

# OPTIMIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA CELDA DE ELECTRODIÁLISIS INVERSA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA POR MEDIO DE GRADIENTE SALINO

Elier Sandoval Sánchez, Ziomara de la Cruz Barragán, Alejandro Martínez Flores y Edgar Mendoza Baldwin

Instituto de Ingeniería UNAM, esandovals@iingen.unam.mx, zdelacruz@iingen.unam.mx, amartinezf@iingen.unam.mx, emendozab@iingen.unam.mx

## Introducción

Los dispositivos de electrodiálisis inversa (RED) son dispositivos que utilizan la diferencia de concentración de sal disuelta en dos masas de agua puestas en contacto a través de una membrana ion selectiva para generar energía eléctrica Figura 1.

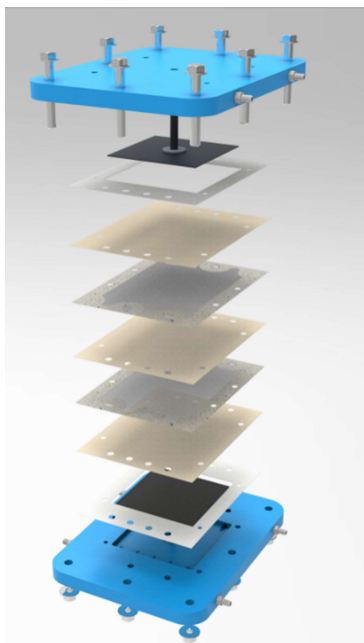


Figura 1. Disposición de un dispositivo RED.

La producción de energía en los dispositivos RED es resultado de una combinación de diversos procesos electroquímicos y fenómenos de transporte que, dependiendo con la sal que se esté trabajando y del arreglo de la celda RED, requerirán distintas características hidrodinámicas, geometría del dispositivo, gasto y propiedades de la solución de alimentación.

Partiendo de un diseño previo desarrollado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM (De la Cruz, 2020), se optimizó y caracterizó una celda RED a fin

de establecer las condiciones en que ofrece mayor producción de energía.

## Fabricación de dispositivo

Los principales componentes de los dispositivos RED son:

- Membranas de intercambio iónico. Son el corazón de los dispositivos RED, se encargan de generar el movimiento de iones.
- Espaciadores. Son estructuras abiertas que separan las membranas y permiten el flujo de agua entre ellas.
- Electrodos. Son los colectores de corriente del sistema, se encargan de “capturar” los electrones liberados por las reacciones redox.
- Placas terminales. Se encargan de distribuir los fluidos y de dar soporte al dispositivo.

Los dispositivos RED se pueden optimizar ajustando el tipo de membrana, la distancia entre membranas, el área activa de la membrana, el tamaño y geometría de la celda, las concentraciones de sales disueltas, la velocidad de flujo, el tiempo de residencia, el espesor y la geometría de los espaciadores (Cipollina & Micale, 2016) (Vermaas, Guler, Saakes, & Nijmeijer, 2012)

## Optimización

Las membranas de intercambio iónico se pueden dividir, con respecto a su estructura y procedimiento de preparación, en dos categorías: membranas homogéneas y heterogéneas. Las IEM heterogéneas (Figura 2) son, en promedio, de menor costo, pero solo alcanzan una densidad de potencia máxima de 1.5 W/m<sup>2</sup> en aplicaciones RED. Las IEM homogéneas pueden alcanzar densidades de potencia de hasta 3 a 5 W/m<sup>2</sup> debido a una menor

resistencia de la membrana (Długolecki, Nymeiijer, Metz, & Wessling, 2008).

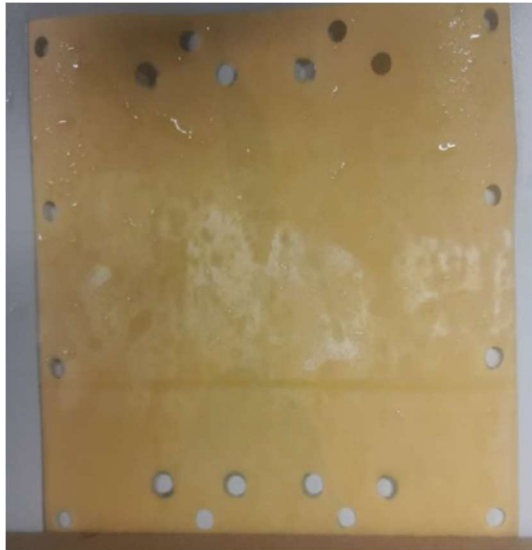


Figura 2. Membrana heterogénea.

Con base en los resultados presentados por de la Cruz 2020, es recomendable probar IEM homogéneas en el armado de sistemas RED. El rendimiento de la celda reportada en dicho trabajo se puede incrementar significativamente con el uso de este tipo de membranas, ya que al tener mayor permselectividad se reduce la resistencia eléctrica de la celda, obteniendo mayor potencia neta.

### Electrodos

En la versión anterior del dispositivo se usaron electrodos de titanio sin ningún recubrimiento (Figura 3), los cuales no mostraron un desempeño adecuado al generar muy poca corriente. Se comprobó que para incrementar la densidad de potencia es necesario un catalizador que actúe en la superficie del electrodo que maximice las reacciones óxido-reducción.

### Espaciadores

El espesor del espacio existente entre las dos membranas que forman el par de celdas tiene influencia directa en la resistencia del sistema. Si los espaciadores tienen mayor espesor las propiedades

de las membranas son menos relevantes, ya que será menos eficiente el intercambio iónico. Sin embargo, cuando el espaciador es demasiado pequeño el consumo de energía de bombeo aumentará significativamente debido a la alta caída de presión sobre las membranas y se convierte en el factor limitante en un proceso.



Figura 3. Electrodo de titanio sin recubrimiento.

### Referencias

Cipollina, A., & Micale, G. (2016). Sustainable Energy from Salinity Gradients. Woodhead Publishing.

de la Cruz, Z. (2020). Aprovechamiento del potencial energético de gradiente salino con electrodiálisis inversa. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Długolecki, P., Nymeiijer, K., Metz, S., & Wessling, M. (2008). Current status of ion exchange membranes for power generation from salinity gradients. *Journal of Membrane Science*, 319(1–2): 214–222.

Vermaas, D. A., Guler, E., Saakes, M., & Nijmeijer, K. (2012). Theoretical power density from salinity gradients using reverse electro dialysis. *Energy Procedia*, 20: 170–184.



1er Congreso Internacional  
**CEMIE-Océano**



