

CARACTERIZACIÓN Y PARAMETRIZADO DE MEMBRANAS DE PVA SULFONADO Y CON ÓXIDO DE GRAFENO PARA SU USO EN DMFC



C. González Guisasola^{1,a}, S. Sánchez-Ballester^{1,b}, A. Ribes-Greus¹
V. Soria Sanchis²



(a) Programa de Doctorado en Sistemas Propulsivos en Medios de Transporte, (b) Programa de Doctorado de Ingeniería y Producción Industrial

(1) Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Instituto de Tecnología de Materiales (ITM), Universitat Politècnica de València (UPV) Camino de Vera S/N, 46022, Valencia, Spain, aribes@ter.upv.es

(2) Universitat de València de Estudi General (UVEG), Instituto de Ciencia de los Materiales (ICMUV), Valencia, Spain,

1. Introducción

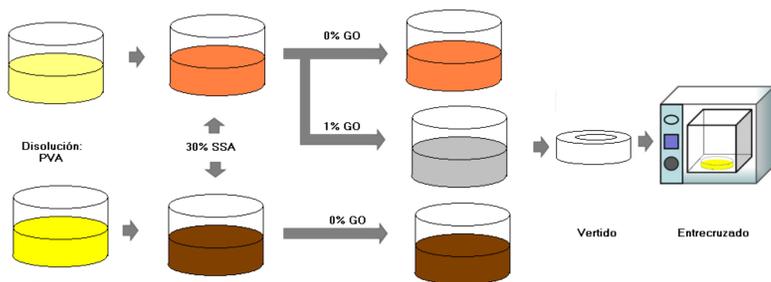
Las membranas comerciales de **Nafion** son los electrolitos de referencia en pilas de combustible de membrana de intercambio protónico (**PEMFC**). Sin embargo su elevado coste y su baja conductividad cuando la humedad no esta controlada limitan sus aplicaciones a gran escala. En la búsqueda de nuevos materiales, las membranas de alcohol polivinílico (**PVA**) entrecruzadas con ácido sulfosuccínico (**SSA**) constituyen una alternativa económicamente viable, si se mejoran sus propiedades de conductividad y estabilidad mecánica.

El presente trabajo tiene como **objetivo** evaluar membranas elaboradas con PVA, PVA sulfonado y PVA con óxido de grafeno cuando se las utiliza en monoceldas de combustible. Se pretende obtener un modelo fiable y seguro para poder construir un stack con estas membranas como sustitutos del Nafion.

Para ello, primero se han preparado varias membranas por vertido. Segundo, se ha parametrizado un modelo 1D realizando pruebas de despolarización isoterma para obtener el valor de la corriente de fugas y pruebas en un banco de ensayo de pilas de combustible a temperatura ambiente. Y por último, se ha formulado un modelo con las variables calculadas.

2. Metodología experimental

2.1 Preparación de las membranas

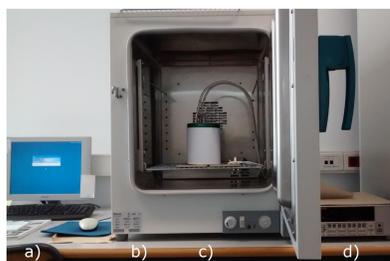


Material	Formulación	Abreviatura
Alcohol polivinílico (130kDa) entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 30% en peso.	Polivinil alcohol entrecruzado con SSA	PVA-69/SSA-31
Alcohol polivinílico (130kDa) entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 15% en peso.	Polivinil alcohol entrecruzado con SSA	PVA-83/SSA-17
Alcohol polivinílico (130kDa) sulfonado y entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 30% en peso.	Sulfo-Polivinil alcohol entrecruzado con SSA	sPVA-70/SSA-30
Alcohol polivinílico (130kDa) sulfonado y entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 15% en peso.	Sulfo-Polivinil alcohol entrecruzado con SSA	sPVA-82/SSA-18
Alcohol polivinílico (130kDa) con óxido de grafeno 1% y entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 30% en peso.	Polivinil alcohol con óxido de grafeno y entrecruzado con SSA	PVA-69/GO-1/SSA-30
Alcohol polivinílico (130kDa) con óxido de grafeno y entrecruzado con ácido sulfosuccínico al 15% en peso.	Polivinil alcohol con óxido de grafeno y entrecruzado con SSA	PVA-81/GO-1/SSA-18

2.2 Caracterización eléctrica de las membranas

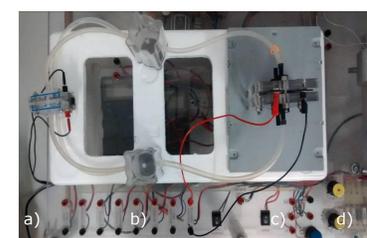
Corrientes de despolarización isoterma

- a) Equipo de captura de datos
- b) Estufa Heraeus T16
- c) Celda de medida
- d) Femtoamperímetro Keithley 6430



Ensayos de potencia

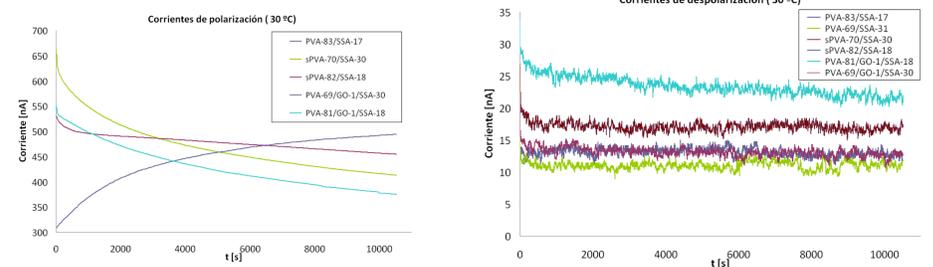
- a) Electrolizador de agua
- b) Depósitos y humidificador
- c) Monocelda de ensayo
- d) Década de resistencias
- e) Amperímetro Keithley 2410 *
- f) Voltímetro Fluke 73*



* (no en la imagen)

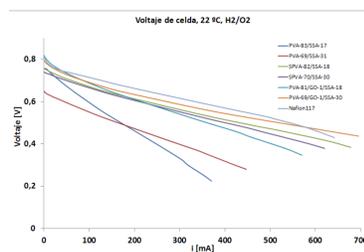
3. Resultados experimentales

3.1 Curvas de polarización-despolarización isoterma



Durante la polarización del material la corriente registrada cambia hasta alcanzar un valor meseta que representa la corriente de conducción.

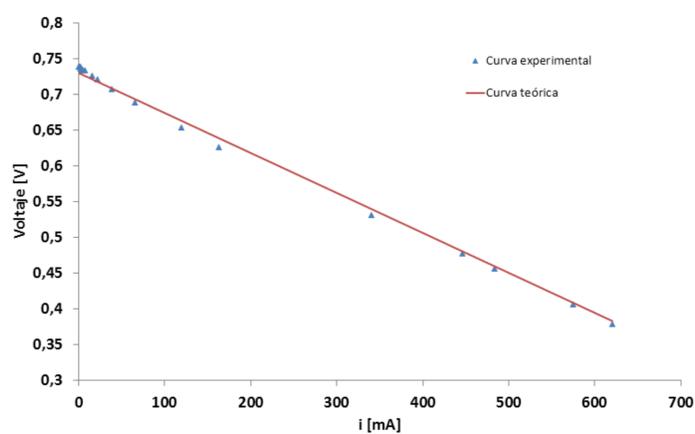
3.2 Curvas de potencia



La curva de potencia del Nafion se considera como referencia. Los materiales de PVA mostraron comportamientos muy similares a los del Nafion.

Membrana	Punto de máxima potencia, (mW)	Corriente de conducción, (μA)	Parámetro de ajuste, ξ
PVA-69/SSA-31	126,75	85,72	0,90
PVA-83/SSA-17	99,63	0,06	0,65
SPVA-70/SSA-30	235,01	0,41	1,30
SPVA-82/SSA-18	260,31	0,45	0,90
PVA-69/GO-1/SSA-30	303,79	0,49	1,60
PVA-81/GO-1/SSA-18	201,93	0,37	1,30
Nafion 117	276,83	134,94	0,69

4. Modelo matemático 1D del comportamiento de la pila de combustible



$$\Delta V(i) = E_o - \eta_{act} - \xi \cdot R \cdot i$$

- E_o es el voltaje termodinámico y en este caso al usarse hidrógeno como combustible vale 1.23 V.
- Los sobrevoltaje de activación del electrodo, se consideran constantes y se determinan por la media de los valores en circuito abierto de la pila de combustible, $\eta_{act} = 4.49$ mV.
- El cálculo de la resistencia de la membrana viene dado por la fórmula:

$$R_m = d / (i_o \cdot A),$$
 donde d = espesor, A = área, i_o = corriente de fugas
- ξ depende de la humedad de la membrana y tiene un rango de [0.65, 1.60].

5. Conclusiones

Los resultados de las curvas de potencia muestran que las membranas de PVA y PVA sulfonado entrecruzadas con SSA y con grafeno presentan resultados similares al Nafion. Se ha propuesto un modelo teórico para modelizar el comportamiento de la pila y el error es menor al 8 % con respecto a los resultados experimentales.