{27} \rightarrow 59,3\% \rightarrow P_{\text{rotormáxima}} = P_{\text{viento}} \eta_{\text{Betz}}$$

Los valores más altos de C_p en la práctica se encuentran en el orden del 45 al 50 %.

PROBLEMA 1

Se proyecta instalar un Parque Fotovoltaico en la localidad de Cafayate. El mismo estará compuesto por 38400 paneles cuya hoja de datos técnicos se adjunta.

Considerar un rendimiento general del 83 % para el resto de la instalación (conductores, inversores, transformadores, etc.)

Se solicita:

- Determinar la potencia máxima por panel.
- Determinar el Factor de llenado del panel.
- Verificar el rendimiento de conversión declarado.
- Determinar el ángulo de inclinación recomendado para los paneles.
- Determinar la extensión del emprendimiento considerando que los paneles se agrupan en módulos de 3 x 5 y a su vez el complejo tiene un arreglo de 80 x 32 módulos
- Calcular la cantidad de energía producida por el sistema en un mes con una irradiación solar de 5,02 horas diarias equivalentes.
- Si en el año se producen 26,1 GWh de energía, ¿qué factor de carga tiene la instalación?
- Determinar la cantidad de TN de CO₂ economizadas al año con esta generación según el factor de emisión 2016 de la S.E.

PROBLEMA 2

Se prevé incrementar la potencia instalada en el Parque Eólico Arauco en aproximadamente 50 MW. Para ello se instalarán 15 turbinas marca Gammesa, modelo G132-3.465 cuya hoja de datos se adjunta. con las siguientes características: $D_{\text{hélices}} = 90 \text{ m}$ $C_p = 48\%$

En la zona se cuenta con una distribución de velocidades que responde en forma aproximada a una distribución de Weibull con parámetros alfa = 2 y beta = 7. Considerar una densidad del aire constante de 1,225 kg/m³.

Se solicita:

- a. Indagar información de carácter técnico sobre el emprendimiento existente.
- b. Determinar la Potencia aprovechable para unas velocidades de viento de 5, 8 y 10 m/s en función al rendimiento de extracción de potencia C_p de la turbina.
- c. Utilizando la curva de potencia del fabricante, determinar el rendimiento del conjunto.
- d. Modelar la distribución de velocidades según los parámetros indicados y determinar las horas anuales correspondientes a vientos desde 0 a 30 m/seg.
- e. Calcular la cantidad de energía producida.
- f. Determinar el Factor de carga de la Central.
- g. En función al índice encontrado en el problema anterior, determinar la cantidad de CO₂ economizada por el parque
- h. Determinar la extensión del emprendimiento considerando una distribución de los aerogeneradores en filas bajo el siguiente esquema:
1ra fila: 7 unidades 2da fila: 8 unidades
- i. Comparar la cantidad de energía generada por m² entre esta central y las del problema 1.