CELDAS DE COMBUSTIBLE, UN PROYECTO O UNA REALIDAD

Capitán de Navío
Carlos Villar Molina

¿De dónde vinieron las Celdas de Combustible?

La primera celda de combustible fue construida en 1839 por Sir William Grove, un juez galés y honorable científico. El verdadero interés en celdas de combustible, como un generador práctico, no vino sino hasta comienzos de los años 1960, cuando el programa espacial de los Estados Unidos seleccionó las celdas de combustible en lugar del riesgoso generador nuclear y de la costosa energía solar. Fueron celdas de combustible las que proporcionaron electricidad y agua a las naves espaciales *Gémini* y *Apollo*.

¿Qué es una Celda de Combustible?

En principio, una celda de combustible opera como una batería. Genera electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente sin ninguna combustión. A diferencia de las baterías, una celda de combustible no se agota ni requiere recarga. Producirá energía en forma de electricidad y calor mientras se le provea de combustible. El único subproducto que se genera es agua 100% pura.

Una celda de combustible consiste en dos electrodos separados por un electrólito. Sobre uno de los electrodos pasa oxígeno y sobre el otro, hidrógeno. Cuando el hidrógeno es ionizado pierde un electrón, y al ocurrir esto, ambos (hidrógeno y electrón) toman diferentes caminos hacia el segundo electrodo. El hidrógeno migra hacia el otro electrodo a través del electrólito mientras que el electrón lo hace a través de un material conductor. Este proceso producirá agua, corriente eléctrica y calor útil. Para generar cantidades utilizables de corriente las celdas de combustibles son

"amontonadas" en un emparedado de varias capas.

Las celdas de combustible son una familia de tecnologías que usan diferentes electrólitos y que operan a diferentes temperaturas. Cada miembro de esa familia tiende a ser más apropiado para ciertas aplicaciones. Por ejemplo, las celdas de combustible de membrana eléctrica polimérica han demostrado ser apropiadas para su aplicación en autos, mientras que las celdas de combustible de carbonatos fundidos parecen ser más apropiadas para su uso con turbinas a gas.

Tipos de Celdas de Combustible

Ácido Fosfórico (PAFCs)

Este es el tipo de celda de combustible más desarrollado a nivel comercial y ya se encuentra en uso en aplicaciones tan diversas como clínicas y hospitales, hoteles, edificios de oficinas, escuelas, plantas eléctricas y una terminal aeroportuaria. Las celdas de combustible de ácido fosfórico generan electricidad a más del 40% de eficiencia –y llegan casi al 85% si el vapor que ésta produce es empleado en cogeneración–. Si esto se compara con el 30% de la más eficiente máquina de combustión interna, podemos verificar su potencial.

Las temperaturas de operación se encuentran en el rango de los 244,6°C. Este tipo de celda puede ser usado en vehículos grandes, tales como autobuses y locomotoras.

Polímero Sólido o Membrana de Intercambio Protónico (PEM)

Estas celdas operan a relativamente bajas temperaturas (unos 93,3°C), tienen una densidad de potencia alta, pueden variar su salida rápidamente para satisfacer cambios en la demanda de potencia y son adecuadas para aplicaciones donde se requiere una demanda inicial rápida, tal como en el caso de automóviles. De acuerdo con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, "son los principales candidatos para vehículos ligeros, edificios, y potencialmente para otras aplicaciones mucho más pequeñas como el reemplazo de baterías recargables en videocámaras".

Carbonato Fundido (MCFCs)

Las Celdas de Combustible de Carbonato Fundido prometen altas eficiencias combustible-electricidad y la facilidad para consumir combustibles en base a carbón. Esta celda opera a temperaturas del orden de los 648,8°C. La primera pila de carbonato fundido a gran escala ha sido ya probada y algunas unidades para demostración fueron terminadas y probadas en California en 1996.

Óxido Sólido (SOFCs)

Otra celda de combustible altamente prometedora, la Celda de Combustible de Óxido Sólido, podría ser usada en aplicaciones grandes de alta potencia, incluyendo estaciones de generación de energía eléctrica a gran escala e industrial. Algunas organizaciones que desarrollan este tipo de celdas de combustible también prevén el uso de estas en vehículos motores. Una prueba de 100kW fue terminada en Europa mientras que dos pequeñas unidades de 25kW se encuentran ya en línea en Japón. Un sistema de Óxido Sólido normalmente utiliza un material duro cerámico, en lugar de un electrólito líquido, permitiendo que la temperatura de operación alcance los 982,2 grados centígrados. Las eficiencias de generación de potencia pueden alcanzar un 60%. Un tipo de Celda de Combustible de Óxido Sólido utiliza un arreglo de tubos de un metro de longitud, mientras que otras variaciones incluyen un disco comprimido semejando la parte superior de una lata de conserva.

Alcalinas

Utilizadas desde hace mucho tiempo por la NASA en misiones espaciales, este tipo de celdas pueden alcanzar eficiencias de generación eléctrica de hasta 70%. Estas celdas utilizan hidróxido de potasio como electrólito. Hasta hace poco tiempo eran demasiado costosas para aplicaciones comerciales, pero varias compañías están examinando formas de reducir estos costos y mejorar la flexibilidad en su operación.

Otras Celdas de Combustible

Nuevos miembros de la familia de celdas de combustible, tales como las de Metanol Directo, pueden surgir como resultado del presente trabajo llevado a cabo en laboratorios privados y gubernamentales.

¿Cuál es la mejor Celda de Combustible?

De acuerdo a un reciente estudio realizado por Arthur D. Little Inc., no hay un sólo "ganador" que eclipse a otras celdas de combustible. Este resultado se debe principalmente a que el mercado para celdas de combustible es muy variado, yendo de estaciones generadoras de gran tamaño hasta automóviles. Cada segmento de este mercado puede ser satisfecho con una variada mezcla de tecnologías.

¿Qué tipo de combustibles pueden usarse en Celdas de Combustible?

Las celdas de combustible permiten promover una diversidad de energía y una transición hacia fuentes de energía renovables. Así, una variedad de distintos combustibles pueden ser usados en estas, combustibles tales como hidrógeno, metanol, etanol, gas natural, así como gas licuado (LPG). La energía también podría ser provista a partir de biomasa, sistemas eólicos o bien con energía solar.

Beneficios ofrecidos por el uso de Celdas de Combustible

Limpias y Eficientes:

Las celdas de combustible podrían reducir de manera dramática la contaminación del aire urbano, reducir importaciones de energía en los países que no cuentan con formas tradicionales de producirla, reducir el déficit comercial y generar empleo.

El Departamento de Energía de los EE.UU. proyecta que si tan sólo un 10% de los autos de ese país fueran movidos por celdas de combustible, los contaminantes (bajo regulación) del aire serían reducidos un millón de toneladas al año y que 60 millones de toneladas de dióxido de carbono (uno de los gases causantes del efecto invernadero) serían completamente eliminados. Proyecta que el mismo número de autos a celda de combustible reducirían unos 800 000 barriles diarios de las importaciones de petróleo, que significa alrededor de 13% del total de sus importaciones.

Nuevos Mercados:

Los mercados para celdas de combustible aplicadas a la generación de potencia podrían exceder prontamente a $3 billones de USD alrededor del mundo de acuerdo a un estudio reciente de Arthur D. Little Inc.

· Tan sólo una unidad porcentual del mercado total de vehículos (450 000 vehículos) en el mundo significaría otros $2 billones USD ó más.

· Otro estudio reciente proyectó una demanda global de celdas de combustible para el año 2007 de $9 billones USD.

Seguridad Energética:

La dependencia energética de algunos países como los EE.UU. es más alta ahora que durante el "shock del petróleo" de los años 70; además, sus importaciones de crudo están proyectadas en crecimiento. Solamente los vehículos de pasajeros consumen 6 millones de barriles diarios de petróleo, equivalente al 85% de las importaciones del mismo de ese país.

· Si tan sólo 20% de autos usaran celdas de combustible, los EE.UU. reducirían sus importaciones de petróleo en 1.5 millones de barriles diariamente.

Aplicaciones en marcha de esta forma de producir energía

Las celdas de combustible podrían reemplazar a los motores de combustión interna en automóviles, autobuses, camiones y aun embarcaciones y locomotoras. Autobuses y autos funcionando con celdas de combustible se encuentran ya trabajando y más vehículos están en camino de hacer lo mismo.

Las celdas de combustible podrían dar la potencia del superauto del mañana, más

limpios, silenciosos y más eficientes que los autos a gasolina y con un mayor rango y menores tiempos de recarga de combustible que los autos eléctricos movidos por baterías. Los beneficios serían extraordinarios en términos de seguridad de energía y aire limpio.

Cientos de compañías en todo el mundo están trabajando en celdas de combustible. Las razones son fuertes. El país que desarrolle tecnología para Celdas de Combustible tendrá la llave para la siguiente generación de producción de energía.

El Departamento de la Defensa de los EE.UU. está gastando alrededor de $24 millones de dólares para comprar una planta generadora a base de celdas de combustible para demostración, la cual proveerá calor y energía a algunas bases militares seleccionadas a lo largo de ese país. La primera de estas plantas fue instalada recientemente en la base de la Fuerza Aérea Vandenberg, en California.

Las celdas de combustible podrían propulsar vehículos que transporten soldados y pertrechos en los campos de batalla en un futuro y podrían servir como fuente vital de energía auxiliar en combate. Esto se debe a que las celdas de combustible son silenciosas, flexibles y operan a bajas temperaturas haciéndolas ideales para su uso en vehículos no-detectables. Las celdas de combustible están siendo desarrolladas para submarinos con el fin de proporcionarles ventajas en disminución de fuentes de generación de ruido e independencia del aire, también para barcos y una gran variedad de otros usos militares.

¿Cómo se compara un auto movido por Celdas de Combustible con uno movido por baterías?

Los autos movidos a partir de celdas de combustible se encuentran en una etapa temprana de desarrollo comparados con autos eléctricos movidos con baterías pero son considerados como una alternativa muy atractiva. Los primeros ofrecen las ventajas de un auto eléctrico provisto de baterías, pero pueden ser reabastecidos de combustible muy rápidamente y su rango de alcance es mayor que aquéllos con baterías. Adicionalmente, autos con celdas de combustible producirían menos emisiones de gases que producen efecto invernadero (considerando las emisiones asociadas con la recuperación de la fuente primaria). Daimler-Benz ha concluido que los problemas técnicos fundamentales asociados al uso de celdas de combustible en autos pueden ser resueltos. Un estudio reciente de General Motors hizo notar que motores de autos con celdas de combustible podrían ser construidos casi por el mismo precio que los de combustión interna.