



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Capacidad sensora de las reacciones electroquímicas del polipirrol.

Hacia el origen de la propiocepción natural y artificial.

Samuel Beaumont Alcázar



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Índice

1. Preámbulo y estado del arte

2. Motivación y objetivos

3. Plan de trabajo

3.1. Estudio previo

3.2. Parte experimental

3.3. Resultados

4. Estado actual de la investigación

4.1. Ejemplo de resultados obtenidos

4.2. Artículos enviados

4.3. Comunicaciones en congresos



Universidad
Politécnica
de Cartagena

1

Preámbulo y estado del arte



Los músculos naturales sienten su entorno

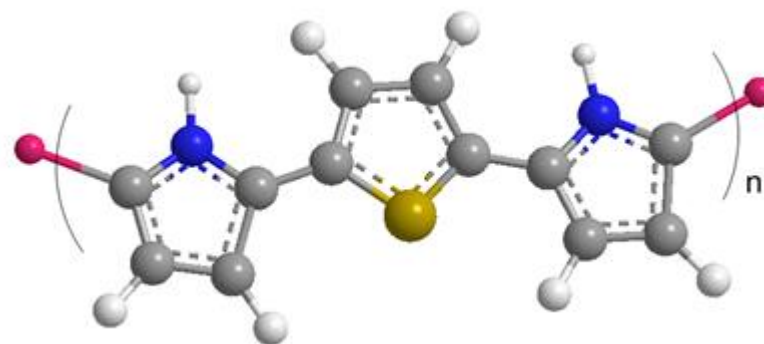
Fatiga muscular



Temperatura ambiental

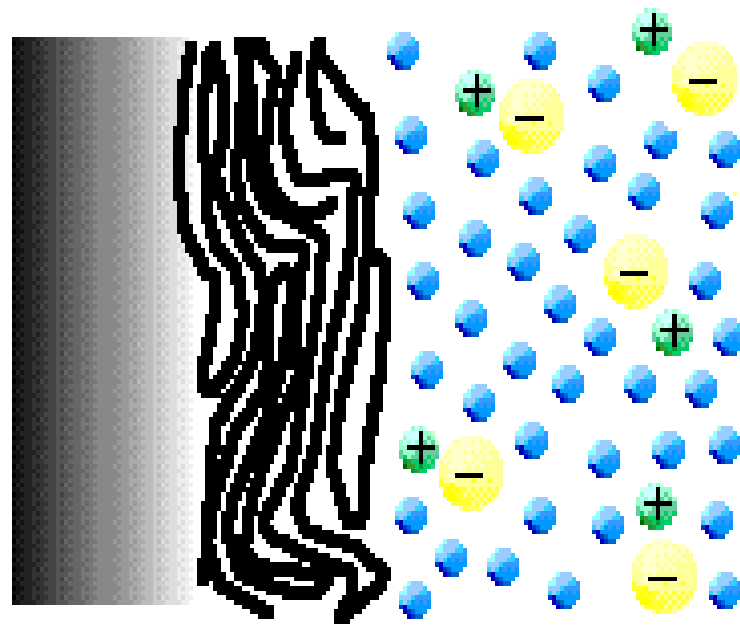
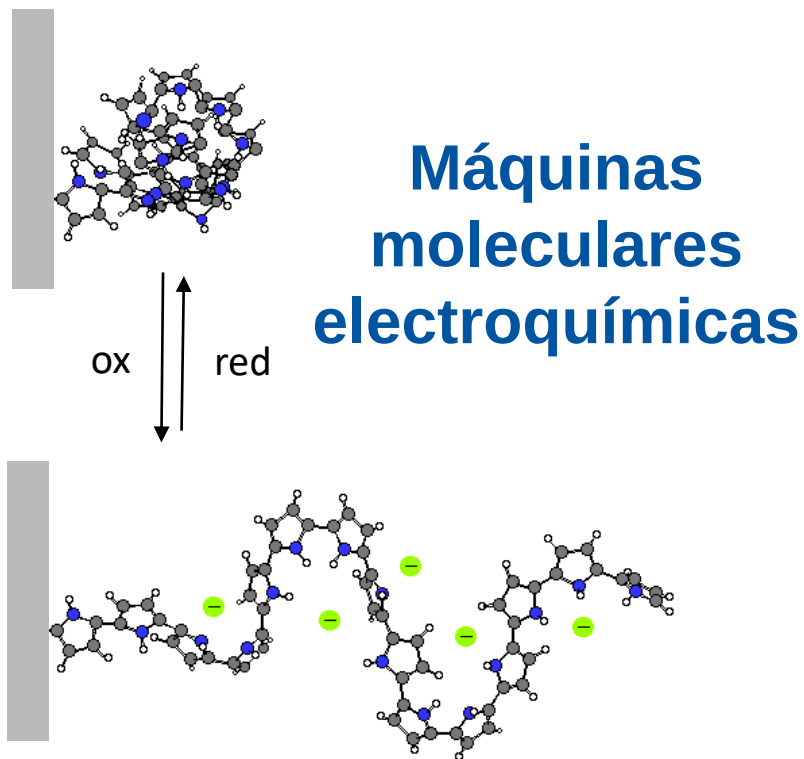
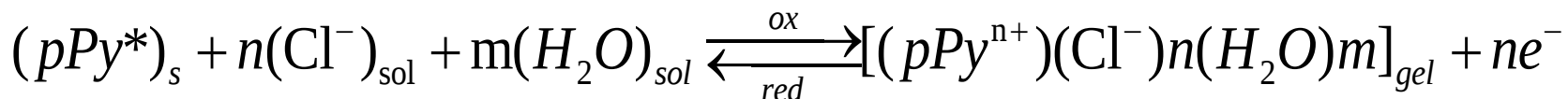


**Los polímeros
conductores
imitan funciones
biológicas**





¿Es la propia reacción el origen de la propiocepción?



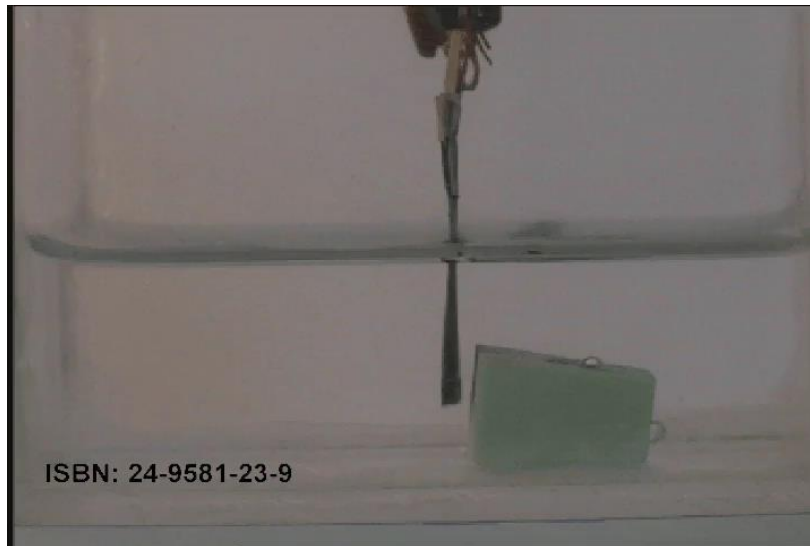
Metal

Cadena
polimérica

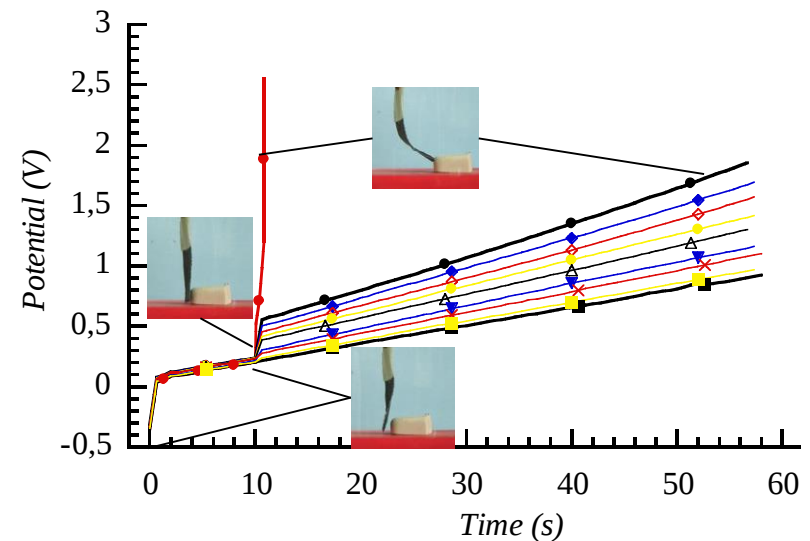
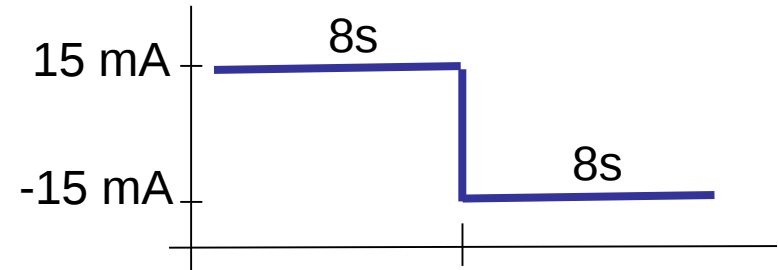
Medio
acuoso



Desarrollo de dispositivos sensores actuadores



**La evolución
del potencial muscular
responde a las
perturbaciones
externas**



Adv. Mat. 15, 279-282 (2003)
Nature highlight 2003



Universidad
Politécnica
de Cartagena

2

Motivación y objetivos



Motivación

- ❖ Explorar las reacciones electroquímicas de los polímeros conductores como auto-sensoras de su entorno energético.
- ❖ Estudiar la extensión de la reacción, la energía consumida o la evolución del potencial como posible origen de la señal sensora.
- ❖ Tratar de explicar, con los resultados alcanzados, el funcionamiento de los músculos hápticos y su comunicación con el cerebro .



Objetivos

- ❖ Estudio sistemático de las cargas y energías consumidas, así como la evolución del potencial (magnitudes sensoras) durante las reacciones electroquímicas de polímeros conductores.
- ❖ Tratar de demostrar que es la propia reacción del polímero la que origina las señales sensoras de las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y eléctricas.
- ❖ Descripción teórica para cada variable experimental del nuevo principio sensor: ***cualquier perturbación de las condiciones energéticas de la reacción es detectada por la energía consumida (o cualquiera de sus componentes) durante la reacción.***



Universidad
Politécnica
de Cartagena

3

Plan de trabajo



3.1. Estudio previo

1

- Estudio de la bibliografía y el estado del arte

2

- Elección del polímero de estudio

3

- Optimización de las condiciones de síntesis del polímero



3.2. Parte experimental

Programación y realización de las series experimentales

Control
electro-
químico

SENSOR QUÍMICO: diferentes electrolitos y disolventes
SENSOR TÉRMICO: diferentes temperaturas de trabajo
SENSOR ELÉCTRICO: diferentes variables eléctricas

Técnicas
electro-
químicas

BARRIDOS CÍCLICOS DE POTENCIAL: voltamperometría
ONDAS CUADRADAS DE POTENCIAL: cronoamperometría
ONDAS CUADRADAS DE CORRIENTE: cronopotenciometría



3.3. Resultados

1

- Adquisición y tratamiento de datos

2

- Discusión de resultados

3

- Escritura de los manuscritos para publicaciones

4

- Escritura y defensa de la tesis



Universidad
Politécnica
de Cartagena

4

Estado actual de la investigación



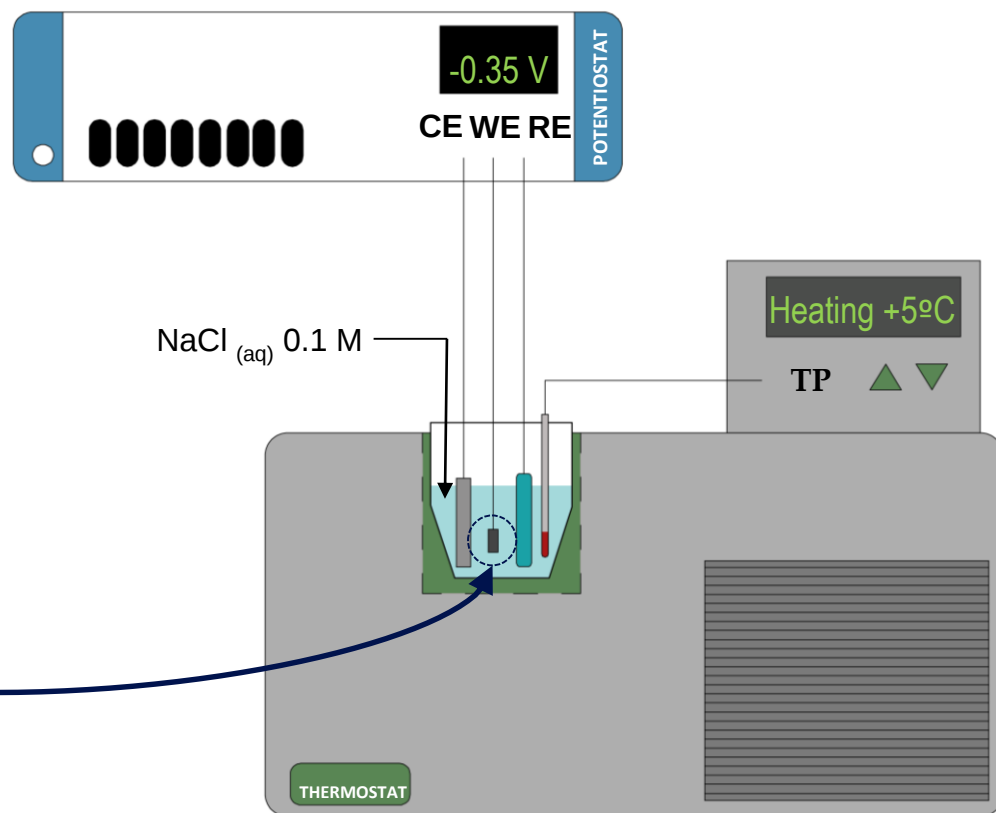
4.1. Muestra de resultados obtenidos

Las reacciones de oxidación/reducción del **polipirrol** como sensoras de la **temperatura**

Estudio mediante ondas cuadradas de **potencial** y **corriente**

Polipirrol sobre electrodo de platino

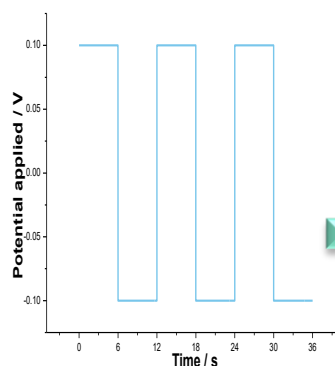
CE (Counter electrode): Stainless steel sheet.
WE (Working electrode): Platinum sheet.
RE (Reference electrode): Ag/AgCl (3M KCl).
TP : Temperature probe.



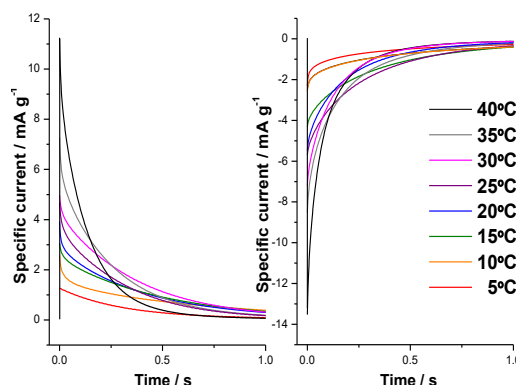


4.1. Muestra de resultados obtenidos

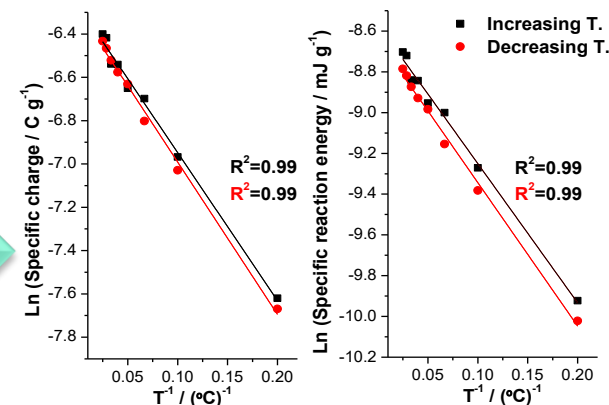
Salto de potencial aplicados



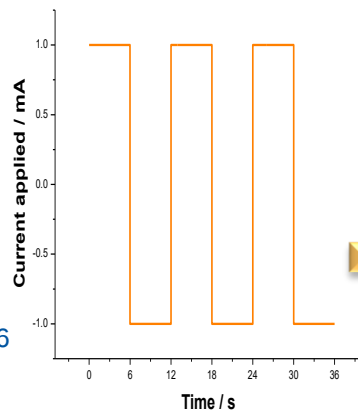
Respuesta cronoamperométrica



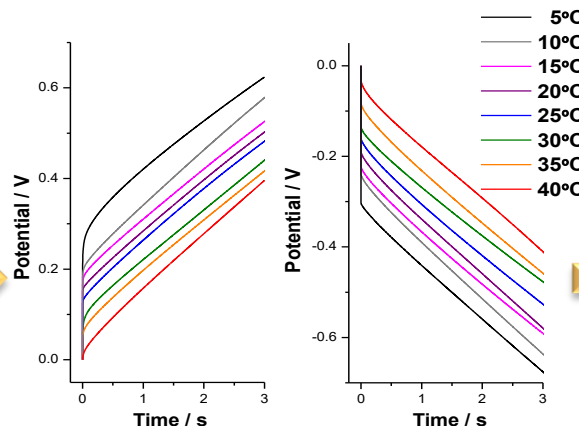
Sensor de temperatura



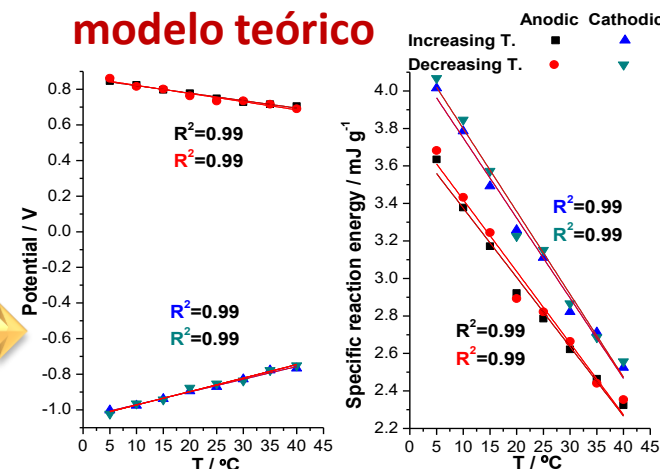
Salto de corriente aplicados



Respuesta cronopotenciométrica



Los resultados se ajustan al modelo teórico





4.2. Artículos enviados

- ❖ **Chemical sensors from the cooperative actuation of multistep electrochemical molecular machines of polypyrrole: voltammetric study.**

Toribio F. Otero and Samuel Beaumont.

Sensors & Actuators B: Chemical, 2017

- ❖ **Polypyrrole redox reactions as sensors of the electrolyte concentration: potentiostatic and galvanostatic study. Trying to replicate muscle's fatigue signals.**

Toribio F. Otero and Samuel Beaumont.

Sensors & Actuators B: Chemical, 2017

- ❖ **The cooperative actuation of multistep electrochemical molecular machines senses the working temperature: voltammetric study.**

Toribio F. Otero and Samuel Beaumont.

¹⁷ *Bioelectrochemistry, 2017*



4.3. Comunicaciones en congresos

- ❖ **Mimicking muscle fatigue sensing. The cooperative actuation of multistep electrochemical molecular machines senses the electrolyte concentration.**

Samuel Beaumont, Toribio F.Otero.

*7th international conference on Electromechanically Active Polymer (EAP) transducers & artificial muscles, 2017, **comunicación oral y póster.***

- ❖ **How muscles from cold-blooded animals work? The cooperative actuation of multistep electrochemical molecular machines from polypyrrole senses the temperature.**

Samuel Beaumont, Toribio F.Otero.

*7th international conference on Electromechanically Active Polymer (EAP) transducers & artificial muscles, 2017, **comunicación oral y póster.***



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Capacidad sensora de las reacciones electroquímicas del polipirrol.

Hacia el origen de la propiocepción natural y artificial.

Samuel Beaumont Alcázar