

## Acondicionamiento de la señal de sensor electrónico para un sistema de localización de fugas de gas

MORENO-GUZMÁN, Javier\*†, MUÑOZ-AGUIRRE, Severino, BARCELATA-PINZÓN, Antonio y ÁLVAREZ-TAMAYO, Ricardo.

*Universidad Tecnológica de Puebla,  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*

Recibido Julio 5, 2016; Aceptado Septiembre 10, 2016

### Resumen

El objetivo de localizar fugas de gas por medio de sistemas electrónicos en zonas industriales es importante ya que ha permitido realizar sofisticados operativos de seguridad antes de una posible catástrofe. En un trabajo previo se diseñó un sistema móvil localizador de fugas de gas controlado por un microcontrolador PIC16F877A y equipado con sensores TGS2620. Sin embargo tiene problemas a causa de diversos factores tales como la adquisición de datos de los sensores de gas, el sistema de movimiento de las llantas y las limitaciones en la programación. En este trabajo se presentan los resultados de la reprogramación del algoritmo de localización dando prioridad al sistema de adquisición de datos de los sensores. Se reprogramó el sistema ampliando el rango de comparación y de resolución entre los 3 sensores tomando en cuenta la concentración de etanol que existiese en el lugar así el móvil puede dirigirse de manera directa hacia la fuga sin perderse de la traza de la fuga de gas con un movimiento zigzagueante. Se presenta el proceso referente al acondicionamiento de señal.

**Sensor de Gas, microcontrolador, localización de fugas**

### Abstract

The aim of locating gas leaks using electronic systems in industrial areas is important because it allowed perform sophisticated security operatives before a possible catastrophe. In previous work a locator mobile system gas leak controlled by a microcontroller PIC16F877A and equipped with sensors designed TGS2620. However it has problems because of various factors such as the acquisition of data from gas sensors, the system moving tires and limitations in programming. In this paper the results of reprogramming the location algorithm prioritizing data acquisition system sensors are presented. the expanding range of comparison and resolution between the 3 sensors system, taking into account the concentration of ethanol that existed in place so the mobile can go directly into the drain without losing the trace of the gas leak with rescheduled a zigzagging movement. Data acquisition results process is presented.

**Gas sensor, microcontroller, leakage detection**

**Citación:** MORENO-GUZMÁN, Javier, MUÑOZ-AGUIRRE, Severino, BARCELATA-PINZÓN, Antonio y ÁLVAREZ-TAMAYO, Ricardo. Acondicionamiento de la señal de sensor electrónico para un sistema de localización de fugas de gas. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-8: 78-82

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: lafrecuenci@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La detección de olores de manera artificial ha sido una tarea complicada para la ciencia partiendo del hecho que los olores están conformados por mezclas de cientos e incluso miles de diferentes tipos de moléculas [1], es por ello que con el tiempo se han desarrollado las Narices Electrónicas (NE) [1,2] con fines diversos que incluyen desde aplicaciones en medicina [3], seguridad industrial [4] y empresas alimenticias [1,5] entre otros. Básicamente la NE, consta de un sistema de sensores electrónicos los cuales presentan una reacción física/química ante la presencia de un aroma y producen una señal de control la cual será procesada por software en segunda instancia [6].

Una aplicación específica de estos sistemas son los dispositivos móviles cuya función es detectar fugas de gas, dichos dispositivos se usan en gran medida en el ámbito industrial debido a la necesidad de las empresas para mantener un nivel elevado de seguridad para quien labora en ellas. Este tipo de dispositivos realiza un análisis cuantitativo del componente aromático y se dirige a la fuente del olor mediante un sistema de locomoción incorporado.

Algunos ejemplos de los proyectos realizados utilizando NE son el desarrollo de equipos localizadores de fuentes de olores [8], la utilización de sensores QCM (Quartz Crystal Microbalance) para la aproximación de aromas [7] y el desarrollo de prototipos móviles que detectan fugas de gas utilizando sensores de óxido de metal semiconductor [9] entre otros. Estos dispositivos pueden llegar a presentar problemas relacionados con baja sensibilidad debida a que la señal de control proveniente de los sensores se encuentra limitada a las especificaciones del acondicionamiento de señal dadas por el fabricante.

En este trabajo se presenta el acondicionamiento electrónico de señal a un sistema localizador móvil de fugas de gas controlado por un microcontrolador PIC16F877A (Microchip) y equipado con sensores de gas TGS2620 de FIGARO [2,10]. Dicho acondicionamiento pretende mejorar la resolución típica de este tipo de dispositivos incrementando la precisión de detección del mismo. Se presentan explicación analítica del sistema y resultados experimentales.

## Caracterización del sistema.

El sensor FIGARO TGS2620 se enfoca en la detección de vapores disolventes, en particular etanol. En la presencia de un gas detectable, la conductividad del sensor aumenta dependiendo de la concentración de gas en el aire. Un circuito eléctrico convierte el cambio en la conductividad a una señal de salida que corresponde a la concentración de gas. Se realizó una caracterización del sensor para describir el comportamiento del mismo para diferentes cantidades de etanol, para ello se realizaron pruebas de respuesta en estado estable usando el circuito propuesto por el fabricante [10] del sensor mostrado en la figura 1, donde  $V_C = 5V$  es el voltaje de alimentación,  $V_H$  es un voltaje de ajuste/referencia,  $R_S$  nos indica la entrada del sensor y sobre la resistencia de carga  $R_L = 1K\Omega$  se toma la salida que irá al microcontrolador.

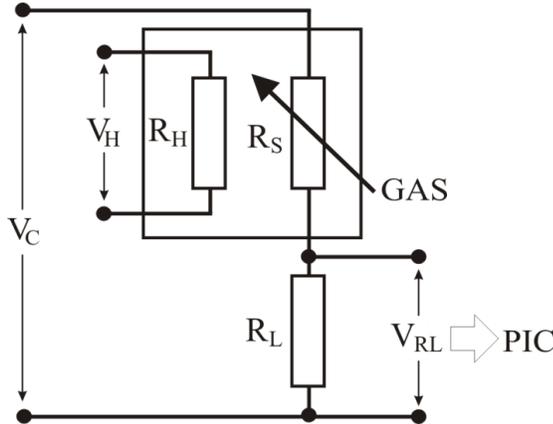


Figura 1 Diagrama de conexión para el sensor FIGARO TGS2620.

En una cámara de teflón de 1.21 litros de capacidad se inyectó etanol en cantidades que van de 1 a 20  $\mu\text{l}$  en intervalos de 1, 5, 10 y 20  $\mu\text{l}$  lo que cubre un rango de 349 a 6987 partes por millón (ppm) de concentración [9] y se realizó el sensado via un microcontrolador PIC16F877A obteniendo lecturas promedio de voltaje de 3 mediciones mostradas en la figura 2.

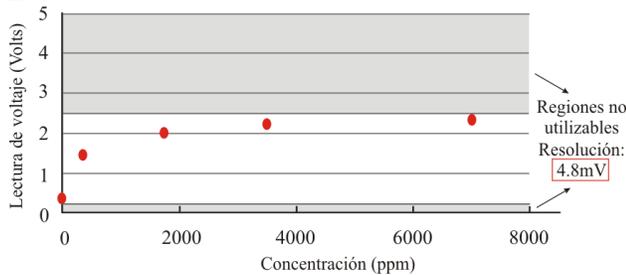


Figura 2 Caracterización del sensor usando configuración estándar.

En la figura 2 también se observa que la lectura de voltaje sólo abarca de 0.2 a 2.4 volts, esto implica no tomar en cuenta el rango de 0 a 0.2 volts y de 2.4 volts a 5 volts que era el rango completo de conversión analógico-digital con una resolución de  $1024/5 = 4.8\text{mV}$  por bit de variación.

Desarrollo Experimental.

Para realizar el acondicionamiento de la señal y con el fin de hacer útil el rango de 0 a 0.2 V se implementó el circuito que se muestra en la figura 3, el cual consta de un seguidor de voltaje implementado con un amplificador operacional TL081 acoplado de esta manera las impedancias, obteniendo un promedio de voltaje de 0.33 V ( $V_1$ ).

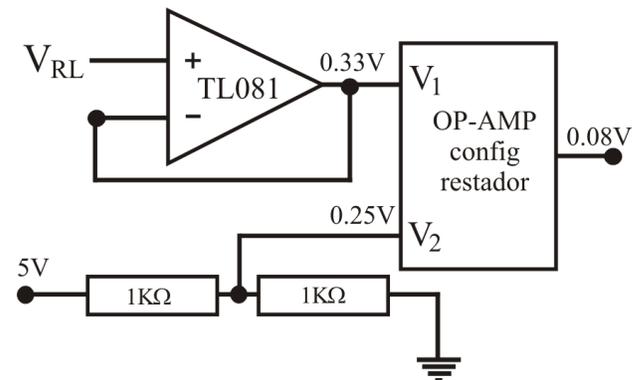
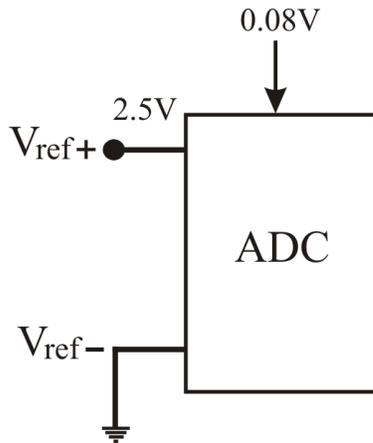


Figura 3 Circuito propuesto para el acondicionamiento de señal.

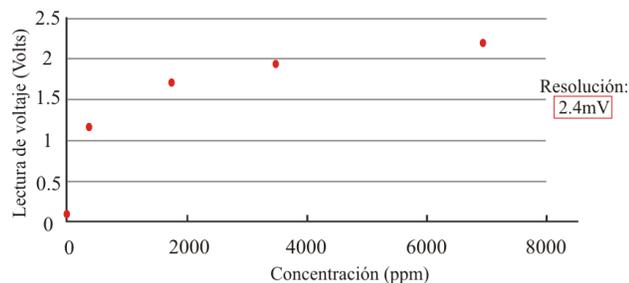
Por otro lado, se obtiene una tensión de 0.25V ( $V_2$ ) mediante un divisor de voltaje conformado por 1 resistencia fija de  $1\text{K}\Omega$  y un potenciómetro de precisión de  $1\text{K}\Omega$  alimentados con una tensión de CD de 5 V. Estos valores de voltaje serán introducidos a un amplificador restador [ref] quien finalmente entregará al microcontrolador un voltaje de inicio a la salida del sensor de aproximadamente 0.08V. (Figura 3).

Con respecto al rango superior (2.4V a 5V) se optó por disminuir al voltaje de referencia positivo en el puerto del PIC que realiza la conversión analógico-digital a 2.5V para acercarnos al valor de lectura del sensor como se aprecia en la figura 4.



**Figura 4** Seteo del voltaje de referencia del ADC del microcontrolador.

El resultado de disminuir el voltaje de referencia que va al microcontrolador es obtener una resolución de  $1024/2.5 = 2.4mV$  por bit lo cual representa el doble de la que inicialmente se tenía y con lo cual es posible utilizar todas las combinaciones permitidas por el microcontrolador. Gráficamente se pueden ver los resultados de las pruebas de caracterización del sensor con la señal acoplada en la figura 5.



**Figura 5** Resultados experimentales con señal acondicionada y con el doble de resolución.

## Conclusiones

El acondicionamiento de la señal para el sistema localizador móvil de fugas de gas permite que la resolución del sensor se duplique y con ello sea posible incrementar la precisión de los datos a enviar a dicho sistema, la resolución cambió de 4.8mV por bit a 2.4 mV por bit lo que permitirá una mejor respuesta del sistema móvil ante variaciones más pequeñas de concentración de etanol. Como trabajo a futuro se planea la implementación experimental del sistema completo.

## Agradecimientos.

Agradecemos al proyecto PRODEP para el cuerpo académico de OPTOMECASTRÓNICA UTPUE-CA13 así como también al laboratorio de Optoelectrónica de la FCFM de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y al Departamento de investigación y desarrollo de la Universidad Tecnológica de Puebla por las facilidades prestadas para la realización de éste trabajo.

## Referencias.

- [1] BARTLETT, P. N., BLAIR, N. AND GARDNER, J. W., Electronic nose.Principles, applications and outlook, ASIC, 15e Colloque, Montpellier, pp. 478–486 (1993).
- [2] PEYNAUD E, El gusto del vino; Ed. Ediciones Mundiprensa, Madrid España, (1987).
- [3]VASSILIS S. KODOGIANNIS, JOHN N. LYGOURAS, ANDRZEJ TARCZYNSKI, AND HARDIAL S. CHOWDREY, Artificial Odor Discrimination System Using Electronic Nose and Neural Networks for the Identification of Urinary Tract Infection IEEE Transactions on information technology in biomedicine, 12, 6, (2008).

[4] A.D. WILSON and M.BAIETTO, Applications and Advances in Electronic-Nose Technologies, Sensors, 9, 5099-5148, (2009).

[5] SCHALLER E, BOSSET J.O, ESCHER, F, Electronic Noses and their application to food, Lebensm-Wiss u Technol, 31, 305-316 (1998).

[6] PERSAUD K, DODD, G.H., Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose Nature, 299, 352-355 (1982)

[7] TAKAMICHI NAKAMOTO, HIROSHI ISHIDA, TOYOSAKA MORIIZUMI, An odor compass for localizing an odor source, Sensors and Actuators B: Chemical, 35, 1-3, 32-36, (1996).

[8] SEVERINO MUÑOZ AGUIRRE, AKIHITO YOSHINO, TAKAMICHI NAKAMOTO, TOYOSAKA MORIIZUMI, Odor approximation of fruit flavors using a QCM odor sensing system, Sensors and Actuators B: Chemical, 123, 2, 1101-1106, (2007).

[9] GARCÍA MELÉNDEZ JOSÉ ÁNGEL, Construcción de un robot para detección y localización de fugas de gas. Tesis de Licenciatura, FCFM BUAP, (2007)

---

[10] Figaro Technical Reference Manual, Figaro Engineering Inc. Japan.