

*Ficha Técnica:
Celdas de Combustible
aplicadas al transporte*



CONAE
COMISION NACIONAL
PARA EL AHORRO
DE ENERGIA México

www.conae.gob.mx

ÍNDICE

Introducción	1
Definición y principio de operación	2
Tipos	3
• AFC (Celda de Combustible Alcalina)	
• PAFC (Celda de Combustible de Ácido Fosfórico)	
• PEMFC (Celda de Combustible de Membrana de Intercambio Protónico)	
• MCFC (Celda de Combustible de Carbonato Fundido)	
• SOFC (Celda de Combustible de Óxido Sólido)	
Desarrollo y oferta comercial	4
Ventajas y Desventajas	5
Perspectivas	6

INTRODUCCIÓN

Los problemas de contaminación ambiental así como de la futura crisis energética mundial hace pensar en el ahorro de energía. Esto aplicado al transporte se traduce en:

- Utilizar eficientemente la energía
- Mejorar la calidad del medio ambiente

Para lograr satisfacer esta necesidad, en los últimos años se han venido desarrollando vehículos propulsados por motores eléctricos los cuales son accionados con la energía que suministran las celdas de combustible. Aunque en la actualidad resulta muy costosa esta tecnología, se piensa que en el futuro disminuirá al incrementarse la demanda.

Actualmente algunos prototipos están en su fase de prueba y muy posiblemente se comercializarán en el primer lustro del próximo siglo.

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's 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 Gemini y Apollo.

Las celdas de combustible permiten promover una diversidad de energía y una transición hacia fuentes de energía renovables. Así, una variedad de distintos combustibles puede ser usada en éstas, combustibles tales como hidrógeno, metano, etano, gas natural así como gas licuado. La energía también podría ser provista a partir de biomasa, sistemas eólicos o bien solar.

Hasta hace pocos años, la celda de combustible estaba limitada al uso experimental en laboratorios o en aplicaciones no convencionales como la industria aeroespacial, pero recientemente se ha desarrollado un creciente interés en las celdas de combustible y en sus aplicaciones en la generación de energía estacionaria y en el área automovilística. Especialmente en esta última sus posibles aplicaciones son muy llamativas, por ser una fuente de energía 100% limpia, lo que desplazaría a los motores de combustión interna, debido a que éstos son cada vez más exigidos en el control de emisiones.

Lo que hace que el desarrollo de la celda de combustible sea tan importante es:

- La producción de dióxido de carbono y otros gases esta llevando al calentamiento global, lo que podría llevar a catastróficas consecuencias
- La combustión de combustible fósil produce una cantidad de gases tóxicos para la salud. Las celdas de combustible no producen emisiones contaminantes
- La producción de petróleo será en el futuro cada vez más escasa a escala mundial, dejando a pocos países ricos en este bien como los únicos productores, lo que podría repercutir en el precio de éste

El objetivo de esta ficha es mostrar, de forma general, el panorama tecnológico que se plantea para el desarrollo de esta alternativa energética para el uso del automóvil, desde las características que definen a una celda de combustible hasta las perspectivas actuales que existen para el desarrollo formal de esta tecnología limpia.

DEFINICIÓN Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Una celda de combustible (*fuel cell*) es un dispositivo electroquímico que genera electricidad y calor combinando hidrógeno y oxígeno sin ninguna combustión.

Las celdas de combustible son similares, en funcionamiento, a las baterías que producen corriente directa (CD). Pero a diferencia de éstas, una celda de combustible no se agota ni se recarga.

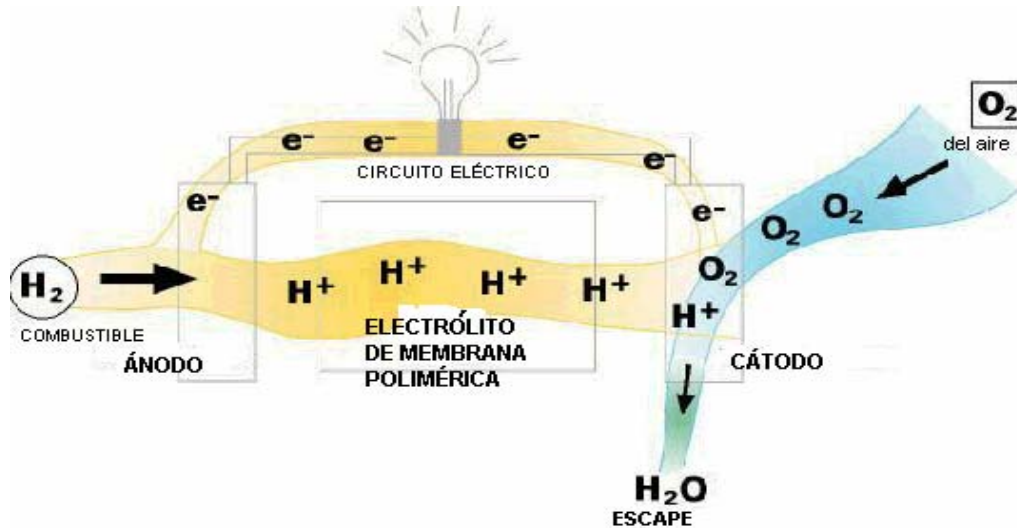
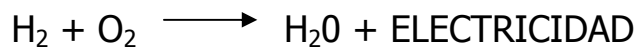


FIGURA 1: ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA CELDA DE COMBUSTIBLE DE MEMBRANA POLIMÉRICA

Las celdas de combustible están compuestas por dos electrodos: un ánodo y un cátodo, separados por un electrólito. Como en las baterías, las celdas de combustible se agrupan en pilas para obtener un voltaje aceptable así como cierta potencia de salida.

En una celda de combustible típica, un combustible en estado gaseoso (hidrógeno), es continuamente suministrado al compartimento del ánodo (-). Por otro lado se suministra continuamente un oxidante (aire) en el compartimento del cátodo (+). La reacción electroquímica se produce en los electrodos donde se da origen a una corriente eléctrica.

Lo anterior se puede representar con la siguiente ecuación química:



Sin ser baterías, como parece, las celdas de combustible no liberan energía almacenada, esto debido a que la energía eléctrica que se produce por la reacción electroquímica entre el hidrógeno y el oxígeno, se tiene que consumir en ese preciso instante.

TIPOS

La diferencia entre las celdas de combustible radica específicamente en el electrólito que éstas utilicen, de ahí tenemos los siguientes tipos, los cuales se aplican al transporte:

AFC (Alcalina)

- Utilizan una solución acuosa de hidróxido de potasio como electrólito
- La vida promedio de operación es de 15 000 horas
- Han sido utilizadas por largo tiempo por la NASA en misiones espaciales

PAFC (Ácido Fosfórico)

- El electrólito es de ácido fosfórico
- Pueden utilizar metanol, gas natural o gas LP como combustible
- Se utilizan electrodos de platino
- Su temperatura de operación es de 200 °C
- Su eficiencia es de entre el 40 - 45%

PEMFC (Membrana de Intercambio Protónico)

- También llamadas celdas de combustible de polímero sólido
- Utilizan membranas de un polímero especial como electrólito. Esta membrana permite la conducción de iones de hidrógeno
- Operan a temperaturas de entre 50 y 95 °C
- Se perfilan como la tecnología que se utilizará en los futuros vehículos equipados con celdas de combustible
- Su eficiencia es mayor de 40 %

MCFC (Carbonato Fundido)

- Su temperatura de operación es aproximadamente de 600 °C
- Prometen altas eficiencias combustible-electricidad y la habilidad para consumir combustibles cuya base es el carbón
- En este tipo de celdas se aprovecha la electricidad y el calor generado

SOFC (Óxido Sólido)

- Operan a un rango de temperaturas de 500 y 1000 °C
- Podría ser usada en aplicaciones de alta potencia incluyendo estaciones de generación de energía eléctrica a gran escala
- Prevén el uso de éstas en vehículos motores. Una prueba de 100kW está siendo terminada en Europa mientras que dos pequeñas unidades de 25kW se encuentran ya en línea en Japón
- Utiliza un material duro cerámico en lugar de un electrólito líquido permitiendo que la temperatura de operación sea muy elevada
- Las eficiencias de generación de potencia pueden alcanzar un 60%

DESARROLLO Y OFERTA COMERCIAL

Las celdas de combustible podrían reemplazar a los motores de combustión interna en el futuro; de hecho existen prototipos en autobuses y autos que circulan en países como: Canadá, Estados Unidos, Alemania, Japón entre otros.

- Ballard, proveedor líder de celdas de combustible, trabaja conjuntamente con empresas automotrices como Daimler-Chrysler y Ford
- Otras automotrices como: GM, Volkswagen, Honda, Nissan y Volvo utilizan las celdas de Ballard en sus prototipos
- En su estrategia de comercialización, Ballard se encuentra en la tercera fase de cuatro en lo que se refiere a su autobús llamado NEBUS (*New Electric BUS*). Actualmente se tienen 3 de estos vehículos en operación en la ciudad de Chicago, los cuales tienen una potencia de 275 HP, pueden transportar a 60 pasajeros y tienen una autonomía de 400 km. Se pretende que en el año 2003 se puedan comercializar



World's First Fuel Cell Powered ZEV Bus

FIGURA 2: Primer autobús con celda de combustible

- En lo que se refiere a autos, Daimler-Chrysler cuenta con la cuarta generación de su NECAR (New Electric CAR) el cual alcanza unos 180 km/h y tiene una autonomía de 450 km. Se tiene planeado iniciar la producción en el año 2004



- Ford Motor Company, por su parte, utiliza celdas de combustible de Ballard para su proyecto P2000 y su prototipo con esta tecnología podría estar lista para evaluación en el año 2000



- Energy Partners trabaja en un auto con celdas de combustible llamado "el auto verde"
- International Fuel Cells cuenta con una celda del tipo PEM de 50 kW que utiliza hidrógeno y aire del ambiente. Este sistema tiene un volumen de 9 pies cúbicos lo que resulta ideal para montarlo en un automóvil
- Toyota tiene un automóvil equipado con celdas de combustible con una autonomía de 500 km, el cual utiliza metanol como combustible

VENTAJAS

- Se tienen eficiencias de hasta el 60% en comparación con la media del 30% de los motores de combustión interna
- Los vehículos que utilizan sólo hidrógeno como combustible para alimentar las celdas se pueden considerar como vehículos con cero emisiones contaminantes
- La autonomía de los prototipos es bastante aceptable (hasta de 500 km, con un sólo tanque de combustible)
- Lo hace ideal para circular en las ciudades, debido a las prestaciones mecánicas ya que el tener en un vehículo con un motor eléctrico se traduce en un excelente torque
- No requiere de una recarga, sólo se vierte el combustible al tanque como en auto de combustión interna



DESVENTAJAS:

- La poca disponibilidad de hidrógeno
- Los materiales con los que se fabrican las celdas son costosos
- El incremento de aditamentos (reformador, baterías, entre otros) aumenta el peso del vehículo

PERSPECTIVA

Las celdas de combustible podrían reducir drásticamente la contaminación del aire, siempre y cuando se tenga una población significativa de vehículos con esta tecnología. Además se podría hablar de un aumento en la eficiencia con la que se utilizan los energéticos, así como de un nuevo mercado que seguramente demandará nuevos empleos así como especialistas en la materia.

En este siglo, el hidrógeno formará parte de la economía de los países, ya que este elemento se utilizará para producir una buena parte de energía eléctrica para uso residencial así como en el transporte. Los países industrializados gastan millones de dólares en investigación para el desarrollo de celdas de combustible; esta tecnología en 1839, cuando William Grove desarrolló la primera celda de combustible era un sueño. En la actualidad se perfila no como un sueño, sino como una buena solución para satisfacer parte de las demandas energéticas y ambientales de un futuro no tan lejano.

VÍNCULOS DE UTILIDAD:

<http://www.iie.org.mx>

<http://cipres.cec.uchile.cl/~nillanes/inicio.html>

<http://www.fuelcellworld.org/>