4to energía solar

Energía solar directa

Energía solar: Energía obtenida mediante la captación de la luz o el

calor del sol, que se transforma en energía química mediante una fotosíntesis natural o artificial o mediante paneles fotovoltaicos y se convierte directamente en electricidad. Los sistemas de energía solar por concentración usan lentes o espejos para captar grandes cantidades de energía solar y concentrarla en una superficie más reducida. Las altas temperaturas resultantes pueden poner en funcionamiento una turbina de vapor o utilizarse en procesos industriales que exigen temperaturas elevadas. La energía solar directa es la energía solar tal y como llega a la superficie de la Tierra antes de que quede almacenada en el agua o el suelo. La energía solar térmica es la energía solar directa que se utiliza para producir calor, con exclusión de la energía solar por concentración.

La energía solar activa necesita de equipos como paneles, bombas y

ventiladores para captar y distribuir la energía. La energía solar pasiva se basa en técnicas de diseño estructural y de construcción que permiten utilizar la energía solar para calentar, refrigerar o iluminar edificios por medios no mecánicos.

Irradiación solar: Potencia solar que incide en una superficie (W/m2).

La irradiación depende de la orientación de la superficie, que en ciertos casos es especial:

a) superficie perpendicular a la radiación solar directa;

b) superficie horizontal respecto del suelo o paralela al suelo. Por pleno sol se entiende la irradiación con una intensidad de aproximadamente 1.000 W/m2.

Radiación solar: Luz y energía térmica irradiada por el sol con longitudes de onda que van desde la ultravioleta a la infrarroja. La radiación que llega a la superficie puede ser absorbida, reflejada o transmitida. La radiación solar global consiste en la radiación directa (que llega a la Tierra en línea recta) y la radiación difusa (que llega a la Tierra tras ser dispersada por la atmosfera y las nubes).

 Introducción de Tecnología en Energías Renovables.

Las tecnologías de la energía solar directa son de naturaleza diversa.

Constituyen un conjunto de tecnologías que responde a los distintos usos de la energía que le confieren los seres humanos: la calefacción, la electricidad y los combustibles. En este resumen se examinan cuatro grandes tipos de energía solar:

 1) la energía solar térmica, utilizada para la calefacción activa y pasiva de edificios, el calentamiento del agua en viviendas y comercios, el calentamiento de piscinas y la obtención de calor para los procesos industriales;

2) la generación de electricidad fotovoltaica por conversión directa de la luz solar mediante células fotovoltaicas;

3) la generación de electricidad mediante la energía por concentración para obtener, por medios ópticos, fluidos o materiales a alta temperatura que alimentan motores y generadores eléctricos, y

 4) técnicas que utilizan la energía solar para producir combustibles utilizables.

El concepto de energía solar ‘directa’ hace referencia al conjunto de tecnologías de la energía renovable que explotan directamente la energía del Sol. Ciertas tecnologías renovables, como la eólica o la termo oceánica, utilizan la energía solar después de que ésta ha sido absorbida por la Tierra y convertida en otras formas de energía. (En el resto de esta sección se omitirá el adjetivo ‘directa’ aplicado a la energía solar, por considerarse sobreentendido).

 Potencial del recurso

La energía solar es la radiación térmica que emite la capa externa del Sol. En la vecindad inmediata de la atmósfera de la Tierra, esa radiación, denominada irradiancia solar, tiene una magnitud de 1.367 W/m2, en promedio, respecto de una superficie perpendicular a los rayos solares. Al nivel del terreno (especificado por lo general como el nivel de una superficie marina situada directamente bajo el Sol), la irradiancia resulta atenuada por la atmósfera, quedando reducida a unos 1.000 W/m2 con cielo despejado y en torno al mediodía (situación que se denomina ‘a pleno sol’). En el exterior de la atmósfera, la energía del Sol es transportada mediante ondas electromagnéticas con longitudes de onda de entre 0,25 y 3 μm. Parte de la irradiancia solar proviene de los rayos que llegan directamente del Sol sin dispersarse en la atmósfera.

Esa irradiancia ‘de haz’, que puede ser concentrada utilizando espejos y lentes, está disponible sobre todo en la región de la cubierta de nubes bajas. La irradiancia restante se denomina ‘irradiancia difusa’. La suma de las irradiancias de haz y difusa se denomina ‘irradiación solar mundial’. Se ha estimado en 3,9×106 EJ/año el potencial teórico de la energía solar, magnitud que refleja la cantidad de irradiancia en la superficie de la Tierra (tierras y mares), teóricamente disponible para la obtención de energía. Esa cifra, indicada como es evidente con fines ilustrativos, implicaría la utilización de toda la superficie terrestre y marina disponible con una eficiencia de conversión del 100%. Una magnitud más útil es el potencial técnico, basado en la proporción

de tierra firme que puede ser utilizada por los dispositivos de conversión con unos valores de eficiencia más realistas. Las estimaciones del potencial técnico de la energía solar se sitúan entre 1.575 y 49.837 EJ/año, equivalentes a entre 3 y 100 veces el consumo mundial de la energía primaria en 2008.

 Tecnología y aplicaciones

Energía solar térmica: El componente principal de los sistemas activos de energía solar térmica es el colector solar. Un colector solar de placa consiste en una plancha de color negro provista de conducciones por las que circula el fluido que se calentará. Entre los colectores de placa cabe mencionar los no acristalados, que permiten obtener calor a temperaturas en varios grados superiores a la temperatura ambiente; los acristalados, que están cubiertos de una lámina de vidrio u otro material transparente paralelo a la placa y separado de ella unos centímetros, y que permiten generar calor a temperaturas de entre 30 °C y 60 °C; y de vacío, que son similares a los acristalados, con la diferencia de que se ha vaciado el aire contenido entre la placa y la cubierta de vidrio, y que permiten obtener calor a temperaturas de entre 50 °C y 120 °C, aproximadamente. Para resistir la presión del vacío, las placas de este tipo de colectores suelen estar situadas en el interior de tubos de vidrio, que hacen al mismo tiempo las veces de cubierta y de recipiente. Las placas de vacío llevan un recubrimiento negro especial denominado ‘superficie selectiva’, que ayuda a evitar la reemisión del calor absorbido; ese mismo recubrimiento se utiliza también en las placas acristaladas que no son de vacío. La eficiencia típica de los colectores solares utilizados en el intervalo de temperaturas idóneo se extiende entre el 40% y el 70% a pleno sol. Los colectores planos se utilizan habitualmente para calentar agua con fines residenciales y comerciales, pero pueden ser utilizados también como dispositivos de calefacción solar activa para proporcionar calor ambiental en el interior de los edificios. Es posible también obtener refrigeración solar, utilizando el calor de los colectores para generar ciclos de refrigeración por absorción. Otras aplicaciones del calor solar son los procesos industriales, ciertas aplicaciones agrícolas, como el secado de cultivos, o las aplicaciones para el cocinado. Para abastecer los períodos diurnos y nocturnos o los períodos cortos de cielo nuboso, el calor generado se almacena generalmente en depósitos de agua. Utilizando otras fuentes de energía como suplemento, este tipo de sistemas abastece normalmente entre un 40% y un 80% de la demanda de energía térmica de la aplicación final.

En los sistemas de calefacción solar pasiva, es el propio edificio y, particularmente sus ventanas, que actúa como colector solar, y la distribución y el almacenamiento del calor se consiguen por métodos naturales. Los elementos básicos de la infraestructura de calefacción pasiva consisten en ventanas de alta eficiencia orientadas

al Ecuador y en una gran masa térmica interna. Además, el edificio debe estar bien aislado e incorporar medios (por ejemplo, dispositivos de control de sombra) que impidan su calentamiento excesivo. Otra característica de la tecnología solar pasiva es la utilización de la luz natural, adoptando estrategias que maximizan el aprovechamiento de la luz solar en el edificio. Los estudios indican que, utilizando tecnologías actuales en los edificios en el norte de Europa o América del Norte, esas estrategias pueden reducir la demanda de calefacción de los edificios hasta un 40%. En edificios ya existentes, adaptados posteriormente para explotar la calefacción pasiva, pueden conseguirse reducciones de hasta un 20%.

Generación de electricidad mediante energía fotovoltaica. El procedimiento de conversión fotovoltaica está detalladamente descrito en numerosos libros de texto. En términos simplificados, consiste en situar bajo el Sol una lámina fina de material semiconductor (por ejemplo, el silicio). La lámina, denominada también ‘célula’, consta de dos capas diferenciadas que contienen silicio sembrado de impurezas (una capa de tipo “n” y otra de tipo “p”), con una superficie de contacto común.

Los fotones solares que llegan a la célula generan pares electrón-hueco separados espacialmente por un campo eléctrico interno en la interfaz. Se crean de ese modo cargas negativas en un lado de la superficie de contacto, y positivas en el otro. La separación de cargas crea una tensión eléctrica. Al conectar a una carga ambos lados de la célula iluminada, la corriente fluye a través de la carga de uno a otro lado de la célula, generando así electricidad.

Se han desarrollado paralelamente diversas tecnologías fotovoltaicas.

Las de tipo comercial utilizan una oblea de silicio cristalino, al igual que

las tecnologías de película fina de disulfuro/(di)seleniuro de cobre, indio y galio teluriuro de cadmio, silicio en película fina (amorfo y microcristalino), y células solares sensibilizadas mediante tinturas. Además, existen modalidades comerciales de concentración fotovoltaica, consistentes en situar las células de alta eficiencia (por ejemplo, de materiales a base de arseniuro de galio) en el foco de un espejo concentrador o de otro tipo de colector como, por ejemplo, una lente de Fresnel. Las tecnologías fotovoltaicas de oblea de silicio mono y multicristalina (denominada también ‘policristalina’) (incluidas las tecnologías de cinta), son las predominantes en el mercado de energía fotovoltaica y, en 2009, representaban un porcentaje del mercado de aproximadamente el 80%. Se consiguen con

esta tecnología eficiencias máximas superiores al 40% en las células

concentradoras a base de arseniuro de galio (AsGa), en torno a un 25% en las monocristalinas, un 20% en las multicristalinas y disulfuro/(di) seleniuro de cobre, indio y galio, un 17% en las de teluriuro de cadmio, y aproximadamente un 10% en las de silicio amorfo. Por lo general, se instalan varios grupos de células uno junto a otro bajo una lámina transparente (normalmente de vidrio), conectándolas después en serie para formar un ‘módulo’ de hasta 1 m x 1 m. Es importante diferenciar entre la eficiencia de una célula (indicada más arriba) y la de un módulo; esta última representa normalmente entre un 50% y un 80% de la primera.

Los fabricantes siguen mejorando el rendimiento y reduciendo costos

gracias a la automatización, a un procesamiento más rápido de las

células y a la fabricación a bajo costo y en gran escala. Los fabricantes

garantizan normalmente el rendimiento de los módulos por un período

de entre 20 y 30 años.

La explotación de las propiedades fotovoltaicas para la obtención de

energía útil implica algo más que células y módulos; el sistema fotovoltaico, por ejemplo, contendrá frecuentemente un inversor que convierta la corriente continua generada por las células en corriente alterna, compatible con la mayoría de las redes y aparatos. En las aplicaciones no conectadas a la red, los sistemas pueden contener dispositivos de almacenamiento (por ejemplo, baterías). Se está intentando mejorar la fiabilidad de esos dispositivos, reducir su costo y prolongar su vida útil, para que sean del mismo orden de magnitud que los de los módulos.

Los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en dos grandes grupos,

según estén o no conectados a la red. Los sistemas conectados a la red se clasifican, a su vez, en dos tipos: distribuidos y centralizados. Los sistemas distribuidos están constituidos por un gran número de pequeñas centrales eléctricas locales, algunas de las cuales suministran electricidad principalmente a un cliente in situ, mientras que la electricidad restante alimenta la red. Los sistemas centralizados, en cambio, funcionan como grandes centrales eléctricas. Los sistemas no conectados abastecen por lo general a un cliente único o a un pequeño grupo de clientes y a menudo necesitan de un elemento de almacenamiento eléctrico o un generador eléctrico auxiliar. Estos sistemas albergan un gran potencial en las zonas no electrificadas.

Generación de electricidad mediante concentración solar. Las

tecnologías de energía por concentración solar producen electricidad

mediante la concentración de los rayos del Sol para calentar un medio

físico, que se utiliza seguidamente (de manera directa o indirecta) para

propulsar un motor térmico (por ejemplo, una turbina de vapor) que, a

su vez, impulsa un generador eléctrico. La tecnología de la energía por

concentración solar explota solo el componente fascicular de la irradiación solar, por lo que sus beneficios suelen estar limitados como máximo a una cierta extensión geográfica. El concentrador reúne todos los rayos solares en un punto (foco puntual) cuando los receptores son centrales o de plato parabólico, o en una línea (foco lineal) en los sistemas de plato cóncavo o de tipo Fresnel lineal. (Pueden utilizarse esos mismos sistemas para alimentar procesos termoquímicos de producción de combustibles, como se describe más adelante). En los concentradores cóncavos, largas hileras de reflectores parabólicos que siguen la trayectoria del Sol concentran

entre 70 y 100 veces la irradiación solar en un elemento colector

de calor instalado a lo largo de la línea focal del reflector. El elemento

colector de calor contiene una conducción interior negra (de superficie

selectiva) y un tubo externo de vidrio, en condiciones de vacío entre

ambos elementos. En los diseños comerciales actuales, la conducción de acero que acumula calor permite la circulación de un aceite que transfiere el calor (a temperaturas cercanas a 400 ºC), si bien están en fase de demostración otros sistemas que utilizan distintos fluidos circulantes como, por ejemplo, sales fundidas o vapor directo. [3.3.4]

El sistema de Fresnel lineal, segundo tipo de sistema de foco lineal, utiliza como concentrador una serie de espejos paralelos planos de gran longitud, que llevan acoplado un receptor lineal fijo. Uno de los dos sistemas de foco puntual, el de receptor central (denominado también ‘torre de potencia’), utiliza una formación de espejos (heliostato) instalados en tierra firme, cada uno de los cuales sigue la trayectoria del Sol mediante dos ejes, con el fin de concentrarlos en un punto situado en lo alto de una torre elevada. El punto focal está orientado a un receptor, que consta de una cavidad invertida fija y/o de tubos por los que circula el fluido que transfiere el calor. Pueden alcanzar temperaturas más altas (de hasta 1.000 ºC) que los sistemas de foco lineal, con lo que el motor térmico puede convertir (al menos teóricamente) una mayor cantidad del calor recolectado en energía eléctrica. En el segundo tipo de sistema de foco puntual, el concentrador parabólico, que es un único receptor paraboloide (frente a las formaciones de múltiples reflectores) y sigue la trayectoria del Sol en torno a dos ejes, se usa para concentrar su energía.

El plato concentra los rayos solares en un receptor que se desplaza

con aquél a solo un diámetro de distancia. En el motor del receptor

las temperaturas pueden alcanzar hasta 900 ºC. Una modalidad bastante conocida de este sistema consiste en un motor Stirling que mueve un generador eléctrico, y que está instalado en el foco. Los elementos Stirling son relativamente pequeños y producen generalmente entre 10 y 25 Kw, pero pueden ser utilizados en gran número para obtener tanta energía eléctrica como una estación centralizada.

Estos cuatro tipos de centrales de energía por concentración solar presentan ventajas e inconvenientes relativos. Todos ellos han sido construidos y han concluido la fase de demostración. Una ventaja importante de ese tipo de tecnologías (excepto las de plato parabólico) es la capacidad de almacenar energía térmica después de que ésta ha sido recolectada en el receptor y antes de ser enviada al motor térmico. Se han considerado como medios de almacenamiento sales fundidas, aire a presión o acumuladores de vapor (solo para los almacenajes de corta duración), partículas cerámicas sólidas, materiales de cambio de fase de alta temperatura, grafito, u hormigón de alta temperatura. Las plantas comerciales de la energía por concentración solar tienen capacidades de almacenamiento térmico de hasta 15 horas, por lo que permiten obtener energía eléctrica despachable.

Impactos sociales

Los beneficios de la energía solar en los países en desarrollo argumentan en favor de su ampliación. Aproximadamente 1.400 millones de personas carecen de acceso a la energía eléctrica. Los sistemas solares para uso doméstico y las redes comunitarias

de energía fotovoltaica pueden suministrar energía eléctrica en muchos lugares en que la conexión a la red principal es prohibitiva. Los efectos de las tecnologías de las energías eléctrica y solar sobre la población local se evidencian en una larga lista de beneficios importantes: sustitución de lámparas de keroseno y hornillos de cocina ineficientes, que contaminan los espacios interiores; mayores

facilidades para leer en las habitaciones; un menor tiempo dedicado a la recogida de leña para cocinar (que permitiría a mujeres y niños que suelen recogerla atender a otras prioridades); alumbrado público y, por consiguiente, seguridad; mejora de la salud, al disponer de refrigeración para las vacunas y los productos alimentarios y,

por último, aparatos de comunicación (televisores, radios). Todos estos constituyen una miríada de beneficios que mejoran la vida de la población. La creación de empleo constituye una consideración social importante en relación con las tecnologías de la energía solar. Ciertos análisis indican que la energía solar fotovoltaica posee el potencial más alto de generación de empleos de todas las tecnologías solares. Los sistemas de energía solar permiten crear aproximadamente 0,87 puestos de trabajo/año por GWh, encabezando a los de la energía solar por concentración, con 0,23 puestos/año por GWh. Sabiamente

expuestos, estos argumentos pueden ayudar a una más rápida aceptación social, y mejorar la disposición de la población a tolerar las desventajas atribuidas a la energía solar (por ejemplo, su impacto estético).