

CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Objetivo del trabajo.

Calcular la superficie que habría que cubrir de células fotovoltaicas en una provincia Española para que, en un año típico, la energía eléctrica generada por las mismas fuera igual al consumo eléctrico total de esa provincia. En realidad la radiación solar es variable y los tiempos de producción de energía eléctrica no coinciden en general con los del consumo. Entonces si realmente se quisiera generar de forma fotovoltaica toda la que se consume habría que ir almacenando en los momentos de más producción para luego consumir esa energía en los momentos de baja producción. Teniendo en cuenta que todo sistema de almacenamiento tiene pérdidas, eso significa que habría que generar una cantidad de energía mayor que la finalmente consumida. Además también convendría generar una cierta reserva en previsión de un número de días nublados inusualmente largo. Por todo esto, se calculará la superficie necesaria para generar todo el consumo de esa provincia añadiéndole un 50% más para tener en cuenta las necesidades de almacenamiento señaladas.

Presentación del trabajo.

El trabajo se presentará escrito a máquina o impresora de ordenador. Constará al menos de los siguientes apartados:

- Breve introducción (unas 3 páginas) sobre la Energía Solar, especialmente la fotovoltaica.
- Descripción del cálculo que se pretende hacer y del procedimiento empleado.
- Resultados obtenidos
- Discusión y comentario de los resultados

Para cualquier dato que se emplee en el trabajo se deberá citar de donde se obtuvo.

Procedimiento

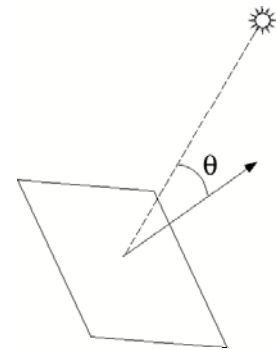
Los datos y expresiones teóricas que se necesiten para resolver el problema se obtendrán fundamentalmente de búsquedas en Internet, de la biblioteca de la Universidad y de consultas con el profesor. Algunas direcciones útiles para iniciar la búsqueda son:

www.ree.es
www.censolar.es
www.psa.es
www.ases.org
www.inm.es
www.foronuclear.org/energia2007-0.jsp
www.estif.org

Red eléctrica española
Centro de Estudios de la Energía Solar
Plataforma Solar de Almería
American Solar Energy Association
Instituto meteorológico.
estadísticas energéticas
European Solar Thermal Industry

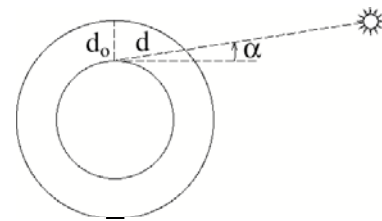
Guía del cálculo

Una célula fotovoltaica de superficie S , que recibe un flujo de radiación directa procedente del Sol ϕ en W/m^2 , produce una potencia eléctrica dada por: $P_{el} = \eta S \phi \cos(\theta)$, donde η es la eficiencia de la célula y θ es el ángulo formado por los rayos solares y la dirección perpendicular a la superficie de la célula. A lo largo de cada día, y a lo largo del año, tanto la dirección de los rayos solares como la intensidad del flujo de radiación ϕ van cambiando.



El flujo que llega a la superficie de la tierra va variando debido principalmente a que los rayos tienen que atravesar la atmósfera, donde la radiación emitida por el sol es absorbida parcialmente por la atmósfera, por lo cual si los rayos de luz deben atravesar una distancia 'd' a lo largo de la atmósfera, la radiación se atenuará y el flujo que llega a la superficie de la Tierra puede calcularse aproximadamente con la expresión:

$$\phi = \phi_T \exp\left(-\frac{d}{4.3292 d_0}\right)$$



donde ϕ_0 es la constante solar igual a $1257 \text{ W}/\text{m}^2$ y d_0 es el espesor de la atmósfera, cuya relación con el radio terrestre es $d_0 = 0.0029 R_T$.

La distancia 'd' dependerá del ángulo α que forma el sol con el horizonte, o altitud solar. A lo largo del día esta altitud va variando desde la salida hasta la puesta del sol, pasando por un valor máximo a mediodía. Este valor máximo puede obtenerse a partir de la expresión: $\sin(\alpha) = \cos(\lambda - \delta)$ donde λ es la latitud del lugar y δ es la declinación solar. La declinación, o inclinación de los rayos solares en el ecuador, se puede calcular aproximadamente para cada mes como: $\delta(\text{en grados}) = 23,45^\circ \times \sin(30^\circ(m + 9))$ siendo 'm' el número de mes dentro del año.

Una vez calculado el flujo de energía solar máximo en cada mes, correspondiente a la altitud solar máxima, en la práctica podemos considerar un flujo promedio igual a $2/3$ del valor máximo y calcular la energía total producida en un mes como: $E_{el} = \eta S \frac{2}{3} \phi(\alpha_{max}) t_{sol}$ siendo t_{sol} el número de horas de sol reales que ha tenido ese mes, información que puede obtenerse del Instituto Meteorológico.

Una vez estimada la energía producida cada mes, es trivial calcular la producida en el año y determinar el valor necesario de la superficie S , para producir una vez y media el consumo actual de esa provincia.

Como eficiencia de las células fotovoltaicas conviene tomar un valor del orden de $\eta = 14\%$, que es un valor realista de las fabricadas industrialmente en el presente.