

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

Lorena Magallón Cacho
Gabriela González-Gutiérrez
José Andrés Alanís Navarro
Joseph Sebastian Pathiyamattom*
 Centro de Investigación en Energía, UNAM
 *Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Las investigaciones científicas y sus diferentes temas de estudio parecen inalcanzables para gran parte de la población, sobre todo cuando fórmulas químicas y nombres impronunciados salen a la luz. En esta ocasión, se tiene como propósito acercar al lector al fascinante mundo de las celdas de combustible a través de una sencilla y clara explicación.

Esperamos que el misterio que ronda a estos dispositivos quede al descubierto.

¿Cuántos de nosotros no hemos escuchado que se acerca una crisis energética mundial? La mayoría tenemos presente el hecho. Desgraciadamente esta es una situación que vemos tan lejana que creemos no nos afectará. Sin embargo, el indiscriminado uso de combustibles fósiles para satisfacer la demanda energética, ha traído como consecuencia el cambio climático, la escasez de recursos y el incremento de costos no sólo en lo que al sector energético se refiere. No obstante, tendemos a ignorar los problemas que nos aquejan, y en realidad, quienes más sufrirán las consecuencias de

nuestros actos y decisiones serán las generaciones venideras. Es por ello que un importante sector de la comunidad científica estudia las diferentes alternativas para la generación de energía prescindiendo de los combustibles convencionales.

Una de las líneas de investigación gira en torno a la energía que contiene el hidrógeno (cuyo símbolo químico es "H"). Este es el elemento más abundante en la naturaleza, y es una fuente de energía alternativa que bien puede sustituir, por ejemplo, el uso de petróleo o carbón mineral. Sin embargo, al igual que los motores a gasolina, el hidrógeno también requiere de un dispositivo que permita transformarlo en energía eléctrica. Los

Una mirada al interior de las celdas de

dispositivos indicados para llevar a cabo este trabajo son las celdas de combustible de diferentes tipos, las cuales son capaces de convertir la energía química de un combustible (por ejemplo, hidrógeno) en energía eléctrica a través de una reacción de *óxido-reducción*. Esta reacción se caracteriza porque hay una transferencia de electrones, en donde una sustancia gana electrones y disminuye su

número de oxidación (lo que llamamos reducción), mientras que otra sustancia pierde electrones y aumenta su número de oxidación (lo que llamamos oxidación). Es decir, en el proceso de reducción se ganan electrones y en la oxidación se pierden.

Ahora, observando la figura 1, expliquemos todas las partes que constituyen a uno de estos dispositivos. La más importante de todas y conocida como el corazón de la celda de combustible es el ensamble membrana-electrodo, que se conforma por un ánodo (indicado por el número 1 en la figura 1), un cátodo (2), el electrolito sólido (3) y dos difusores (4). Otro elemento importante es el sello (5) que evita la fuga de gases suministrados a la celda. Finalmente, se tienen los platos de grafito con canales de flujo (6). Hasta ahora sabemos cómo se define la celda y las partes que la constituyen, pero ¿cómo funciona?

El hidrógeno se suministra a la celda del lado del ánodo. Al entrar en contacto la molécula de hidrógeno con el catalizador se oxida, es decir, dicha molécula se separa en protones y electrones ($2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$). Los protones (4H^+) se transportan a través de la membrana de intercambio protónico, mientras que los electrones (4e^-) se ven forzados a viajar por un circuito externo. Es en ese momento que se obtiene energía eléctrica útil. Simultáneamente, del lado del cátodo, se tiene el agente reductor que es el oxígeno (O_2). Cuando éste entra en contacto con el catalizador, se encuentra con los protones (4H^+) y electrones (4e^-) provenientes de la separación del hidrógeno, ocasionando una reacción ($\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$) que produce como subproducto vapor de agua y calor.

¿Qué dispositivos podrían funcionar con una celda de combustible?

Ahora que sabemos que una celda de combustible, como la mostrada en la figura 2, puede producir energía eléctrica, podemos mencionar las aplicaciones de este tipo de dispositivo. En principio, todos los equipos que necesiten energía eléctrica pueden funcionar conectándoles una celda de combustible, ya que son aptas para un sin fin de aplicaciones en diferentes sectores, como son el espacial, militar, transporte y residencial, entre otros.

Una celda como la descrita anteriormente, puede alimentar equipos que requieren poca energía para su funcionamiento, por ejemplo una computadora o un teléfono

Con Internet Prepago de Cablemás, ¡yo decido cuándo y cuánto!

El único Internet que se ajusta a tus necesidades

Internet  Pre-pago

Sólo paga lo que usas.

En tu contratación de cualquier opción siempre tienes 2 meses de internet sin costo*

1 hora	1 día	1 semana	30 días
\$25	\$49	\$99	\$199

GABRIEL SOTO
 ACTOR Y CANTANTE

“Con el Internet de Prepago Cablemás estoy conectado sin necesidad de un plazo forzoso”

Contáctanos
 01 800 522 2530
 www.cablemas.com  

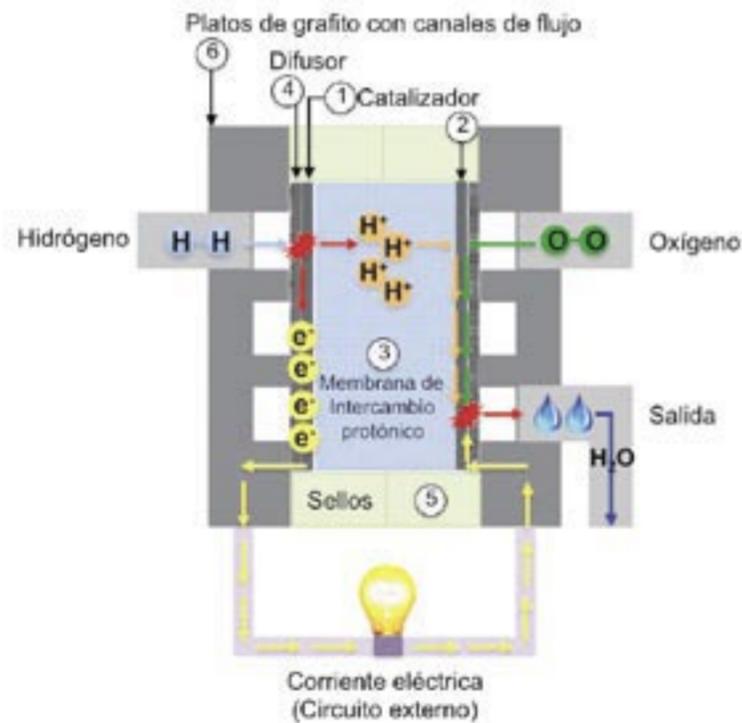
 Cablemás.

El futuro
 a tu alcance

*Sujeto a la contratación del servicio de Internet de Cablemás, incluye hasta 2 meses de servicio sin costo dependiendo el esquema de contratación ya sea pre-pago, pos-pago. Consulta términos y condiciones. Tarifa IVA incluido, sujeta a cambio sin previo aviso. Consulta términos, condiciones, cobertura y disponibilidad en oficinas Cablemás o al 01 800 522 2530.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

Trigante mundo combustible



Representación esquemática del funcionamiento de una celda de combustible de membrana de intercambio protónico: 1. Ánodo; 2. Cátodo; 3. Membrana de intercambio protónico que por su constitución no permite el paso de electrones; 4. Tela o papel de carbón que mantiene el contacto eléctrico entre los electrodos y los platos de grafito; 5. Película de silicón, teflón o elastómero que evita el contacto entre los platos; 6. Los platos permiten el flujo de electrones ya que están hechos de un material eléctricamente conductor, además de proporcionar soporte y estructura a la celda.

no celular, pero para aplicaciones que demanden mayor potencia será necesario conectar muchas de estas celdas (en serie o en paralelo), con el fin de aumentar su capacidad para alimentar equipos de gran potencia. Cuando muchas celdas son conectadas entre sí, conforman lo que se conoce como un *stack*. Este conjunto de celdas son las que usan los automóviles o máquinas de gran potencia para su operación.

Las principales aplicaciones se pueden englobar dentro de 3 grandes grupos:

* Aplicaciones estacionarias: generación eléctrica distribuida y co-generación (es decir, generación simultánea de energía eléctrica y energía térmica).

* Aplicaciones móviles: transporte terrestre, marítimo y aéreo.

* Aplicaciones portátiles: teléfonos y computadoras.

Pero si son capaces de alimentar cualquier dispositivo y no contaminan ¿porqué todavía no las vemos en aplicaciones tecnológicas comerciales? Esto se debe a que es una tecnología que aún se encuentra en desarrollo, ya que se están mejorando o sustituyendo materiales para que puedan com-

petir en costo con los sistemas convencionales y, al mismo tiempo, alcanzar la rentabilidad del dispositivo.

En diversos países se han estado modificando muchas leyes con el fin de promover el uso y desarrollo de tecnologías no contaminantes. La legislación ambiental impulsa a los fabricantes de automóviles a sustituir aquellos vehículos que producen una gran cantidad de contaminantes. La mayoría de los fabricantes ven las celdas tipo PEM (que son las siglas del Inglés "Proton Exchange Membrane") como sucesoras de los motores de combustión interna. Empresas como General Motors, Ford y Toyota, ya cuentan con prototipos basados en esta tecnología.

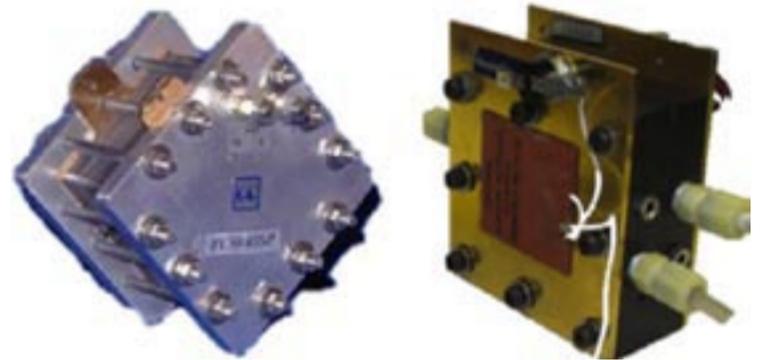
¿Qué se está haciendo para favorecer el desarrollo de las celdas de combustible?

Actualmente, en el Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIE-UNAM), se realiza investigación básica y aplicada orientada a innovar la tecnología de celdas de combustible. Los trabajos de investigación que se desarrollan en el CIE-UNAM están encaminados a la reducción del

costo y el peso de los dispositivos, asimismo se buscan y analizan recubrimientos baratos que disminuyan o eviten el deterioro de la celda. Para este fin, en el CIE-UNAM se estudian nuevos materiales basados en mezclas o aleaciones de materiales capaces de resistir al ambiente de operación de la celda y que tengan una larga vida útil, además de producir una cantidad de energía eléctrica similar a la producida con los materiales convencionales. Con el estudio de nuevos materiales se pretende contribuir también a la comercialización de esta prometedora tecnología. Si se encuentra la mezcla adecuada de materiales se podrá prescindir de los costosos materiales comúnmente utilizados como el platino, paladio y oro. A las celdas de combustible se les conside-

ra como una tecnología sostenible y amigable con el medio ambiente ya que es posible obtener el hidrógeno directamente del agua. Este es un recurso prácticamente inagotable, y una vez finalizado el

proceso de generación de energía eléctrica, el agua producida por la celda de combustible es reincorporada al ecosistema, para iniciar nuevamente el ciclo de generación de energía eléctrica limpia.



Imágenes de un *stack* de celdas de combustible y una monocelda de combustible tipo PEM (de las siglas en inglés "Proton Exchange Membrane").





Información Inteligente



RADIO Lunes a Viernes
15:00 a 16:00 Hrs.



TV. Lunes a Viernes
16:00 a 17:00 Hrs.
22:30 a 23:00 Hrs.

GRUPO
SONPROSA

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx