

Desarrollo de Electrolitos Basados en Líquidos Iónicos para su Aplicación en Nuevos Dispositivos Electroquímicos de Almacenamiento de Energía

-Plan de Investigación-

Doctorando: Paula Navalpotro

Directores: Dra. Rebeca Marcilla

Dr. Jesús Palma

Unidad de Procesos Electroquímicos –IMDEA Energía

Tutora: Dra. Pilar Ocón

Universidad Autónoma de Madrid

www.energia.imdea.org



Indice

- 1. Motivación y estado del arte**
- 2. Objetivos y plan de trabajo**
- 3. Resultados**
- 4. Plan de financiación**

1. Motivación y estado del arte

Fuentes de energía renovables



Intermitentes / Fluctuaciones



Necesidad de almacenamiento



Sistemas Electroquímicos de Almacenamiento de Energía



Supercondensadores

Baterías



Densidad de Potencia



Densidad de Energía





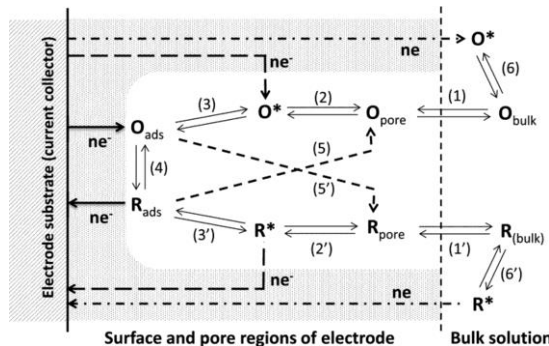
Componentes Básicos

Electrolito

Electrolitos
con Especies Activas

Electrodos

Modificaciones
materiales carbonosos



Electrolitos REDOX

Naturaleza

Especies Activas

Acuoso

No-Acuoso

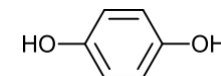
Inorganicas

**Moléculas
orgánicas**

↑ potencia

↑ ventana
electroquímica

Metales de transición
Halógenos
...



2. Objetivos y plan de trabajo

NUEVOS ELECTROLITOS REDOX

basados en líquidos iónicos con moléculas orgánicas
y su **APLICACIÓN** en:

i) supercondensadores híbridos

ii) nuevo concepto de batería de flujo sin membrana.

Objetivo 1: Formulación de electrolitos redox. (M1- M5)

Objetivo 2: Preparación de electrodos (M2-M5)

Objetivo 3: Montaje y caracterización de SCs híbridos. (M7-M12)

Objetivo 4: Desarrollo de sistemas bifásicos → electrolitos redox inmiscibles (M13-M20)

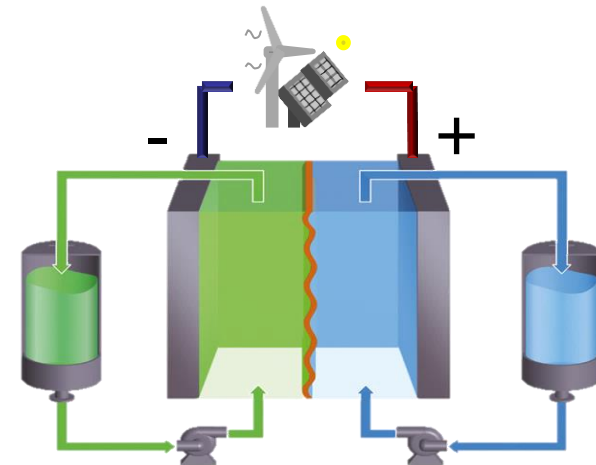
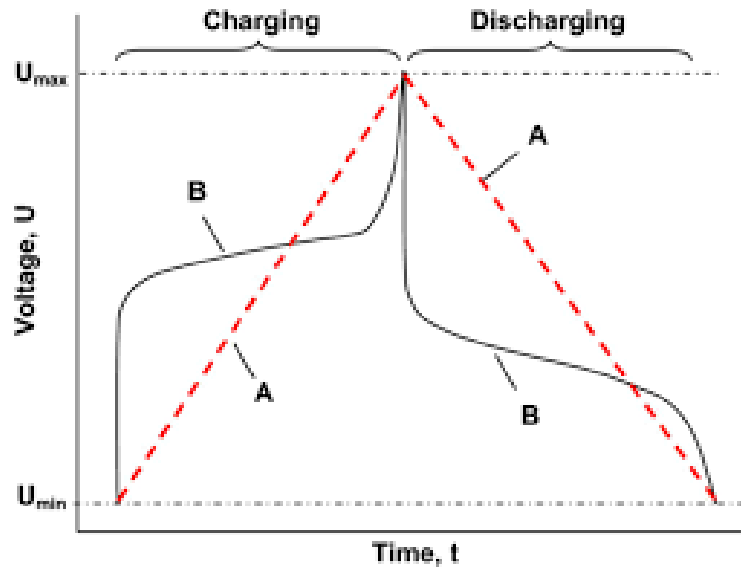
Objetivo 5: Montaje y caracterización de baterías estáticas sin membrana (M20-M28)

Objetivo 6: Diseño y simulación de una batería de flujo sin membrana. (M28-M36)



3. Resultados

- **Supercondensadores Híbridos**
- Nuevo Concepto De Batería Sin Membrana



I) Supercondensadores Híbridos



Voltage

High Voltage: Ionic Liquids (ILs)

&



Capacitance

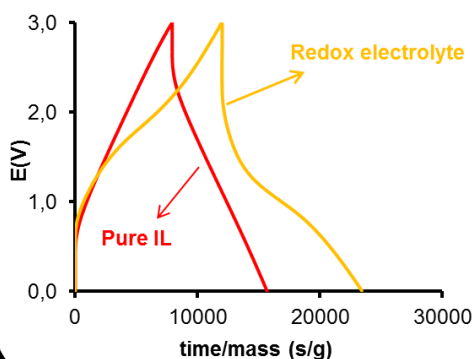
High Capacitance: Faradaic Contribution

Organic Redox-Active Molecules

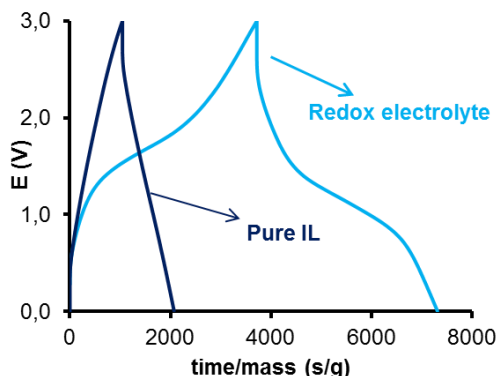
Celda Swagelok



PICA Carbon



VULCAN Carbon



$$E_{real} = I \int_{t_i}^{t_f} V dt$$

**Energía Aumento
400%**



Journal of Power Sources 306 (2016) 711–717



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Power Sources

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jpowsour



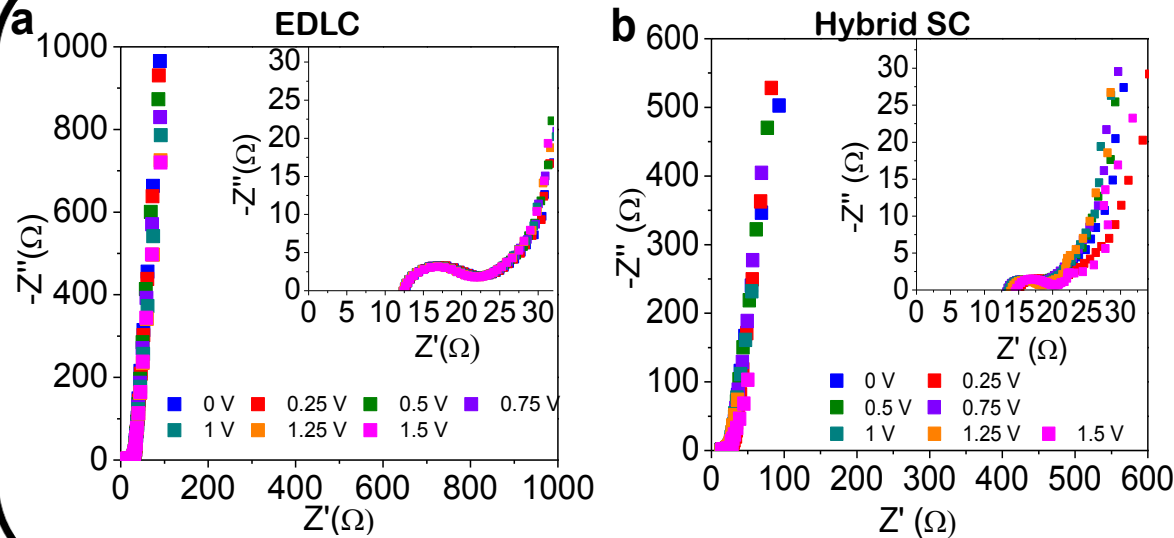
High performance hybrid supercapacitors by using
para-Benzoquinone ionic liquid redox electrolyte

Paula Navalpotro ^a, Jesús Palma ^a, Marc Anderson ^{a,b}, Rebeca Marcilla ^{a,*}



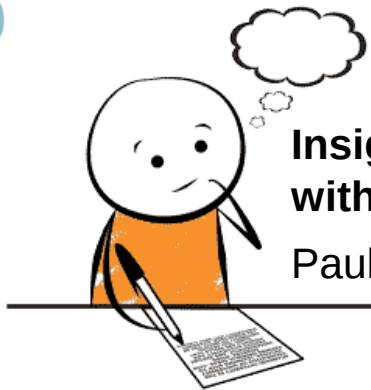
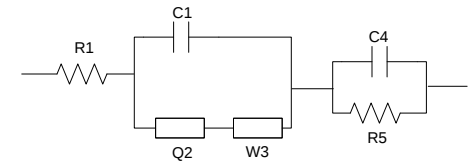
I) Supercondensadores Híbridos

ESTUDIO Espectroscopía de IMPEDANCIA



$$C(f) = C'(f) - j C''(f)$$

$$= \frac{-Z''(f)}{f |Z(f)|^2} - j \frac{Z'(f)}{f |Z(f)|^2}$$

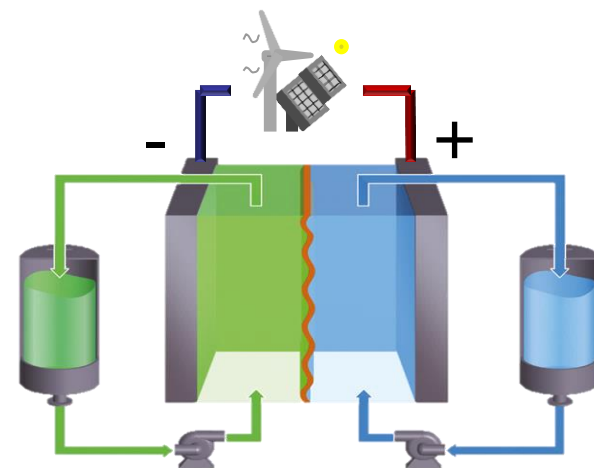
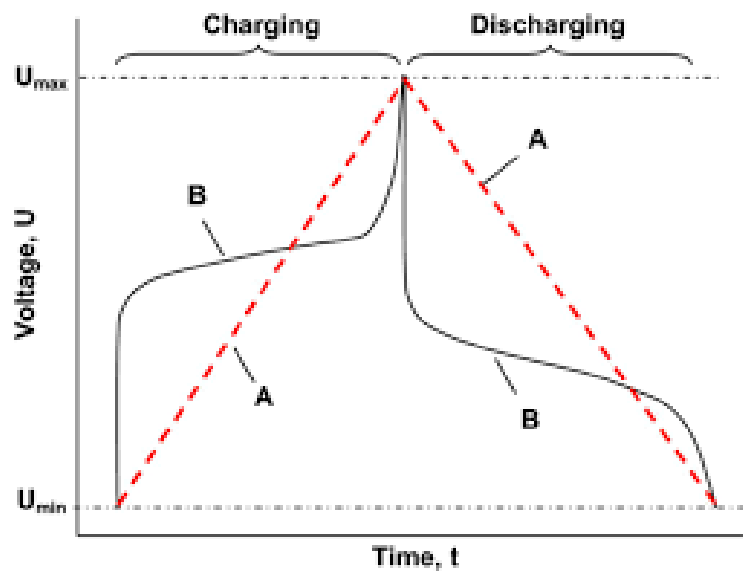


Insights into the Energy Storage Mechanism of Hybrid Supercapacitors with Redox Electrolytes by Electrochemical Impedance Spectroscopy

Paula Navalpotro^a, Marc Anderson^{a,b}, Rebeca Marcilla^a, Jesús Palma^{a*}

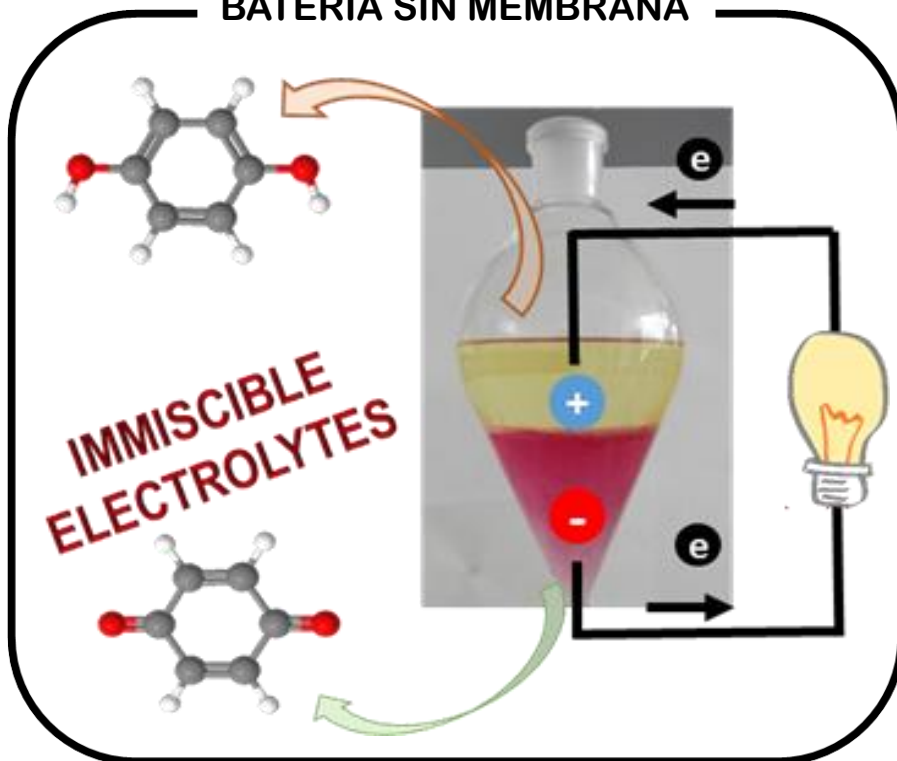
3. Resultados

- Supercondensadores Híbridos
- **Nuevo Concepto De Batería Sin Membrana**



II) Nuevo Concepto Batería Sin Membrana

BATERÍA SIN MEMBRANA



VENTAJAS

-  Coste y Mantenimiento
-  Sencilla y Versátil

CARACTERÍSTICAS

- ✓ Sin Membrana
 - ↪ Electrolitos Inmiscibles
- ✓ Sin Sales Metálicas
 - ↪ Moléculas Redox Orgánicas
- ✓ Versátil
 - ↪ 2 Modos de operación
 - Flujo
 - Estática
 - ↪ Diferentes combinaciones Electrolitos
 - Acuoso-Acuoso
 - Acuoso- No Acuoso
 - No Acuoso-No Acuoso

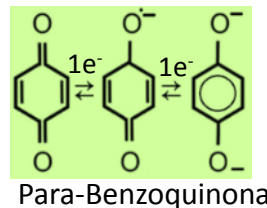
II) Nuevo Concepto Batería Sin Membrana

EJEMPLO



Anolito

Fase NO Acuosa
pBQ in $\text{PYR}_{14}\text{TFSI}$

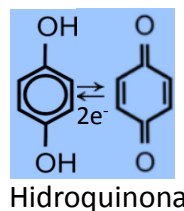


SIN MEMBRANA

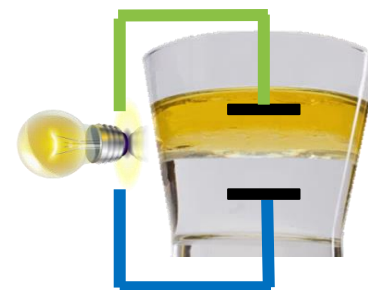


Catolito

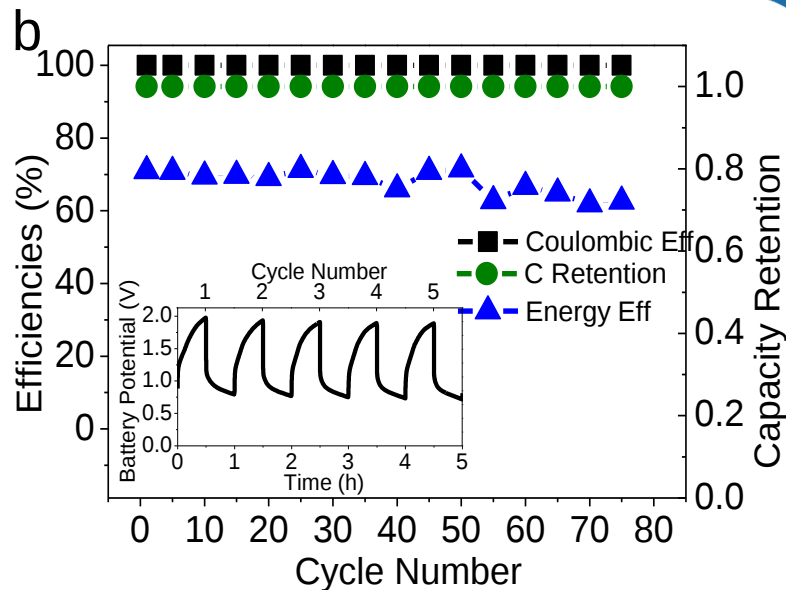
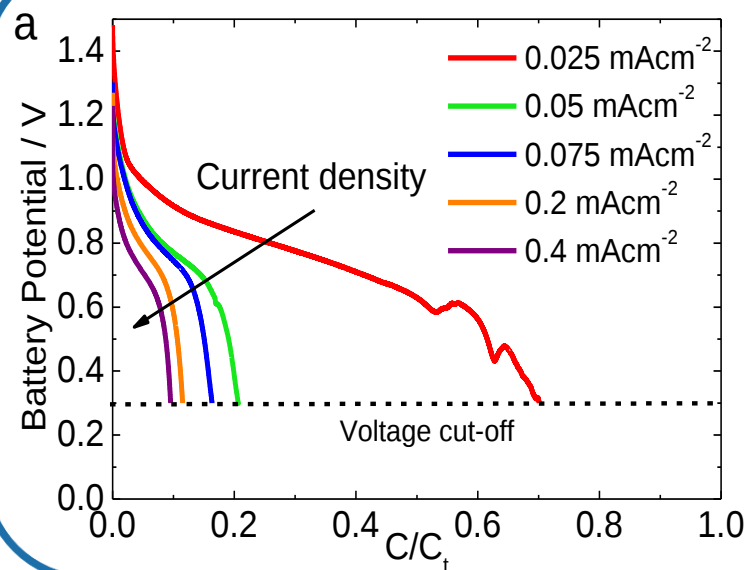
Fase Acuosa
 H_2Q in H_2O (0.1M HCl)



Demostración
de Concepto



Caracterización electroquímica





Publicaciones

- Artículo: “An Innovative Concept of Membrane-Free Redox Flow Battery by Using Two Immiscible Redox Electrolytes”,
Autores: Paula Navalpotro, Jesús Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla*.
en revisión revista *Angewandte Chemie* (F.I. 11.5)
- manuscrito :“Versatility of Membrane-Free Battery: an Electrolytes’ Game”,
autores son: Paula Navalpotro, Jesús Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla*

PATENTE:

- Solicitud de patente nº 201630327, titulada “Batería Redox con Electrolitos Inmiscibles”.
Fecha de depósito: 21/03/2016.
Inventores : Paula Navalpotro, Rebeca Marcilla, Jesús Palma, Marc Anderson.

4. Plan de financiación y Movilidad

FINANCIACIÓN:

- Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO)



beca “Ayuda para la formación de doctores” (antigua FPI) ref. BES-2013-063098

Proyecto: “Desarrollo de Supercondensadores de Altas Prestaciones mediante el uso de Electrolitos Basados en Líquidos Iónicos” ref. ENE2012-31516

ESTANCIA de INVESTIGACIÓN : Ayuda para Estancias- BECA FPI

“Procesos y Productos de Termodinámica Aplicada” Prof. J.Coutinho

Instituto de Materiales CICECO -Universidad de Aveiro (Portugal)



Termodinámica de sistemas acuosos bifásicos
y su aplicación en innovadoras baterías sin membrana



Muchas Gracias



Unidad de Procesos Electroquímicos