

LA CÉLULA SOLAR MÁS EFICIENTE

Javier Olea Ariza

El problema de la obtención de energía es sin duda uno de los problemas más importantes de la sociedad actual. El 14 de Diciembre del año pasado se aprobó en el Parlamento Europeo una medida por la cual, en el año 2020, el 25% de toda la energía consumida en Europa deberá provenir de las llamadas energías renovables (hidráulica, biomasa, solar, eólica, geotérmica y mareomotriz). El pasado viernes 18 de Abril de 2008, el 32,4 % de la energía eléctrica consumida fue de origen eólico. La cada vez más grande red de molinos de viento y los temporales de los últimos días propiciaron este hito.

Las energías renovables se ven como una solución parcial al problema, pero en todo momento se tienen en cuenta otras fuentes de energía no tan limpias. En los últimos tiempos, el debate sobre la energía nuclear parece reabrirse. La dependencia energética de España con el exterior es muy grande, en torno al 80%, y este tipo de energía podría desvincular al país a medio plazo. Aunque el miedo a un desastre nuclear o a los desechos radiactivos que derivan de las centrales está siempre presente y son la principal causa del bajo nivel de desarrollo de la energía nuclear en nuestro país, hay que recordar que Francia es el país europeo con mayor número de centrales nucleares (hasta 59), de las cuales se importa energía eléctrica. Cualquier fallo en la seguridad de las mismas afectaría sin duda a España.

Por otro lado, la contaminación derivada no es el único problema que se ha generado de la crisis energética. El programa ALCA, liderado por Estados Unidos y Brasil, representa ya hoy más del 72% de la producción mundial de etanol, usado como sustitutivo del petróleo como combustible. El etanol se produce a partir de plantas como el maíz o la caña de azúcar. Según publicaciones de este mismo año del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial, el aumento de precios producido por la compra masiva de alimentos destinados a la producción de energía, como en el caso del etanol, creará 100 millones más de pobres en todo el mundo.

La crisis energética no es algo nuevo, y desde hace ya muchos años se busca una solución sostenible al agotamiento de las reservas de petróleo. Y todo esto está enmarcado en la idea de un inminente cambio climático mundial. Es por ello que la energía solar se sitúa en una posición inmejorable debido a su potencial inagotable.

En los últimos años ha tomado gran importancia un concepto conocido como “célula solar de banda intermedia”, y actualmente se están invirtiendo muchos recursos en esta línea de investigación. Quizás ésta incipiente tecnología sea parte de esa solución a la crisis energética.

El efecto fotoeléctrico

El funcionamiento de las células solares se basa en el conocido efecto fotoeléctrico, que podría definirse como la interacción entre la luz y los electrones de un material determinado.

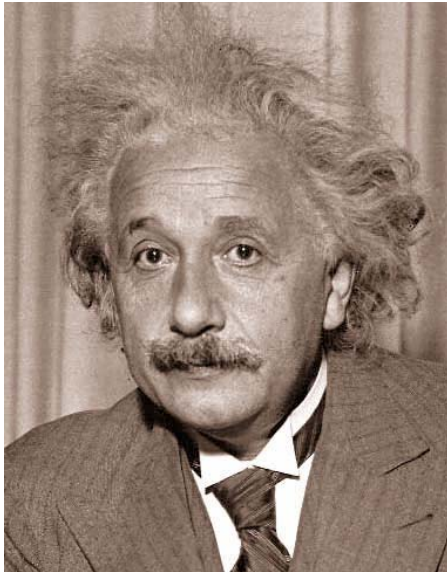


Figura 1. Albert Einstein.

Fue descubierto por Heinrich Hertz en 1887, y posteriormente explicado teóricamente por Einstein (fig. 1) en 1905, explicación por la que obtuvo el Premio Nobel de Física en 1921. La luz está constituida por pequeñas partículas llamadas fotones, y cada fotón está caracterizado por su energía. Por otro lado, la luz también puede verse como una onda electromagnética, como lo son las ondas de radio, de televisión, las microondas o las señales de los teléfonos móviles. La característica fundamental de una onda es su frecuencia. Así, las ondas de radio tienen frecuencias de hasta cientos de megahercios y las microondas tienen frecuencias de algunos gigahercios (mega = un millón; giga = mil millones). La luz tiene frecuencias aun mayores, de hasta mil billones de hercios. Cuanto mayor es la frecuencia de la luz, mayor es la energía de los fotones que la componen.

En el modelo del átomo, se sitúan a los electrones girando alrededor del núcleo. En un determinado momento, en un material, un electrón se puede desligar de su átomo y pasar a otro átomo cercano, y luego a otro, y así sucesivamente. Cuando esto ocurre con una cantidad importante de electrones, y además estos configuran un flujo entre dos puntos de dicho material, se dice que se está conduciendo corriente eléctrica. Para que esto ocurra, hay que aportar una determinada energía a ese electrón, que le ayude a romper la ligadura que le une a su átomo de origen. Esta energía es característica de cada material. Así, los materiales conductores, como los metales, necesitan una energía muy pequeña, y por eso conducen tan bien la electricidad. Los materiales aislantes necesitan una alta energía, y de ahí que no sean buenos conductores.

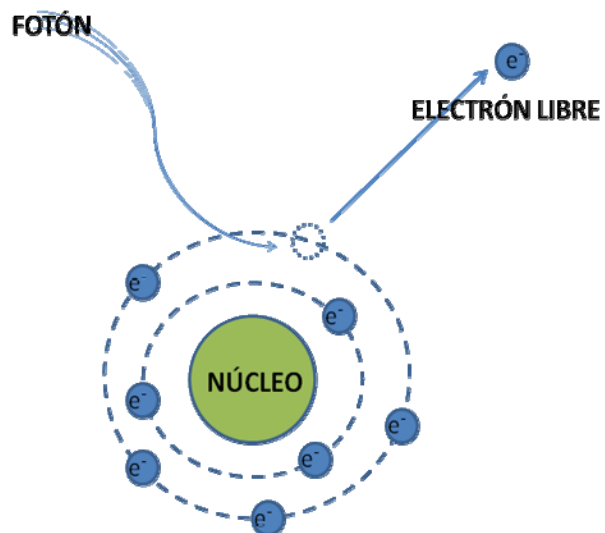


Figura 2. El efecto fotoeléctrico.

El efecto fotoeléctrico describe precisamente este fenómeno: un fotón con una determinada energía la entrega a un electrón, el cual se desliga de su átomo de origen y pasa a la corriente eléctrica (fig. 2). Cuando este fenómeno se aplica a la generación de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía de la luz, se denomina

efecto fotovoltaico. La primera célula fotovoltaica fue fabricada por el inventor norteamericano Charles Fritts en 1884.

El modelo de bandas

Un caso especial de materiales son los llamados semiconductores, que podrían encuadrarse en un punto intermedio entre los materiales conductores y los aislantes. El modelo de bandas se estableció en los años 30 para intentar explicar el comportamiento de los semiconductores. Cuando un fotón que incide en un material semiconductor tiene suficiente energía, es probable que un electrón contenido en dicho material absorba esa energía, pasando a una situación donde puede conducir corriente si existiese un flujo de electrones. La energía mínima necesaria para que esto suceda es una característica intrínseca de cada material semiconductor. Esa energía mínima establece un límite: fotones con menores energías no son absorbidos, y fotones con energías mayores si son absorbidos. Si se representa este concepto en un gráfico, se obtiene lo que se denomina las bandas de energía (fig. 3). Para una material dado, los electrones con menor energía estarían situados abajo. Los electrones a los cuales se les ha proporcionado la energía mínima para saltar, estarían arriba. La zona de

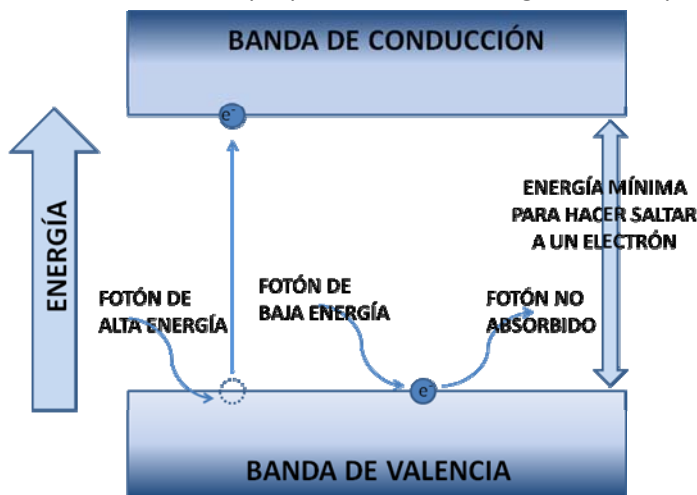


Figura 3. Modelo de bandas de energía.

baja energía se denomina banda de valencia, y la zona de electrones con alta energía se denomina banda de conducción, ya que los electrones situados en esta zona tienen la capacidad de conducir corriente eléctrica. Esto es lo que se conoce como modelo de bandas.

Como se ha comentado, la cantidad de energía mínima que un fotón que incide en un material necesita para hacer saltar a un electrón desde la banda de valencia hasta la banda de conducción es una característica de cada semiconductor. Energías mayores a ésta consiguen generar electricidad en una célula fotovoltaica, mientras que energías menores no son absorbidas por los electrones y no generan electricidad. Esto significa que de toda la luz que recibe una célula solar, tan solo una parte es aprovechada para generar electricidad, y el resto se pierde. La relación entre la energía solar que recibe una célula fotovoltaica y la energía eléctrica que genera se denomina eficiencia de conversión. Actualmente, el record de eficiencia de una célula solar de silicio está en torno al 20%, siendo la media de fabricación industrial del 13%. El año pasado el fabricante Sanyo comenzó a comercializar células solares basadas en silicio con una eficiencia máxima del 22%.

La banda intermedia

En el modelo de bandas para los materiales semiconductores básicos, se explica cómo los fotones con energía suficiente consiguen hacer saltar electrones desde la banda de valencia hasta la banda de conducción, mientras que los fotones con energía menor a la mínima son desaprovechados. Si la energía aportada no es la suficiente, los electrones no tienen capacidad para saltar. La teoría de los materiales con banda intermedia intenta resolver este problema, consiguiendo una eficiencia de conversión mucho mayor.

Los materiales de banda intermedia consisten en un semiconductor básico, en cuyo diagrama de bandas existe una banda de valencia y una banda de conducción, al que se le añade una tercera banda, la banda intermedia, situada entre las dos anteriores. Si se compara el diagrama de bandas de la figura 4 con el diagrama original (fig. 3), se puede comprobar como con una banda intermedia el proceso se complica. En este nuevo caso, fotones que inciden con una energía suficiente pueden aún hacer saltar electrones desde la banda de valencia a la banda de conducción. La diferencia es que los fotones con energía menor no son totalmente desaprovechados. Si esos fotones no tienen energía suficiente para sobrepasar el salto hasta la banda de conducción, puede que si tengan suficiente energía como para hacer saltar un electrón a la banda intermedia. Posteriormente,

posteriormente, puede que un fotón de baja energía, que anteriormente era desaprovechado, pueda hacer saltar el electrón que estaba en la banda intermedia hasta la banda de conducción. De esta forma, mediante un salto en dos fases, usando fotones de baja energía, se consigue llevar un electrón a la banda de conducción, cosa que antes necesitaba de un fotón de alta energía. Así,

los materiales de banda intermedia pueden tener teóricamente una eficiencia mayor, pues pueden aprovechar los fotones de baja energía que antes se desperdiciaban. La eficiencia óptima que puede llegar a conseguirse en una célula solar fabricada con un material de banda intermedia esta en torno al 63%, frente al 22% máximo conseguido actualmente para una célula solar de silicio.

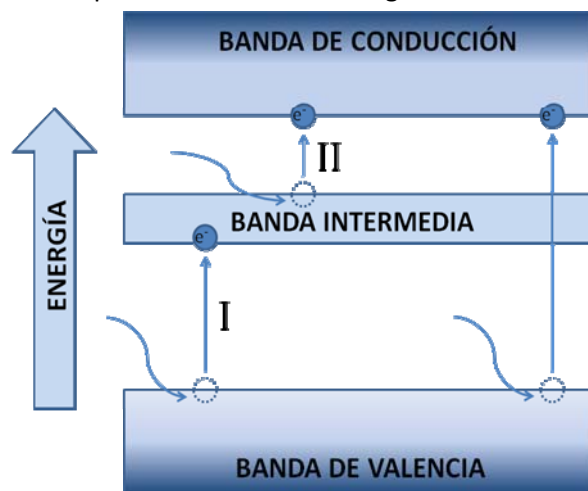


Figura 4. La banda intermedia permite que un electrón llegue a la banda de conducción mediante dos saltos, absorbiendo dos fotones de baja energía.

Conclusiones

Para que una fuente de energía pueda ser utilizada globalmente y pueda ser una solución seria al problema energético, ha de ser barata y eficiente. Actualmente, la energía solar tan solo cumple una de esas dos condiciones: o bien es barata pero ineficiente, o bien es eficiente pero cara. Las células solares basadas en el silicio pueden manufacturarse a gran escala de forma barata, ya que el silicio es un elemento muy abundante y conocido, pero estas

células tienen una eficiencia máxima en torno al 20%. Sin embargo, existen células solares con eficiencia de más del 20%, pero son mucho más caras que las de silicio. En concreto, las basadas en arseniuro de galio pueden llegar a sobrepasar el 40%. La desventaja es que el galio es uno de los elementos más raros de la naturaleza, y esto encarece el producto. Además, el arseniuro de galio es extremadamente contaminante. Este tipo de células son usadas por ejemplo en la tecnología aeroespacial, pero nunca a gran escala

La solución de las células de banda intermedia pretende conseguir una tecnología barata y con una alta eficiencia, teóricamente hasta un 63%, convirtiéndose así en una alternativa viable a la crisis energética mundial.

Referencias

- A. Luque, A. Marti, Physical Review Letters **78** (26), 5014 (1997).
- L. Cuadra, A. Marti, A. Luque, Thin Solid Films **451-452**, 593 (2004).
- A. S. Brown, M. A. Green, R. P. Corkish, Physica E **14**, 121 (2002).
- <http://www.eryse.com/>
- <http://es.wikipedia.org/>
- <http://www.infoeolica.com/>
- <http://www.mityc.es/>
- <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
- <http://www.energias-renovables.com/>