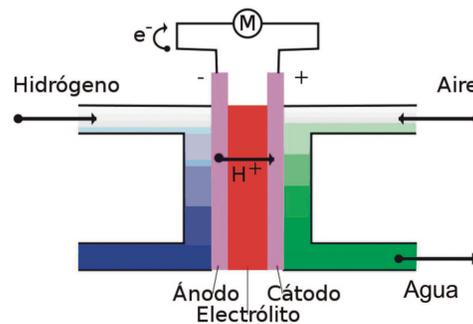
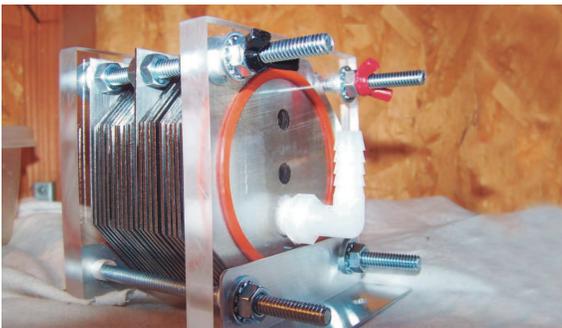


# Celdas de Combustible

**Leomar Acosta-Ballesteros**  
Profesor

Facultad de Ciencias y Tecnología  
Universidad Tecnológica de Panamá

Alternativa energética acorde con el desarrollo sostenible y el cuidado del ambiente



Actualmente la tecnología ocupa un lugar relevante en nuestra sociedad. Esto produce, entre otras cosas, incrementos en la demanda eléctrica, sin dejar de crecer.

Las formas tradicionales de producción de energía basada en combustibles fósiles, presionan fuertemente el ambiente al producir gases de invernadero, como el monóxido de carbono (CO), y contaminantes basados en Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxido de sulfuro (SO<sub>x</sub>). Estudios recientes, indican que las emisiones contaminantes antropogénicas, aumentaron un 80%, en el último cuarto del siglo pasado, llevando la temperatura del planeta a incrementarse entre 2,5 a 6,0 °C. Además, las fuentes de combustibles fósiles tendrán un máximo

(Teoría del pico de Hubbert) y la mayor parte de las centrales nucleares del mundo, alcanzarán su vida útil a mediados de este siglo (y los residuos nucleares son muy costosos de manejar). Este panorama compromete seriamente nuestro desarrollo. Una posible solución, es utilizar celdas de combustible, como fuente de energía.

Son un sistema de flujo estable, de tipo galvánica, donde tanto el combustible como el oxidante se suministran desde una fuente externa, transformando la energía química en eléctrica, sin combustión, sin contaminar el aire y el agua, en un proceso directo, mediante reacciones de reducción y oxidación en presencia de un catalizador. Sus productos principales son la corriente eléctrica, el calor

y el agua. Son dispositivos electroquímicos similares a las baterías convencionales. Tienen en común los electrodos positivos, negativos y el electrolito. Pero a diferencia de las baterías, donde el suministro de energía es por un intervalo de tiempo definido, luego del cual deben ser recargadas o desechadas, las celdas de combustible producen energía eléctrica, mientras reciban combustible y oxidante.

Fueron ideadas por el inglés William Robert Grove, a partir de un experimento realizado en 1839. Su experimento, consistió en generar electricidad a partir de reacciones químicas entre el hidrógeno y el oxígeno, en un proceso inverso a la electrólisis. Unió cuatro celdas, cada una formada por un electrodo con hidrógeno

y otro con oxígeno, separados por un electrolito. La reacción generaba una pequeña corriente eléctrica. Estos resultados, no despertaron mucho entusiasmo. Pasarían casi 120 años, para que en 1960 la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, las aplicase innovadoramente, en los proyectos Apolo y Géminis.

Como todo dispositivo, tienen ventajas y desventajas. Entre sus ventajas están: alta eficiencia por celda (hasta el 70%), lo cual permite que la eficiencia del sistema sea independiente del tamaño de la planta,

cero emisión y ruido, mantenimiento sencillo por la falta de partes móviles (simplicidad), algunas expulsan grandes cantidades de calor, la cual puede emplearse para calentar agua o calefacción, aumentado la eficiencia del sistema (cogeneración), utilizan diversos tipos de combustibles y electrodos, tienen altas densidades energéticas (es tres veces la de un dispositivo que funcione con gasolina), carácter modular de las celdas, abaratando costos, etc. Entre sus principales desventajas tenemos: mayor costo de inversión (el kW por celda de combustible es de B./ 4

500,00 mientras que, para un generador a base de diésel, el costo es de B./ 1 500,00 por kW Hora), pocos proveedores con respecto a otras fuentes convencionales de energía, ciclo de vida reducido y pérdida de la eficiencia con el tiempo, por desgastes de los electrodos, uno de los principales combustibles de las celdas, es el hidrógeno. El manejo y producción del mismo, es costoso con la actual tecnología, por otro lado, las empresas no están preparadas para manejar y producir la cantidad necesaria de Hidrógeno para suplir la demanda de consumo energético.

En la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Tecnológica de Panamá, se investiga cómo aumentar la vida útil de las celdas de combustible y también mejorar la producción de hidrógeno, a partir de materiales de desecho, por medio de trabajos de graduación de la Maestría en Ciencias Física.

A continuación, se presenta una tabla con las principales celdas y sus principales características.

Tabla 1. Tipos de celdas de combustible

DENOMINACIÓN DE LA CELDA DE COMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICA			
	Ánodo	Cátodo	Electrólito	Aplicaciones
DE MEMBRANA DE INTERCAMBIO PROTÓNICO	Platino		A base de agua	Vehículos
DE METANOL	Platino Rutenio	Platino	A base de membrana polimérica	A base de membrana polimérica
DE ÁCIDO FOSFÓRICO	Papel de Carbón cubiertos con catalizadores de Platino		De ácido fosfórico líquido en una matriz de silicio carburo	Generadores estacionarios de 100 kW a 400 kW.
ALCALINAS	Níquel y óxido de Níquel	Carbono dopado con Platino.	De Hidróxido de Potasio en agua (solución alcalina)	Utilizada en el transbordador espacial de la NASA y el proyecto Apolo.
ÓXIDO SÓLIDO	Diferentes de materiales (no platino)		Óxido de Zirconio en una matriz cerámica porosa.	Generadores estacionarios para casas, comercio o móviles como los trenes del orden del kilowatts.
DE CARBONATO FUNDIDO	Diferentes de materiales (no platino)		Sal carbonatada molten, suspendida en una matriz cerámica porosa.	Plantas de orden de los megawatts, se utiliza en combinación con plantas térmicas.