

CAPÍTULO II

Energía Solar

2.1.- Introducción

El sol es un reactor de fusión que funciona por sí mismo y sin fallos, ha servido a la humanidad para satisfacer las necesidades básicas de energía, además, es de importancia esencial para la supervivencia del hombre sobre la Tierra, y parece que la seguirá manteniendo durante un período, para nuestros efectos, indefinido. Únicamente las plantas son capaces de convertir la energía solar en combustible y comida adecuada a las necesidades animales, pero las cantidades producidas de esta manera, aunque grandes, no podrán cubrir las demandas actuales cuando los combustibles almacenados (carbón, petróleo y gas), se hayan agotado por completo [2].

La energía solar es gratuita, renovable y no contamina, es lo que podríamos denominar la fuente ideal de energía. La tecnología actual posibilita su uso en aplicaciones específicas que es necesario potenciar al máximo, pues tenemos la gran ventaja de encontrarnos en un país que reúne unas condiciones excelentes para el aprovechamiento de este tipo de energía [13].

Esta energía, por tanto, nos ofrece muchas posibilidades en el presente y en el futuro que es imprescindible aprovechar de forma racional, sacando el máximo rendimiento posible a este suministro limpio y gratuito [13].

La energía solar que recibe la superficie terrestre puede convertirse en energía útil (calorífica, mecánica o eléctrica) mediante muy diversas tecnologías. Las características importantes de la energía solar que deben tomarse en cuenta para planear su aprovechamiento son: su distribución geográfica; su relativamente baja densidad energética, y su carácter intermitente, con variaciones diarias, estacionales y las debidas a las condiciones atmosféricas prevaletientes [1].

Las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar son muchas y muy variadas. Sus ventajas y desventajas dependen en buena medida de la aplicación o uso final de ella. Los procesos de conversión de energía solar en energía útil son a) procesos termodinámicos (por calentamiento); b) sistemas fotovoltaicos; c) procesos fotoquímicos, y d) procesos termiónicos [1].

Las tecnologías *termodinámicas* tienen como propósito capturar la energía solar y convertirla en calor útil, el que posteriormente puede ser transformado en energía mecánica o eléctrica. Los sistemas *fotovoltaicos* convierten directamente la energía solar captada en energía eléctrica, al generarse portadores móviles de carga eléctrica, como resultado de la absorción de la energía de los fotones que inciden sobre materiales semiconductores. La conversión *fotoquímica* se refiere a tecnologías que producen energía química libre a partir de la radiación solar.

Los procesos *termiónicos* aprovechan la emisión de electrones desde un cátodo caliente, convirtiendo así la energía calorífica directamente en electricidad. Los dos primeros grupos de tecnologías han sido los más estudiados y en los que se ha logrado un mayor desarrollo [1].

2.2.- Energía fotovoltaica

El efecto fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el físico francés A.E. Becquerel en sus estudios sobre celdas electrolíticas. Varios años después, en 1873, W. Smith descubrió la fotoconductividad en el selenio. Tres años más tarde, en 1876, el efecto fotovoltaico fue observado por G.W. Adams y R.E. Day en una estructura semiconductor de selenio. La primera celda fotovoltaica de selenio fue descrita en 1883 por C.D. Fritts. En 1884 Hallwach observó la fotosensitividad de estructuras de cobre/óxido de cobre ($\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$), y E.H. Kennard y E.O. Diterich ligaron el efecto fotovoltaico con la existencia de una barrera [1].

El proceso por el cual la luz solar es convertida silenciosa y directamente en electricidad, sin la compleja maquinaria que normalmente se asocia con este proceso, se conoce como *fenómeno fotovoltaico* [4].

Se puede decir que la luz está formada por pequeños *racimos* de energía los cuales actúan como proyectiles individuales. Estos racimos tienen masa y viajan a velocidades extremadamente altas, pero susceptibles a ser medidas. Cada proyectil es llamado *fotón* y la energía que posee es el producto de su masa por su velocidad, tal como sucede en el proyectil de una arma [4].

La conversión de la luz solar en electricidad sin las complicaciones de almacenar el calor solar y hacerlo pasar luego a través de un ciclo termodinámico tiene un gran atractivo por su simplicidad y finalmente por su bajo costo. Sin embargo la obtención de paneles solares de bajo costo ha sido un objetivo difícil [10].

La conversión directa en electricidad depende del efecto fotoeléctrico que ya había sido descubierto en diversas formas en el siglo pasado. El efecto fotoeléctrico básico es la liberación de un electrón cuando ciertos materiales absorben un fotón de luz con energía suficiente. Otros dos efectos adicionales pueden producir directamente electricidad, pero a través de la absorción de calor en lugar de utilizar la energía directa del fotón. El primero, denominado *efecto termoeléctrico* se obtiene cuando se aplica calor a la unión o soldadura entre dos metales diferentes. El segundo, denominado *efecto termoiónico* se obtiene cuando un metal dentro de un recinto en el que se ha hecho el vacío se calienta a una temperatura muy alta [10]. Así pues, se tiene tres medios principales de convertir la luz solar directamente en electricidad: a) fotoeléctrico b) termoeléctrico y c) termoiónico. El efecto fotoeléctrico es el agente principal de los dispositivos que se conocen con el nombre de paneles solares [10].

En la práctica operacional, los paneles solares tienen la ventaja sobre los modos de conversión térmica de que un panel solar responde linealmente al flujo. Cuando la intensidad solar fluctúa, la salida desciende [10].

El mejor aprovechamiento de la energía solar (mayor eficiencia y menor costo) depende en buena medida de los futuros avances en la investigación y desarrollo de materiales [1]

Los sistemas fotovoltaicos constituyen una de las opciones para el aprovechamiento de la energía solar en la que se han cifrado mayores esperanzas [1]. Las celdas de silicio monocristalino son las más usuales en los sistemas comerciales, con eficiencias de conversión de un 15%. Recientemente se han comercializado también celdas de silicio policristalino, silicio amorfo y sulfuro de cadmio, con eficiencias de un 3 a un 10% [1]. Las máximas eficiencias teóricas de conversión de las celdas varían según los semiconductores que las componen y el tipo de celda; estas eficiencias teóricas máximas están entre el 20 y el 30% [1].

Las celdas fotovoltaicas tienen características que las hacen prácticas como fuentes de energía de pequeña escala y uso descentralizado [1]. En el sector doméstico su principal mercado potencial en el corto y mediano plazo corresponde posiblemente a viviendas rurales alejadas de la red de transmisión de energía eléctrica. Actualmente el costo del kWh generado con sistemas fotovoltaicos es mayor que el de la energía obtenida de la red de

potencia; sin embargo, si a este último se agregan los costos correspondientes al tendido de líneas de transmisión para enlazar a la red de comunidades actualmente alejadas de ella, los sistemas fotovoltaicos pueden resultar económicamente atractivos. Adicionalmente, se espera que los costos de las celdas fotovoltaicas sigan reduciéndose, acercándose cada vez más a condiciones favorables de competencia económica. Esto seguramente podría ampliar el mercado de los sistemas fotovoltaicos para incluir también casas habitación en zonas suburbanas. Se hace notar sin embargo que, si bien son de esperarse rápidas reducciones en los costos de celdas, los costos de otros dispositivos auxiliares requeridos por los sistemas fotovoltaicos (por ejemplo baterías y convertidores cd-ca) difícilmente disminuirán en la misma medida [1].

El sector agrícola puede ser un campo fértil para aprovechar la energía solar y eólica. Entre las aplicaciones de mayor importancia están secados de granos y bombeo de agua para irrigación. Existen también otras aplicaciones de interés como la oxigenación de lago, climatización de invernaderos, bombeo de agua para abrevaderos, transporte de granos en silo, etc., además de aplicaciones domésticas como refrigeración, bombeo de agua y otros [1].

2.3.- Principio de operación de las celdas solares

Las celdas solares (fotovoltaicas) son dispositivos que absorben energía de los fotones presentes en la luz que inciden sobre ellas y la convierten en energía eléctrica. El efecto fotovoltaico ocurre en dispositivos en que: a) en uno de los materiales que los componen se generan portadores móviles de carga eléctrica mediante la absorción de la energía de los fotones presentes en la luz, y b) existe además una barrera de potencia que permite separar a los portadores de carga de la región en que se generan [1].

Las celdas de unión p-n de silicio y arsenuro de galio monocristalinos son en las que se ha logrado una mayor eficiencia de conversión. Solo algunos semiconductores resultan adecuados para la construcción de celdas de unión p-n, mientras que un gran número de ellos puede formar diferentes tipos de uniones. Las celdas solares fotovoltaicas son modulares, no tienen partes móviles, operan a temperatura ambiente, poseen una vida útil larga, responden tanto a la radiación directa como a la difusa y prácticamente no requieren mantenimiento [1].

Las celdas fotovoltaicas son unidades pequeñas y generan bajas potencias, por lo que su aplicación requiere la conexión eléctrica de varias de ellas y su encapsulamiento en un armazón que les proporcione soporte y protección formándose así lo que se conoce como un módulo fotovoltaico [1].

La fracción del área expuesta al Sol de un módulo fotovoltaico cubierta por las celdas solares es de 75 y 90%, según la forma y distribución de éstas. Los módulos suelen reunirse en conjuntos, que se denominan *arreglos*, para adecuar el voltaje y potencia entregados a la demanda [1].

La energía eléctrica que por sí sola pueden suministrar las celdas, módulos o arreglos fotovoltaicos, sigue en el tiempo la curva de radiación solar incidente sobre ellos [1]. Así, en aquellas aplicaciones que requieren de una alimentación sostenida de energía a cierto nivel de corriente y/o potencia, deben integrarse a los sistemas fotovoltaicos a sistemas de almacenamiento de energía, en particular baterías eléctricas (típicamente de plomo ácido). Requieren además, en general, elementos eléctricos tales como reguladores de voltaje que protejan a las baterías y convertidores inversores que conviertan de corriente directa en corriente alterna [1].

En este capítulo se hablo sobre la energía solar, esta energía puede convertirse en energía útil por medio de procesos termodinámicos, sistemas fotovoltaicos, procesos fotoquímicos y procesos termiónicos. En este caso se habla más a fondo de la energía fotovoltaica, el cual es un proceso que transforma la luz solar en energía eléctrica. En el siguiente capítulo se habla del convertidor cd-cd, este convertidor transforma el voltaje de directa de los módulos fotovoltaicos en otro más elevado.