

Implementación de la técnica de voltametría cíclica en la plataforma Android mediante un sistema electrónico basado en tecnología PSoC

Implementation of technical cyclic voltametry on android platform using an electronic system based on PSoC technology

Álvaro Ángel ARRIETA Álmario ¹; Oscar Camilo FUENTES Amín ²; Jeimy VELEZ-RAMOS ³

Recibido: 31/05/2018 • Aprobado: 15/07/2018 • Publicado: 11/11/2018

Contenido

1. Introducción
 2. Material y métodos
 3. Resultados
 4. Conclusiones
- Reconocimiento
Referencias

RESUMEN:

En este artículo se presenta el desarrollo de una aplicación Android para el control de un sistema electrónico basado en la tecnología PSoC, con el fin de ofrecer una herramienta de análisis electroquímico, portable y de bajo costo. Este aplicativo recibe las señales vía bluetooth del sistema electrónico, donde las procesa y muestra en la pantalla de la aplicación para su análisis. Se realizaron medidas en algunas muestras químicas obteniendo señales donde se observan los diferentes comportamientos de las mismas.

Palabras clave: Android, PsoC, Aplicación, voltametría cíclica.

ABSTRACT:

The aim in this work is present the development of an Android app for the control of an electronic system based on PSoC technology, in order to offer an electrochemical analysis tool, portable and low cost. This application receives the signals via bluetooth from the electronic system, where it is processed and displayed on the application screen for analysis. Measurements were made in some chemical samples obtaining signals where the different behaviors of the same are observed.

Keywords: Android, PSoC, Application, cyclic V



1. Introducción

En algunos sectores de la industria es importante el uso de técnicas de caracterización electroquímica de materiales como herramienta de análisis, una de estas es la voltametría cíclica, la cual se utiliza para obtener información de forma inmediata sobre las reacciones químicas asociadas a los procesos de transferencia electrónica en un material (Adamah et al., 2015; Duan, Tian, Liu & Chang, 2013; Farsi, Pordel & Daghigh, 2014; Huang, Lee & Chin, 2013; Mirković, Lović, Ivić & Mijin, 2014; Warczak, Pisarek & Sadkowski, 2014). Esta consiste en suministrar a un material, un potencial que varía en forma de rampa mientras se registran las corrientes producidas durante la reacción, los datos resultantes se pueden representar en una gráfica de corriente en función de voltaje llamada voltamograma (Flores, 2015).

El potencióstato es el instrumento encargado de aplicar la técnica de voltametría cíclica, este generalmente es un equipo de laboratorio controlado a través de un software basado en la plataforma de Windows (Bajaj, Sowmya, Ramesh & Ahmed, 1995; Dickinson, Ekström & Fontes, 2014; Fourmond et al., 2009; Taghdisi, Danesh, Emrani, Ramezani & Abnous, 2015). Sin embargo, para las aplicaciones en campo donde se requiera realizar análisis electroquímico, es necesario contar con equipos portables que permitan realizar este proceso. Teniendo en cuenta lo anterior, actualmente existe una tecnología que permite miniaturizar circuitos electrónicos, conocida como PSoC (Programmable System-on-Chip). Esta tecnología está basada en los microcontroladores de la familia Cypress, los cuales tienen todo un sistema electrónico reconfigurable dentro de un mismo chip, utilizando bloques analógicos y digitales (Cypress, 2015). En base a esta tecnología se realizó un sistema electrónico con conectividad bluetooth capaz de aplicar la técnica de voltametría cíclica.

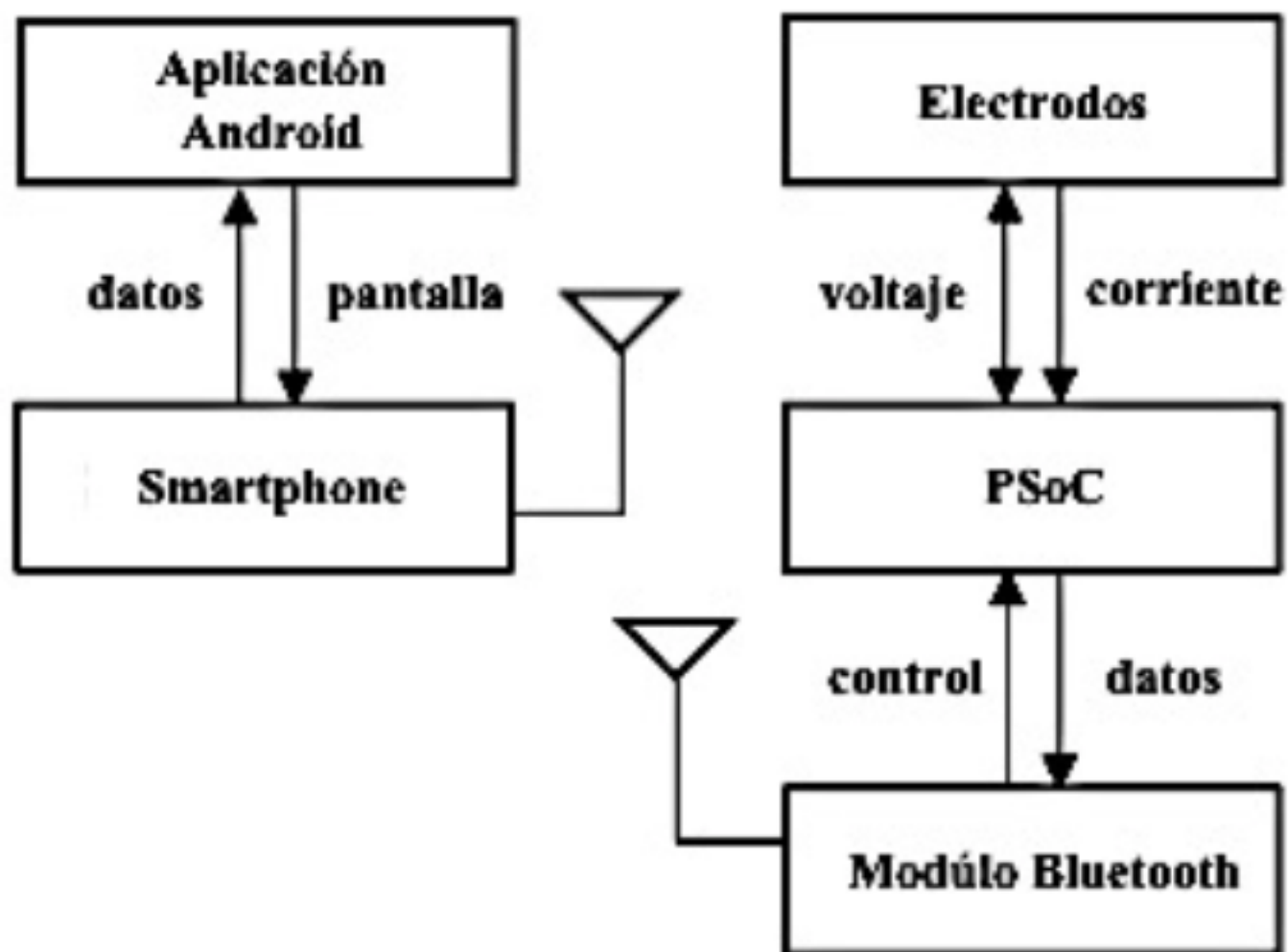
Por otro lado, las aplicaciones basadas en la plataforma Windows están siendo desplazadas por aplicativos móviles, dado que el uso de teléfonos inteligentes o Smartphone se ha generalizado en los últimos años, abriendo fronteras en la electroquímica para la creación de aplicaciones alternativas en la plataforma Android (Arrieta, Fuentes & Palencia, 2015; Boero et al., 2014; Delaney, Doeven, Harsant & Hogan, 2013; Doeven et al., 2015; Kim et al., 2015; Parastar & Shaye, 2015; Zhang et al., 2015; Steinberg, Kassal, Kereković & Steinberg, 2015). A pesar de lo anterior, no es fácil encontrar reportes de un aplicativo para un potencióstato, por lo que se propuso desarrollar un aplicativo Android con conectividad bluetooth, el cual permite controlar parámetros como el rango de voltaje, velocidad de la rampa y el número de ciclos, necesarios en este tipo de aplicación de la técnica de voltametría cíclica.

2. Material y métodos

Para la implementación del aplicativo Android con conectividad bluetooth, la cual debe permitir controlar el sistema electrónico basado en la tecnología PSoC, fue necesario conocer como interactúa el Smartphone con el sistema electrónico. Esta interacción es representada en la figura 1.

Fig. 1

Diagrama Básico del sistema electrónico basado en tecnología PSoC



La aplicación Android debía comprender dos interfaces, la primera para presentar los textos para la definición de los parámetros típicos de la voltametría cíclica correspondientes al voltaje inicial, voltaje máximo, voltaje mínimo, voltaje final, número de ciclos, la velocidad de barrido y un botón para seguir con el experimento (>).

La segunda interfaz debía presentar la gráfica con las coordenadas XY (voltaje vs corriente) correspondiente al voltamograma, tres Textview (Valor de Voltaje, Corriente y tiempo de ejecución) y tres botones correspondientes al inicio de la creación del voltamograma, la detención del voltamograma y el almacenamiento de los valores graficados.

Además, para probar el aplicativo se debían realizar diferentes pruebas con varias muestras químicas, específicamente en Ferrocianuro de Potasio ($K_4Fe(CN)_6$), Cloruro de sodio (NaCl) y Cloruro de Litio (LiCl). Todas las muestras se prepararon a partir de reactivos de calidad analítica y se prepararon disoluciones 0.1 M con agua ultra pura de calidad Milli-Q. A estas muestras se les aplicó la técnica de voltametría cíclica con un rango de potencial de -1 V a 1 V, una velocidad de 100 mv/s, utilizando una configuración de tres electrodos; un electrodo de referencia de Calomel saturado, un electrodo auxiliar de platino y como electrodo de trabajo se utilizó un electrodo de carbono.

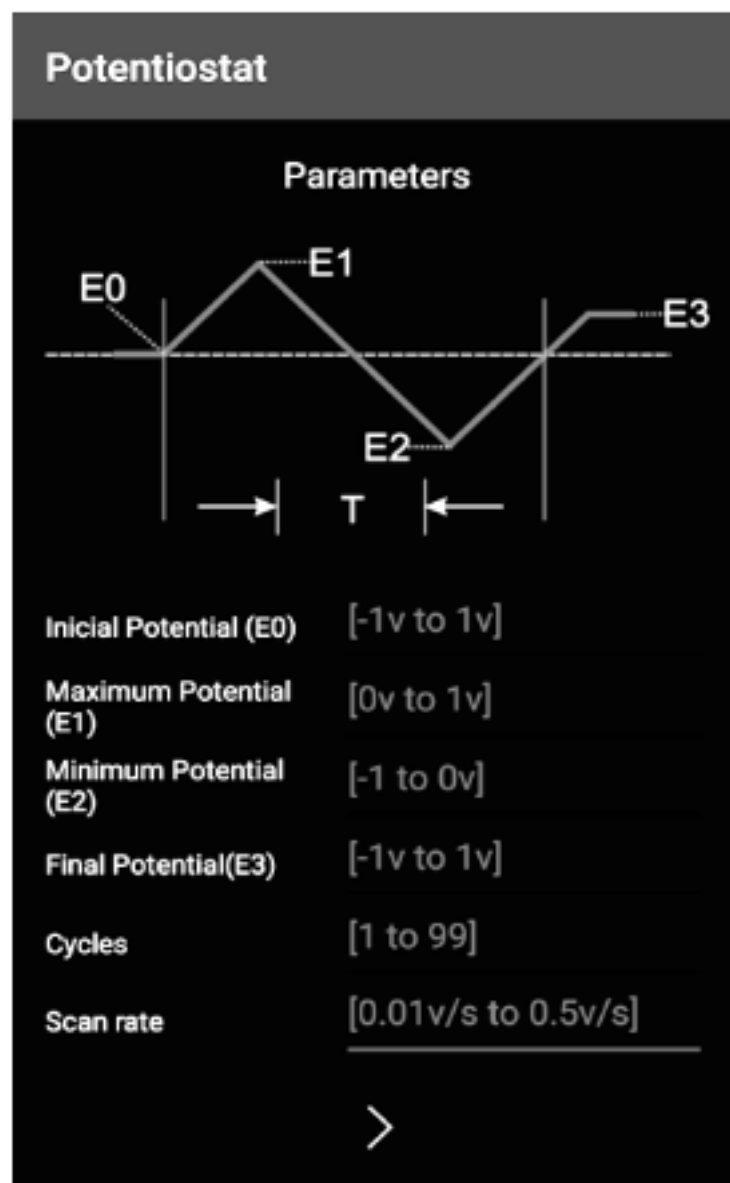
El dispositivo electrónico consistió de un sistema multi-canal de medidas voltamétricas, desarrollado a partir de una tarjeta FREESOC, la cual contiene un chip PSoC. La programación del sistema electrónico fue desarrollada con el software PSoC Creator. Los detalles del desarrollo electrónico han sido reportados previamente (Arrieta et al., 2015).

3. Resultados

El desarrollo de la aplicación fue programado en Android Studio y debía tener dos interfaces. La primera interfaz correspondiente a la interfaz de programación de la técnica se elaboró teniendo en cuenta los parámetros principales de la técnica de voltametría cíclica; potencial inicial, potencial máximo, potencial mínimo, potencial final, número de ciclos (ciclos) y velocidad de barrido (scan rate). En la figura 2, se presenta la interfaz de programación de la voltametría.

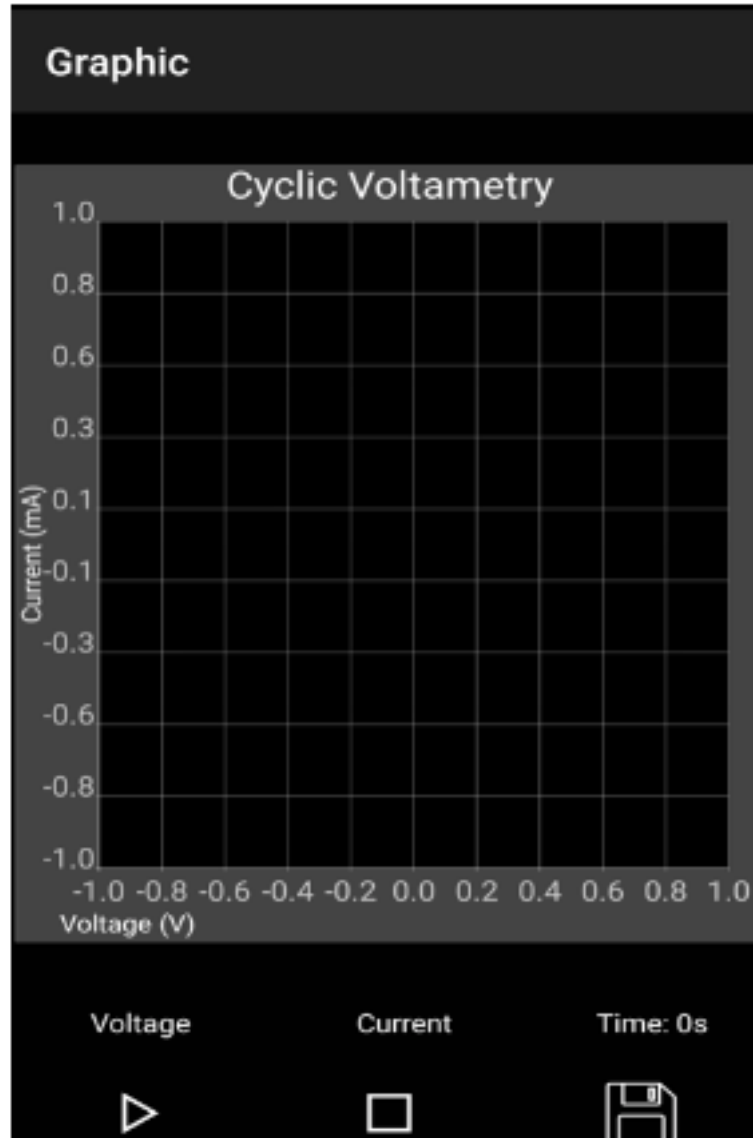
Fig. 2

Primera interfaz de la aplicación Android



La segunda interface fue desarrollada para poder visualizar el voltamograma resultante de medir las corrientes en función del barrido de voltaje programado. Además, se incluyeron botones o comandos que permiten dar inicio a las medidas, parar las medidas en cualquier momento y guardar los datos del experimento en formato txt. Esta interface es presentada en la figura 3.

Fig. 3
Segunda interfaz de la aplicación Android

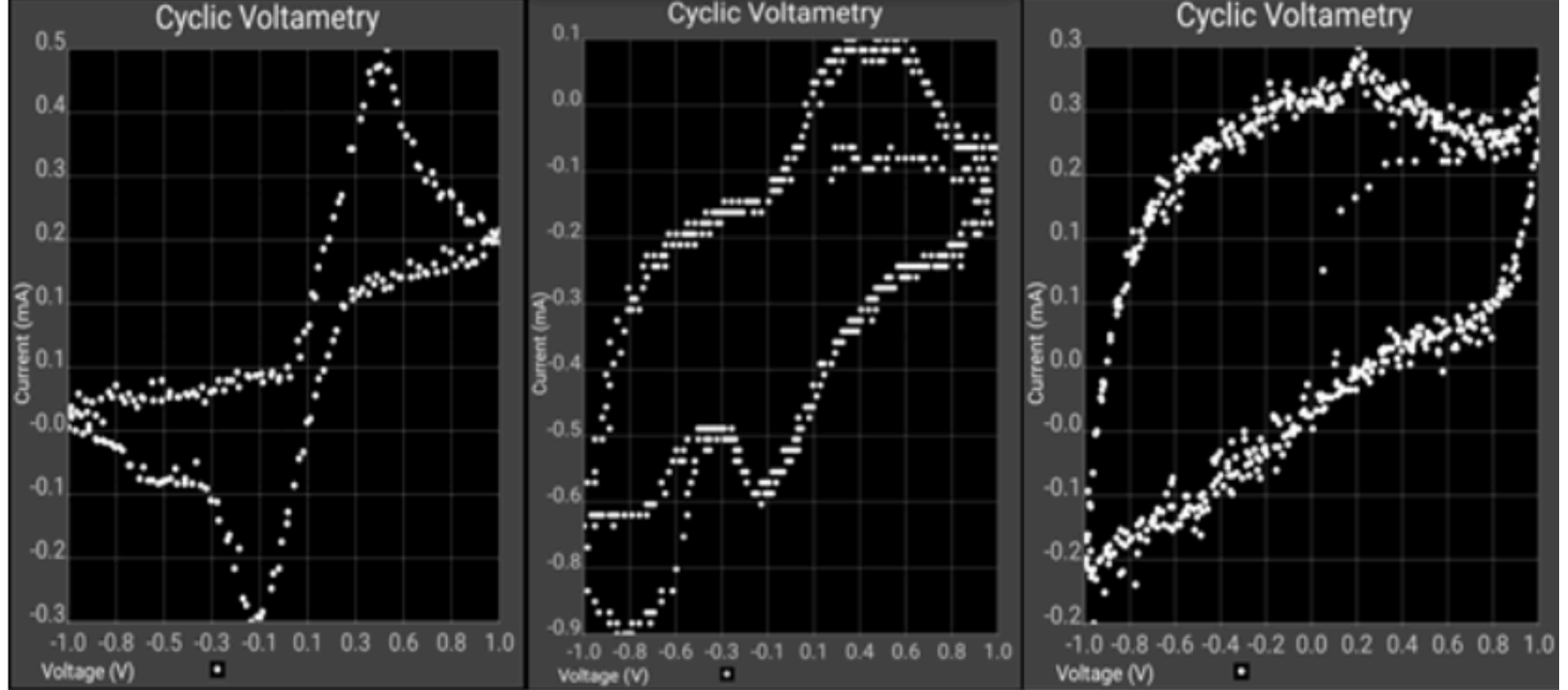


Para evaluar el correcto funcionamiento del aplicativo Android, se decidió inicialmente aplicar la técnica de voltametría cíclica a una muestra de Ferrocianuro de potasio ($K_4Fe(CN)_6$) 0.1M, Cloruro de sodio (NaCl) 0.1M y Cloruro de Litio (LiCl), con un rango de potencial de -1 V a 1 V y una velocidad de 100 mv/s utilizando un electrodo de carbono como electrodo de trabajo o sensor.

Las señales obtenidas del circuito electrónico, fueron procesadas por el aplicativo Android utilizando el Smartphone, como se muestra en la figura 4. Como se puede observar, los voltamogramas obtenidos tienen diferentes patrones, debido a que están directamente relacionados con las propiedades químicas de la muestra y el material del sensor. Estas voltametrías fueron comparadas con resultados obtenidos con un potenciostato comercial PAR G&G 263, y se pudo constatar que las señales registradas con el potenciostato comercial y las del dispositivo elaborado en nuestro laboratorio con tecnología PSoC y controlado por la aplicación Android son coincidentes, lo que demuestra el buen funcionamiento del dispositivo.

Fig. 4.

- a) Voltamograma de Ferrocianuro de potasio ($K_4Fe(CN)_6$), utilizado un electrodo de carbono con una velocidad de 100mv/s.
- b) Voltamograma de Ferrocianuro de sodio (NaCl), utilizado un electrodo de carbono con una velocidad de 100mv/s.
- c) Voltamograma de Cloruro de Litio (LiCl), utilizado un electrodo de carbono con una velocidad de 100 mv/s.



Reconocimiento

Agradecimiento al Departamento Nacional de Ciencia y Tecnología por el soporte económico del proyecto.

4. Conclusiones

Con estos resultados obtenidos, se puede decir que gracias a un aplicativo Android utilizando un Smartphone y el sistema electrónico basado en la tecnología PSoC, es posible obtener un voltamograma aplicando la técnica de voltametría cíclica a una muestra química. Lo cual brindaría un software alternativo en la plataforma Android para el control de sistemas electrónicos de medidas electroquímicas.

Referencias

- Adamah, E.B., Almonte, A.G., Blagovechtchenski, E., Grinevich, V.P., Weiner, J.L., Bonin, K.D., Budygin, E.A., (2015). "Real time adenosine fluctuations detected with fast-scan cyclic voltammetry in the rat striatum and motor cortex". *Journal of Neuroscience Methods*, Vol. 256.
- Arrieta, A.A., Fuentes, O., Palencia, M., (2015). "Android and PSoC Technology Applied to Electronic Tongue Development". *Research Journal of applied Sciences, Engineering and Technology*, Vol. 10, No. 7.
- Bajaj, S., Sowmya A., Ramesh S., Ahmed N., (1995). "Control design for Autolab the reactive paradigm". *Distributed Computer Control Systems*, Vol. 13.
- Boero, C., Casulli, M.A., Olivo, J., Foglia, L., Orso, E., Mazza, M., Sandro, C., De micheli, G., (2014). "Design, development, and validation of an in-situ biosensor array for metabolite monitoring of cell cultures". *Biosensors and Bioelectronics*, Vol. 61.
- Cypress, PSoC® 5 Architecture TRMm, <http://www.cypress.com/?docID=39997>. (10 Septiembre del 2014).
- Delaney, J.L., Doeven, E.H., Harsant, A.J., Hogan, C.F., (2013). "Use of a mobile phone for potentiostatic control with low cost paper-based microfluidic sensors". *Analytica Chimica Acta*, Vol. 790.
- Dickinson, E.J., Ekström, H., Fontes, E., (2014). "COMSOL Multiphysics: Finite element software for electrochemical analysis. A mini-review". *Electrochemistry Communications*, Vol. 40, No. 2.
- Doeven, E.H., Barbante, G.J., Harsant, A.J., Donnelly, P.S., Connell, T.U., Hogan, C.F., Francis, P.S., (2015). "Mobile phone-based electrochemiluminescence sensing exploiting the

'USB On-The-Go' protocol. Sensors and Actuators B: Chemical, Vol. 216.

Duan, X., Tian, L., Liu, W., Chang, L., (2013). "Study on electrochemical oxidation of 4-Chlorophenol on a vitreous carbon electrode using cyclic voltammetry". *Electrochimica Acta*, Vol. 94.

Farsi, M.M., Pordel, M., Daghigh, L.R., (2014). "Synthesis, DFT calculations, cyclic voltammetry and antibacterial activities of a new blue-violet dye and a new blue-green fluorescent heterocyclic system". *Tetrahedron Letters*, Vol. 55.

Flores, E., (2015). "Voltametría Cíclica: La espectroscopia Electroquímica parte 1". *Revista de Química de la Universidad Católica de Perú*, Vol. 9.

Fourmond, V., Hoke K., Heering H.A., Baffert C., Leroux, F., Bertrand, P., Léger C., (2009). "SOAS: A free program to analyze electrochemical data and other one-dimensional signal". *Bioelectrochemistry*, Vol. 76.

Huang, J.S., Lee, C.H., Chin, T.S., (2013). "Forming-free bipolar memristive switching of ZnO films deposited by cyclic-voltametry". *Electrochimica Acta*, Vol. 91.

Kim, J., Imani, S., de Araujo, W.R., Warchall, J., Valdés, G., Paixao, T.R.L.C., Mercier, P.P., Wang, J., (2015). "Wearable salivary uric acid mouthguard biosensor with integrated wireless electronics", Vol. 74.

Mirković, J., Lović, J., Ivić, M.A., Mijin, D., (2014). "Electrooxidative Behavior of Arylazo Pyridone Dyes and Their Inclusion Complexes on Gold Electrode in 0.1M NaOH". *Electrochimica Acta*, Vol. 137.

Parastar, H., Shaye, H., (2015). "MVC app: A smartphone application for performing chemometric methods". *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 147.

Steinberg, M.D., Kassal, P., Kereković, I., Steinberg, I.M., (2015). "A wireless potentiostat for mobile chemical sensing and biosensing". *Talanta*, Vol. 143.

Taghdisi, S.M., Danesh, N.M., Emrani, A.S., Ramezani, M., Abnous, K., (2015). "A novel electrochemical aptasensor based on single-walled carbon nanotubes, gold electrode and complimentary strand of aptamer for ultrasensitive detection of cocaine". *Biosensor and Bioelectronics*, Vol. 73.

Warczak, M., Pisarek, M., Sadkowski, A., (2014). "Instability of the anodic oxide layer on Ti as manifest by anodic peak on the negatively directed branch of the cyclic voltammetry plot". *Corrosion Science*, Vol. 89.

Zhang, D., Jiang, J., Chen, J., Zhang, Q., Lu, Y., Yao, Y., Li, S., Liu, G.L., Liu, Q., (2015). "Smartphone-based portable biosensing system using impedance measurement with printed electrodes for 2,4,6-trinitrotoluene (TNT)". *Biosensors and Bioelectronics*, Vol. 70.

1. Departamento de Biología y Química, Facultad de educación y ciencias. Universidad de Sucre, Colombia. Correo: alvaroangel.arrieta@gmail.com

2. Departamento de Investigaciones- IGELSAC; Calle 58 No 12 54, La Castellana, IGELSAC, Montería, Colombia; oscar.fuentes.amin@gmail.com

3. Programa de Ingeniería de Software, Facultad de Ingenierías. Universidad de Cartagena. Corporación para la Ciencia, la investigación, la Innovación y el Emprendimiento, CORCiEM. jeimy.velez@corciem.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Número 53) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2018. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados