

## Implementación de un Sistema de Adquisición de Datos con comunicación inalámbrica para tres microsensores tipo CHEMFET

F. Pérez<sup>1</sup>, C. Jiménez<sup>2</sup>, E. Valdés<sup>3</sup>, O. Arias de Fuentes<sup>4§</sup>

<sup>1</sup>Empresa Industrial para la Informática, las Comunicaciones y la Electrónica (GEDEME)  
Callejón de Andrade y Prensa Latina, km 1 ½, Marianao, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Microelectrónica de Barcelona

Campus-UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, España

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones en Microelectrónica Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría  
Apartado Postal 8016, Habana 8, Cuba.

<sup>4</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana  
Zapata y G, Vedado CP 10400, C. Habana, Cuba.

§ E-mail: oarias@imre.oc.uh.cu; oarias@fisica.uh.cu

### Abstract

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un Sistema de Adquisición de Datos para el monitoreo remoto de la concentración de iones en soluciones acuosas, basado en microsensores del tipo CHEMFET (Chemically Modified Field Effect Transistor). El sistema está formado por una Estación de Adquisición de Datos y una Estación de Procesamiento Central. La primera está constituida por un microcontrolador PIC, circuitos acondicionadores de señal y los sensores. La segunda la integran una microcomputadora y un instrumento virtual diseñado específicamente para esta aplicación, que permite el procesamiento, el almacenamiento y la presentación de la información adquirida por los sensores. Cada estación cuenta con un módulo para garantizar la comunicación inalámbrica entre ellas.

**Palabras clave:** SAD, CHEMFET, red inalámbrica de sensores, instrumentación

### Introducción

La contaminación de los acuíferos debido a la agricultura y a la explotación minera es una problemática, cada vez más acuciante, que afecta a muchos países de Iberoamérica y Europa [1]. Por ello, la implementación de sistemas para determinar la presencia en el agua de elementos contaminantes, constituye una prioridad para la comunidad científica internacional.

La necesidad de disponer de sistemas de medición robustos, de bajo costo, que posibiliten una rápida respuesta y que funcionen ininterrumpidamente durante largos periodos de tiempo sin un gran mantenimiento, ha llevado hacia el desarrollo de sistemas multisensores que se puedan controlar remotamente mediante la implementación de redes de sensores inalámbricas.

Un aspecto importante para la optimización del funcionamiento de estas redes es la miniaturización de los sensores, ya que con ello es posible la reducción del consumo de energía, el incremento en la rapidez de la respuesta, el empleo de volúmenes pequeños de muestra y la compactación de los sistemas de detección, entre otros [2, 3, 4].

El objetivo de este trabajo está dirigido al diseño e implementación de un sistema de Adquisición de Datos (SAD) -para su utilización en lugares de difícil acceso- con el empleo de microsensores del tipo transistores de efecto de campo modificados químicamente (CHEMFET, por las siglas de su denominación en inglés; Chemically Modified Field Effect Transistor), que asegure el monitoreo remoto, con comunicación inalámbrica, de la concentración en soluciones acuosas de iones de interés medioambiental.

### Concepción general del SAD

El Sistema de Adquisición de Datos que se diseña está constituido por dos módulos diferentes: la Estación de Adquisición de Datos (EAD) y la Estación de Procesamiento Central (EPC). La primera, ubicada en el sitio donde se necesita tomar las muestras, está formada por tres canales de medición para determinar la concentración de iones diferentes y otro para medir la temperatura. La segunda se sitúa en el lugar donde se procesa centralmente la información recibida, se muestra al usuario y se toman las decisiones. El sistema garantiza la comunicación bidireccional por radio entre las dos estaciones.

## Diseño del hardware

La EAD está integrada por los tres microsensores, un sensor de temperatura, los circuitos acondicionadores de señal, un microcontrolador y un módulo de comunicación inalámbrica.

Como circuito acondicionador de señal para los CHEMFETs se seleccionó una variante simplificada de la topología denominada seguidor de drenaje y fuente [5].

Para la digitalización de las señales analógicas entregadas por los circuitos acondicionadores, así como el acoplamiento con el módulo de comunicación inalámbrica, se utiliza el microcontrolador PIC 16F877A, que constituye el elemento fundamental de la EAD.

Como dispositivos de comunicación inalámbrica, se seleccionaron los del tipo XBee, fabricados por MaxStream y basados en la tecnología ZigBee 802.15.4 [6].

La EPC está constituida por una microcomputadora personal, un instrumento virtual soportado en LabVIEW y otro módulo XBee acoplado a la microcomputadora por medio de la interfaz serie RS-232.

## Diseño del software

Se implementan dos aplicaciones de software.

Una, el instrumento virtual diseñado en LabVIEW, que se ejecuta en la EPC y mantiene el control y la dirección de todo el proceso de medición. Este tipo de instrumentación con el ambiente gráfico que ofrece el LabVIEW constituye una interfaz con el usuario económica y de fácil empleo, que permite el procesamiento, visualización y almacenamiento de la información [7].

La otra, diseñada con el empleo del *PIC C Compiler*, que se ejecuta en el microcontrolador, y que permite adquirir y digitalizar el valor de tensión analógica que se recibe de la salida del circuito de polarización y su envío hacia la EPC mediante el módulo de comunicación inalámbrica. Por otro lado, esta aplicación facilita el procesamiento de las indicaciones recibidas desde la EPC y su ejecución.

## Simulación de la comunicación entre la EAD y la EPC

En la Fig. 1 se muestran los resultados de la simulación realizada de la comunicación entre la EAD y la EPC. Para ello se empleó el Proteus 7.7 de Labcenter Electronics.

En la ventana ubicada en la parte inferior derecha se muestra la cadena de caracteres (b6a) enviada por el PC al microcontrolador

para solicitar la medición de los canales en uno de los tres modos de trabajo establecidos.

A partir de esta orden se ejecuta entonces por el PIC la adquisición de las señales, su digitalización y su transmisión. Los caracteres transmitidos por el PIC y recibidos por el PC (valores de voltaje de RV0, RV1, RV2 para calcular la concentración de iones en tres canales y el valor diferencial de RV3 y RV4 para la temperatura) pueden observarse en la ventana ubicada en la parte inferior izquierda.

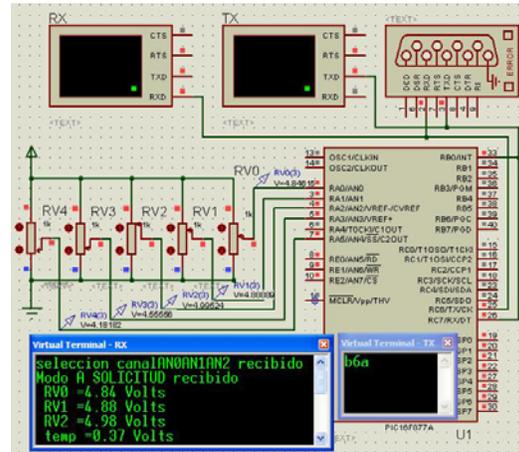


Fig. 1: Simulación en Proteus de la comunicación entre la EAD y la EPC.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Proyecto CYTED 510AC0408 "REDSENS" por las posibilidades de colaboración que ha brindado para la ejecución de este trabajo.

## Referencias

- [1] Redes de Sensores y Microsistemas para el Control del Impacto de la Producción Agrícola y la Minería en los Acuíferos, disponible en <http://redsensa.ibersensor.org/>. Consultado en: abril 2012.
- [2] O. Arias de Fuentes; "Sensores electroquímicos fabricados con tecnología microelectrónica: ISFET y CHEMFET. Aplicaciones en el control del medio ambiente", Curso CYTED "Microsistemas y sensores", Montevideo, 2006.
- [3] C. Jiménez, C. Domínguez, O. Arias de Fuentes, A. Lastres, E. Valdés; "Microsensores de estado sólido tipo ISFET: Estructura y fundamentos", Sensores y Microsistemas, Buenos Aires, Vol. II, 2006.
- [4] C. Jiménez, J. Orozco, A. Baldi; Sensors, Vol. 10, pp. 61-83, 2010.
- [5] P. Bergveld; Sensors and Actuators B, Vol. 88; pp. 1-20, 2003.
- [6] MaxStream; "XBee/XBee-PRO OEM RF Modules"; Product manual v1.06, UK, 2005.
- [7] E. Valdés; "Desarrollo de una instrumentación virtual para la caracterización de dispositivos ISFET", Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 1998.