



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

# Title: Diseño e implementación de un sistema de medición de respuesta de sensores de gas.

**Authors:** MUÑOZ-MATA, José Lorenzo, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, MUÑOZ-AGUIRRE, Severino y CERVANTES-DE LA ROSA, Juan Pedro.

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2019-231  
BCIERMMI Classification (2019): 241019-231

Pages: 16  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

| Holdings |             |            |
|----------|-------------|------------|
| Mexico   | Colombia    | Guatemala  |
| Bolivia  | Cameroon    | Democratic |
| Spain    | El Salvador | Republic   |
| Ecuador  | Taiwan      | of Congo   |
| Peru     | Paraguay    | Nicaragua  |

Introducción

Desarrollo Experimental

Resultados Obtenidos

Conclusiones

Referencias

# Introducción

- Dado el rápido avance en el desarrollo tecnológico en la electrónica en el concepto de visión y audio, científicos e ingenieros olfatean un mercado para sistemas que imiten la nariz humana.



# Introducción

- Se han desarrollado diferentes dispositivos los cuales cuentan con diferentes características pero no cuentan con la habilidad de detectar olores.

**AIBO**



**ASIMO**



# Introducción

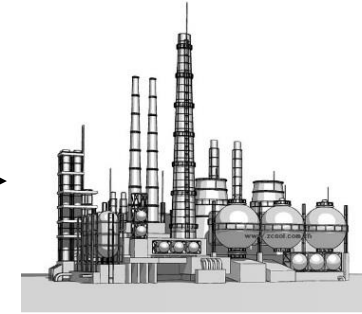
Aplicaciones  
Toxicológicas



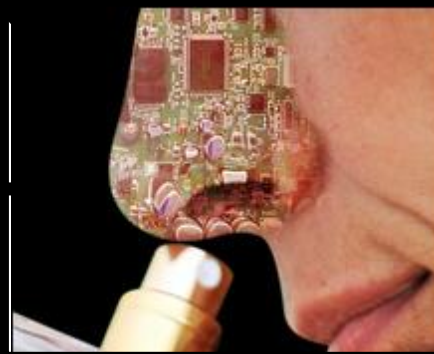
Calidad del  
Ambiente/aire



Calidad de  
Alimentos



Aplicaciones  
Industriales



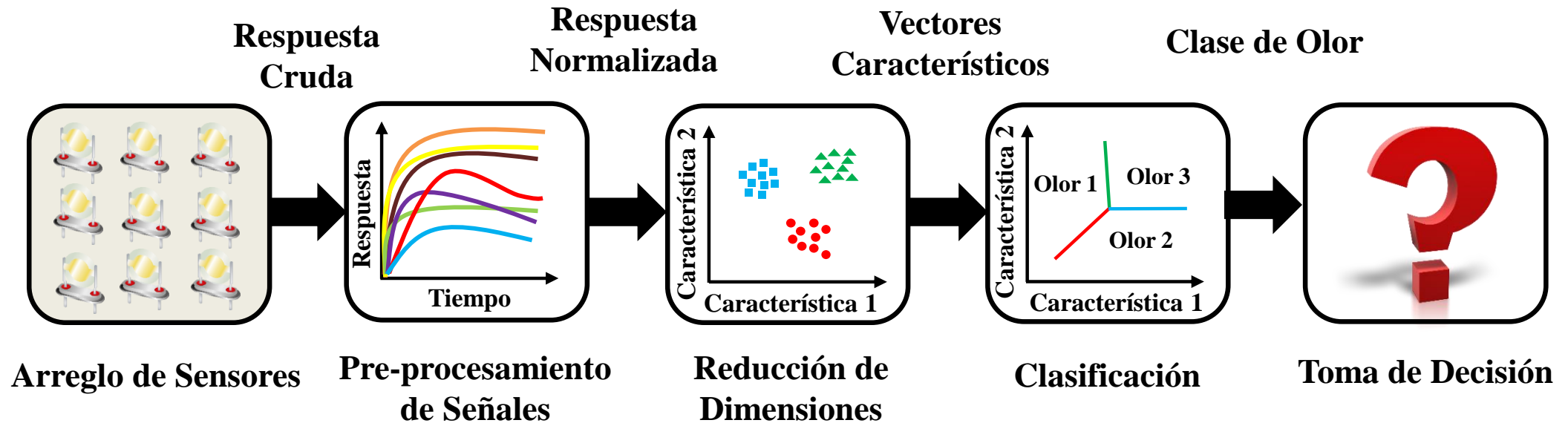
Aplicaciones  
Militares



Medicina

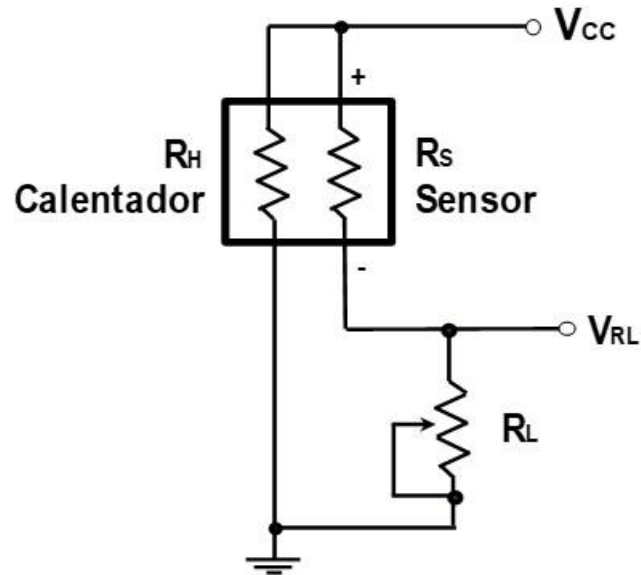
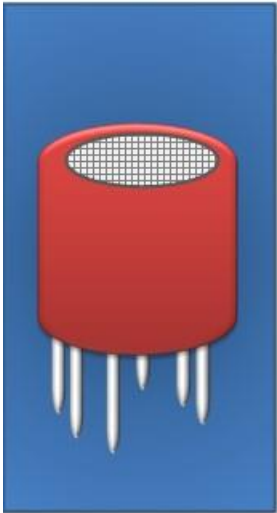
# Introducción

## Principio de Operación de una Nariz Electrónica



# Sensores de Gas

- Los sensores de óxido-metal semiconductor aumentan su conductividad al interactuar su superficie con moléculas de gases correspondiente a una concentración determinada obteniendo una señal eléctrica .

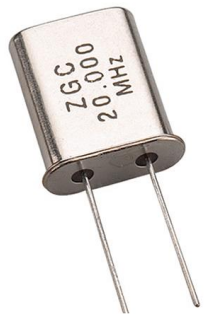
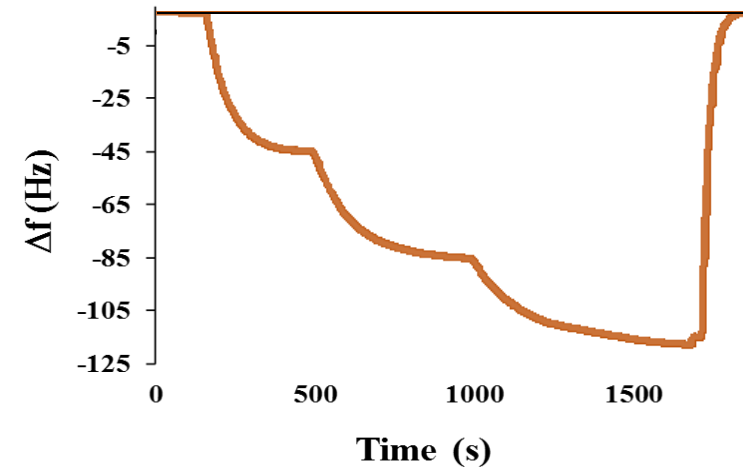
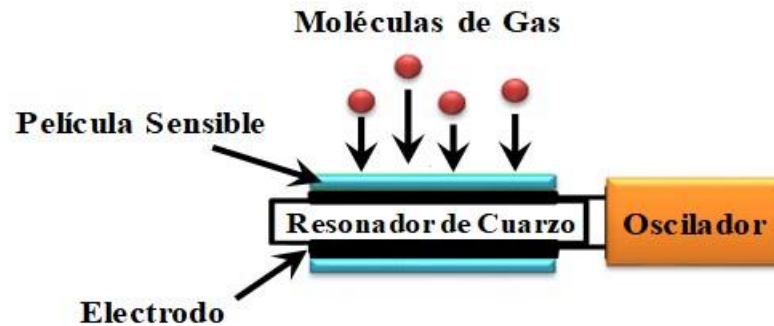
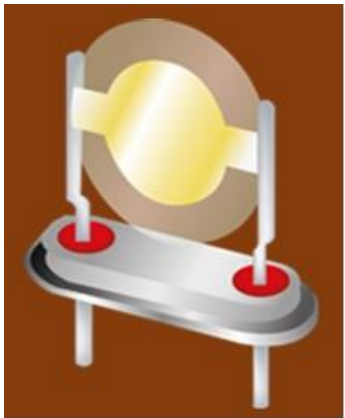


$$R_S = \left( \frac{V_{DC} - V_{RL}}{V_{DC}} \right) R_L,$$

|          |   |                                     |
|----------|---|-------------------------------------|
| $R_S$    | → | Resistencia del Sensor ( $\Omega$ ) |
| $V_{DC}$ | → | Voltaje de Alimentación (V)         |
| $V_{RL}$ | → | Voltaje de Salida (V)               |
| $R_L$    | → | Resistencia de Carga ( $\Omega$ )   |

# Sensores de Gas

- Los sensores de gas QCM son sensores del tipo piezoeléctrico. El principio de funcionamiento se lleva a cabo a través del efecto de adsorción de moléculas en la película sensible. Al incrementarse la masa, provoca un corrimiento en la frecuencia de resonancia



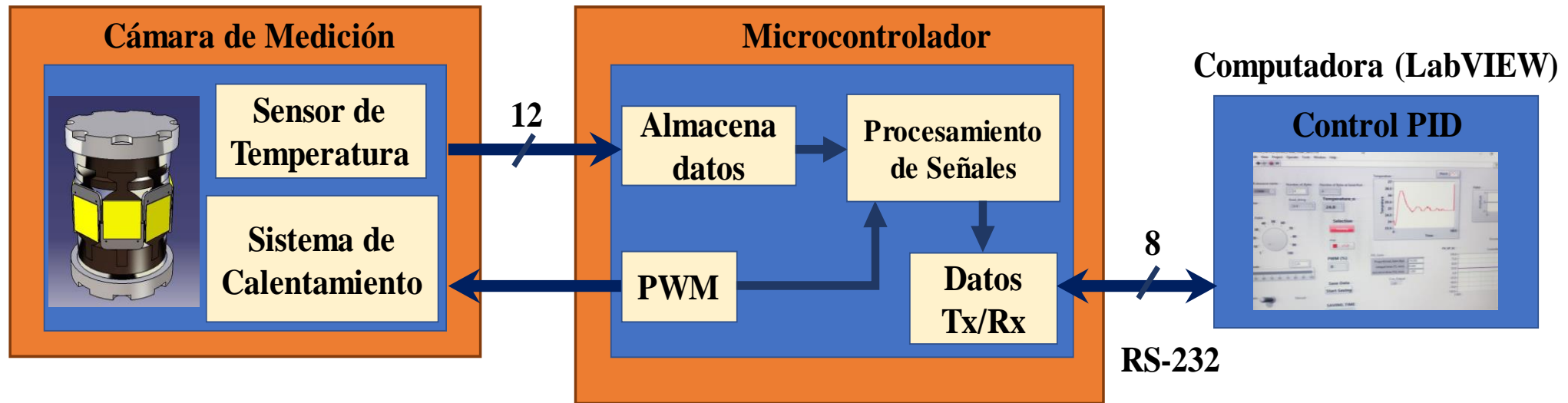
$$\Delta f = -2.3 \times 10^{-6} \cdot F^2 \frac{\Delta m}{A},$$

|            |   |                                      |
|------------|---|--------------------------------------|
| $\Delta f$ | → | cambio de frecuencia (Hz)            |
| $\Delta m$ | → | masa de las moléculas adsorbidas (g) |
| $A$        | → | área cubierta ( $cm^2$ )             |
| $f_0$      | → | frecuencia fundamental (Hz)          |



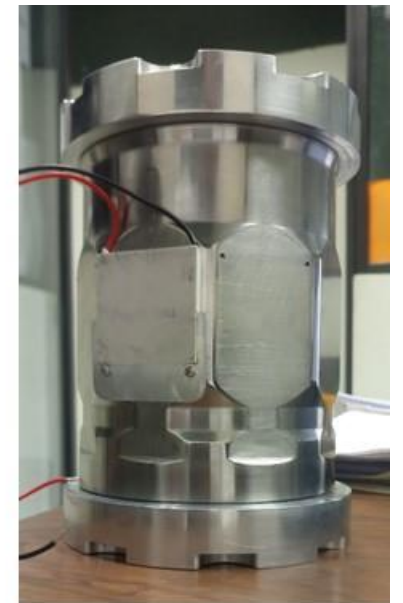
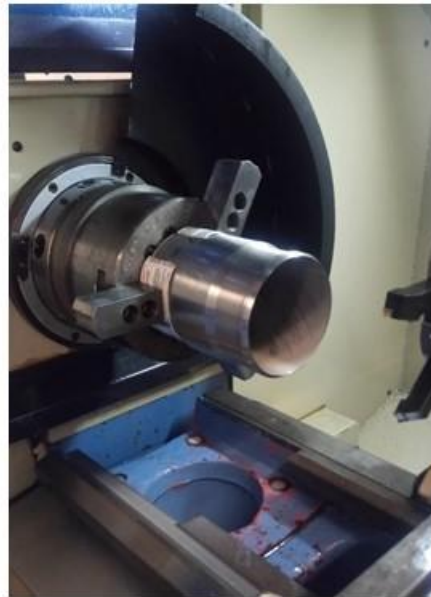
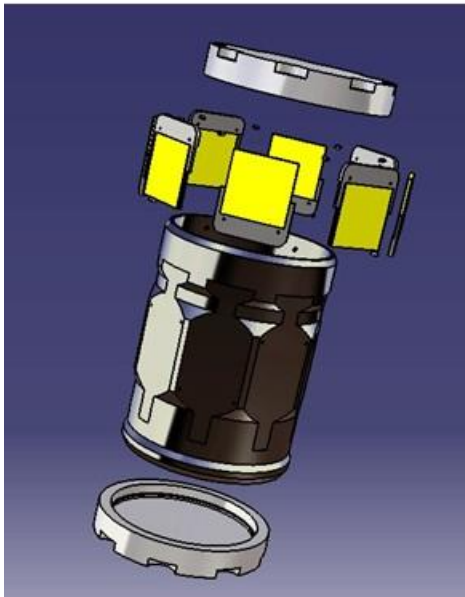
# Desarrollo Experimental

- Para el desarrollo del sistema se diseñó una cámara de medición de acero inoxidable. Se utilizó un microcontrolador (PIC18F4550-Microchip) como interfaz de comunicación con la computadora.



# Cámara de Medición

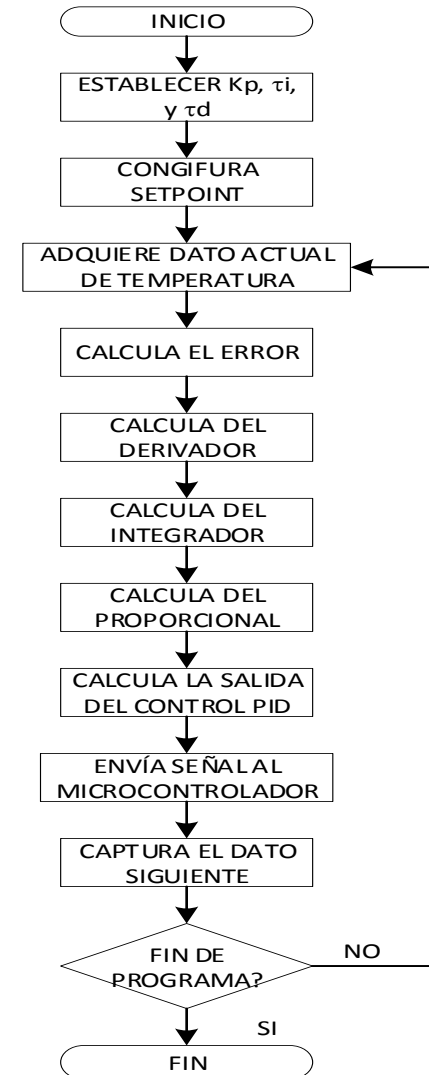
- Diseño implementado en CATIA V5 y manufacturado en CNC convencional



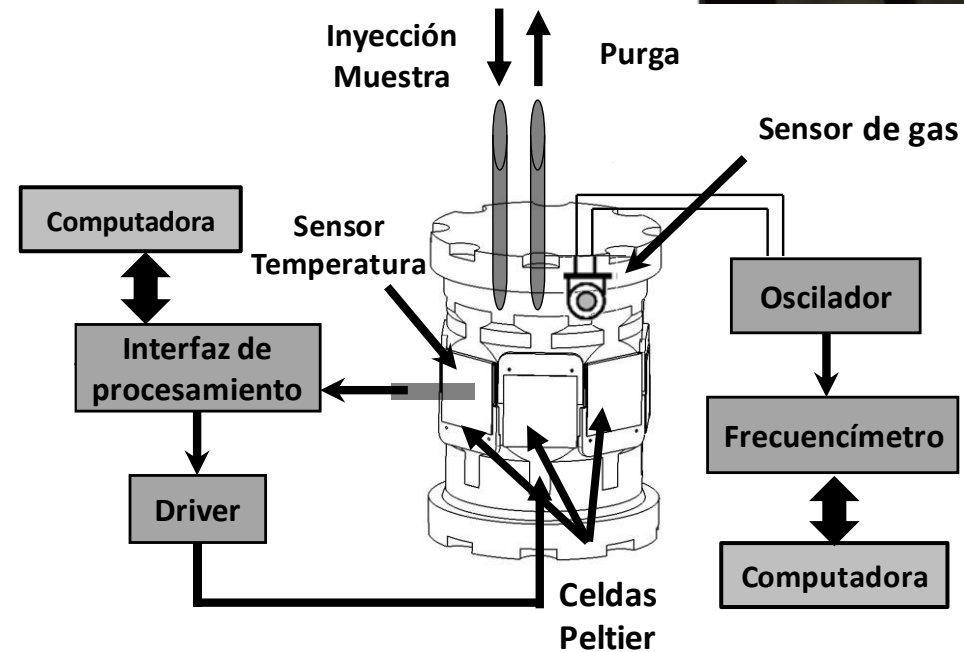
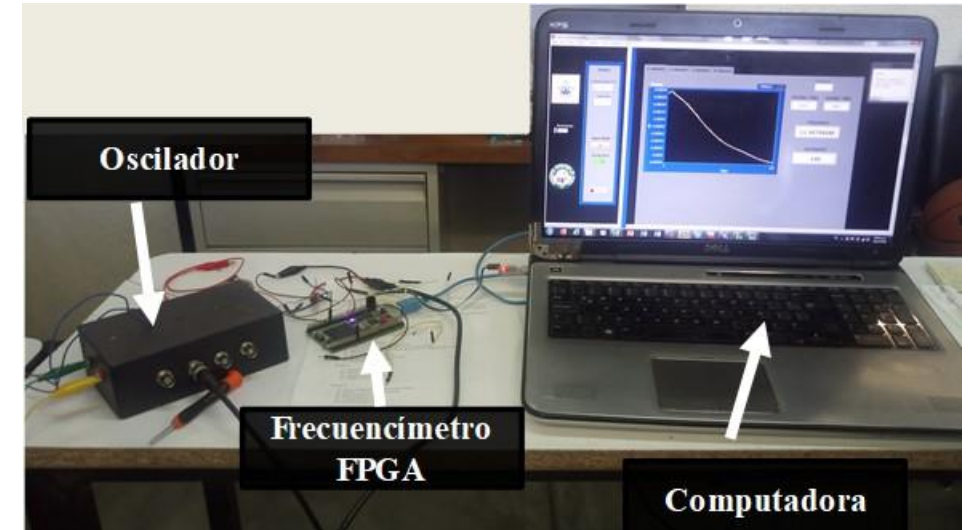
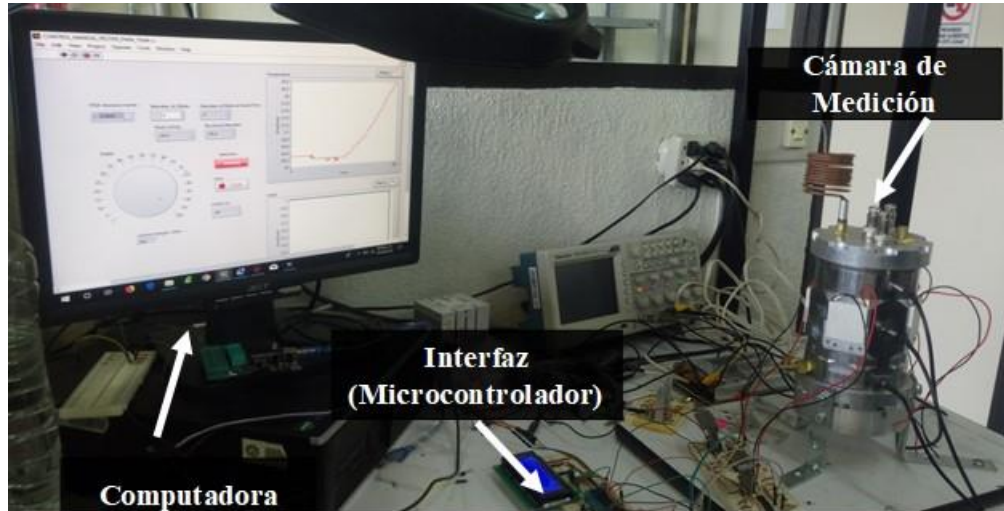
# Desarrollo de Software

- Software implementado en LabVIEW, con un algoritmo de control PID.

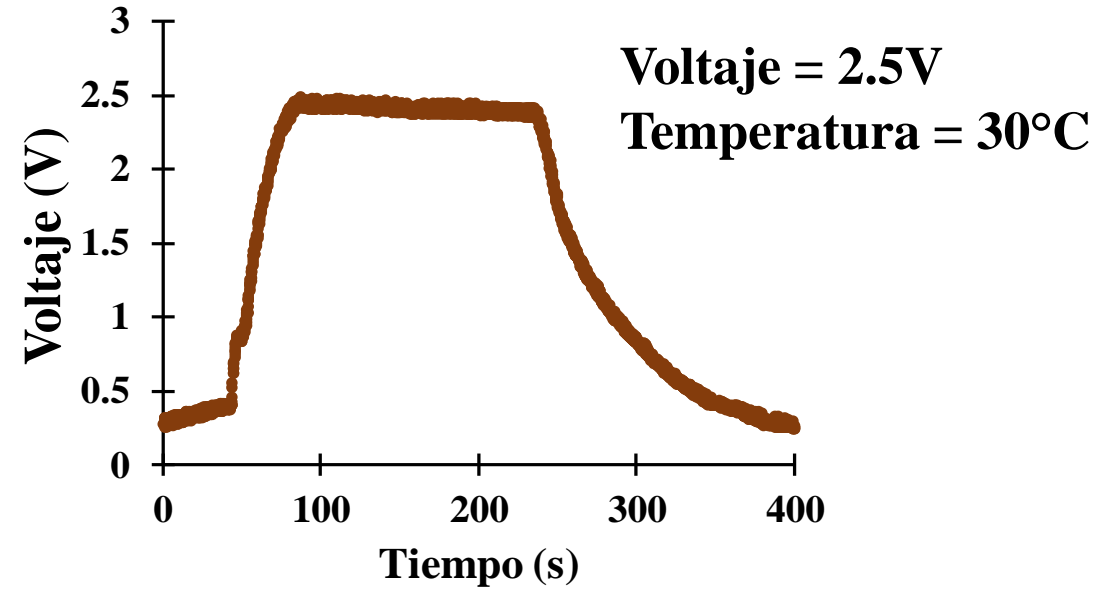
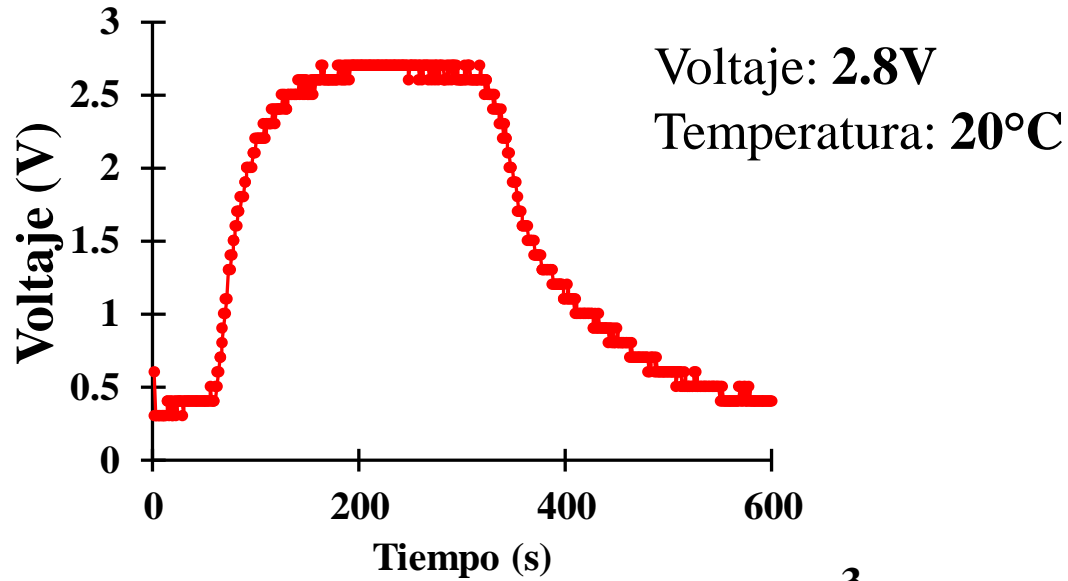
$$u(z) = e(z)K_p \left[ 1 + \frac{T}{\tau_i(1 - z^{-1})} + \tau_d \frac{(1 - z^{-1})}{T} \right],$$



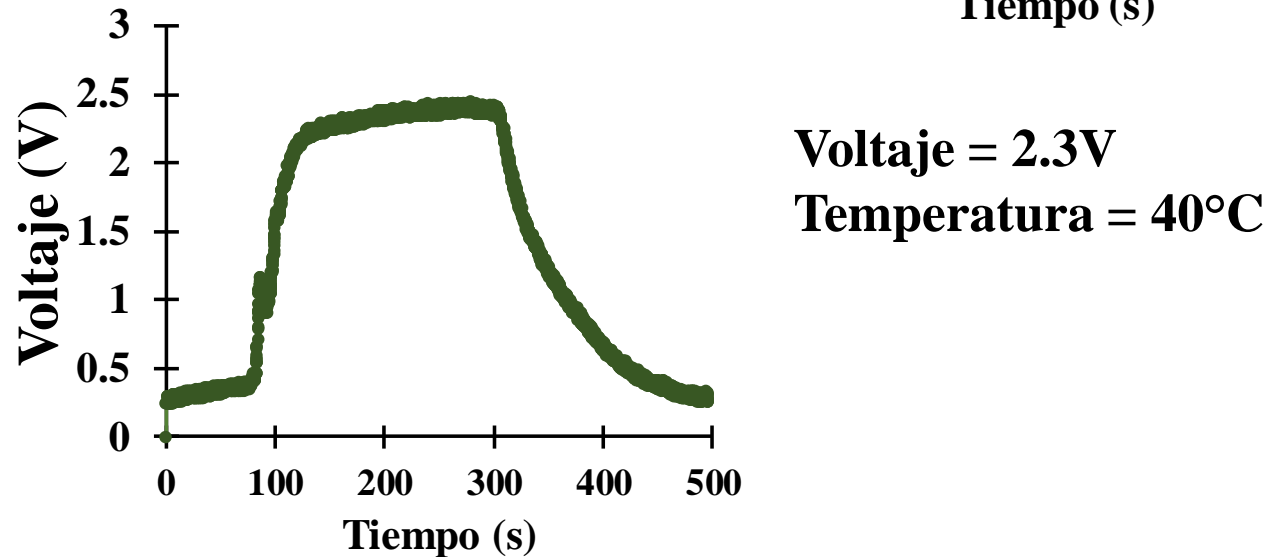
# Resultados Obtenidos



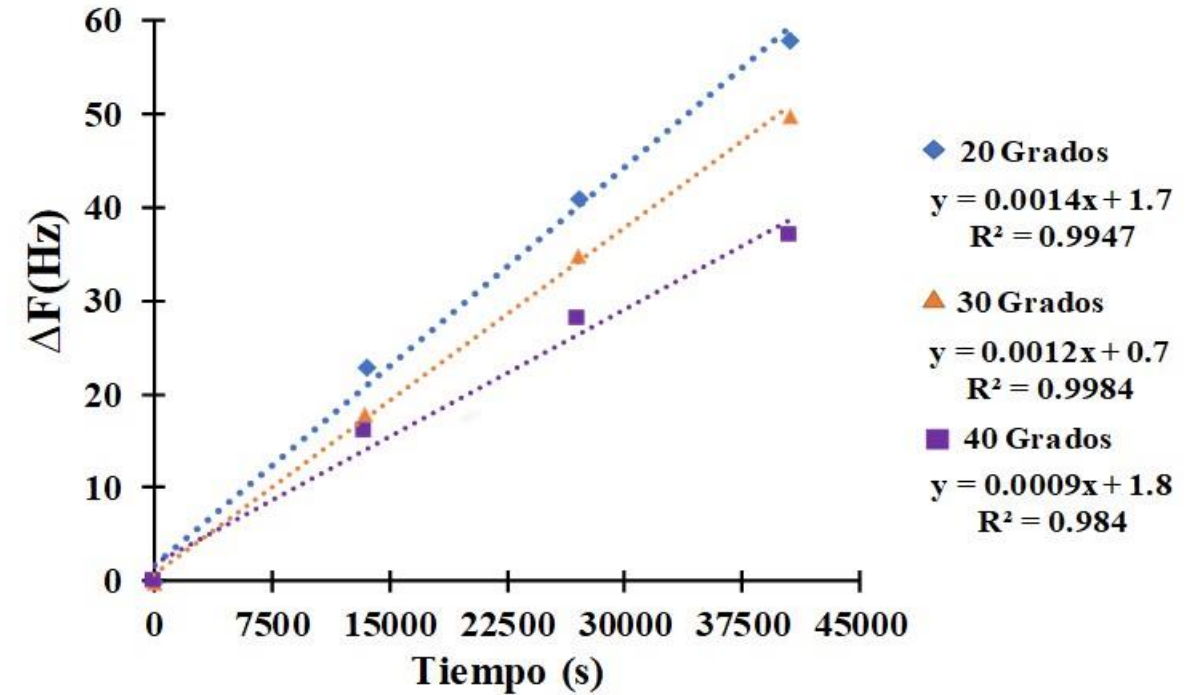
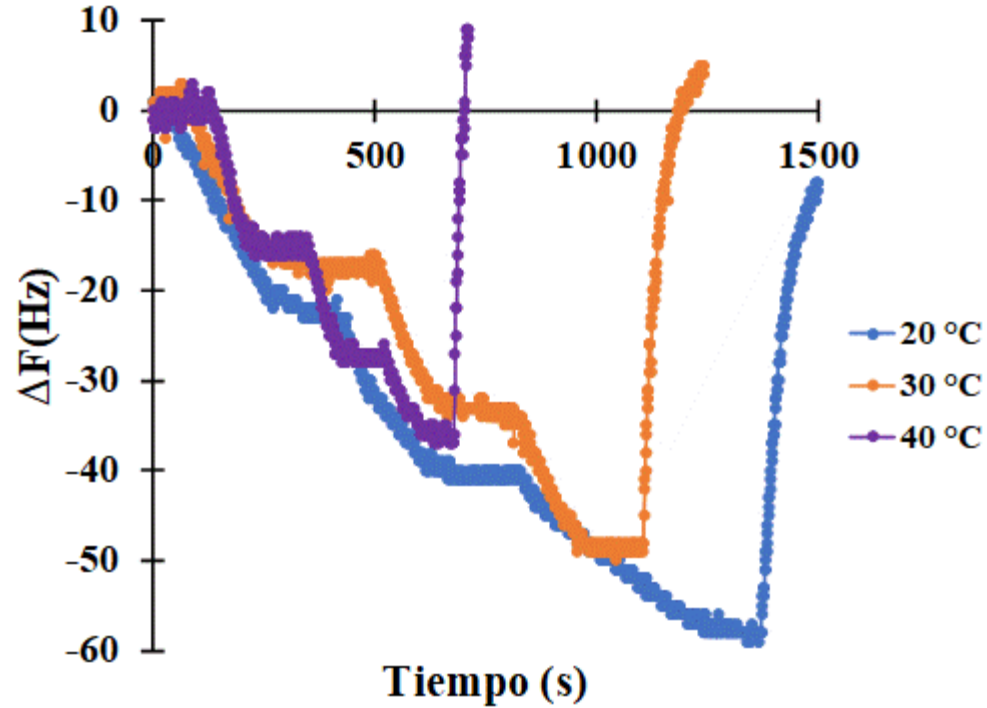
# Resultados Obtenidos



Sensor: MQ-3  
Concentración: 2700 ppm



# Resultados Obtenidos



**Sensor: QCM (Corte AT)**  
**Película Sensible: Etíl Celulosa (0.7.m)**  
**Concentración: 15500 ppm**

| Conc. (ppm) | T=20° C $\Delta f$ (Hz) | T=30° C $\Delta f$ (Hz) | T=40° C $\Delta f$ (Hz) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 15500       | 24                      | 18                      | 14                      |
| 31000       | 41                      | 34                      | 18                      |
| 46500       | 59                      | 49                      | 37                      |

# Conclusiones

- Se ha desarrollado un sistema de medición de respuesta para sensores de gas, en este caso particular para sensores de óxido-metálicos y para sensores QCM. Al realizar las mediciones correspondientes se ha observado un comportamiento típico en la respuesta de dichos sensores, obteniendo resultados altamente satisfactorios. Con el desarrollo de este sistema se pueden obtener resultados que aportan sustancialmente un avance científico para el análisis de la respuesta de este tipo de sensores.
- El diseño y construcción de la cámara de medición cubre las necesidades necesarias para la medición de respuesta de sensores gas. Se implementó un firmware con un microcontrolador, como interfaz de comunicación entre la cámara de medición y la computadora. Con la interfaz desarrollada se implementó un algoritmo generando un sistema de control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) para el ajuste de temperatura requerido y poder realizar la medición de respuesta y caracterización de este tipo de sensores.

# Referencias

- A. Arnau (2008). Piezoelectric Transducers and Applications, (2da ed.). Berlín, Alemania: Springer.
- Abdulrahman Alassi, Mohieddine Benammar, Dan Brett (2017). Quartz Crystal Microbalance Electronic Interfacing Systems: A Review, *Sensors*, 17, 1-41.
- Dallas Semiconductor (2018, 1 septiembre). Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer Data Sheet [Datasheet]. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- E. Torrecilla (2013). El gran libro de Catia (1a ed.). Barcelona, España: Alfaomega-Marcombo.
- G. Sauerbrey et al (1959). Verwendung von Schwingquarzen zur Wägung dünner Schichten und zur Mikrowägung Z, *Zeitschrift für Physik* 155, 206-222.
- H. Troy Nagle, R. Gutiérrez-Osuna, S. S. Schiffman (1998). The How and Why of Electronic Noses, *IEEE Spectrum*, 35, 22-31.
- J. W. Gardner, P. N. Bartlett (1994). A brief history of electronic noses, *Sensors Actuators B*, 18, 210-211.
- J. W. Gardner, P. N. Bartlett (1999). *Electronic Noses*, (1a ed.). New York, USA: Bookcraft.
- J. L. Muñoz Mata, et al (2012). Development and implementation of a system to measure the response of quartz crystal resonator-based gas sensor using a field programmable gate array, *Measurement Science and Technology*, 23(5), 055104.



# Referencias

- K. Ogata (1995). *Sistemas de Control en Tiempo Discreto* (2ª ed.). Edo. de México, México: Prentice Hall.
- Lajara Vizcaíno, J., & Pelegrí Sebastián, J. (2011). *LabVIEW Entorno gráfico de programación* (2ª ed.). Ciudad de México, México: Alfaomega.
- Microchip. (2006, 1 enero). PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet [Datasheet]. Recuperado 10 octubre, 2017, de <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>
- S. Muñoz, T. Nakamoto et al (2005). Odor Approximation of fruit flavors using a QCM odor sensing system, *Sensors and Actuators B*, 105, 144-149.
- S. Muñoz-Aguirre, T. Nakamoto, et al (2005). Study of deposition of gas sensing films of quartz crystal microbalance using an ultrasonic atomizer, *Sensors and Actuators B*, 105(2), 144-149.
- Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co (2014, 1 mayo). Alcohol Gas Sensor Model: MQ-3 Manual, <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-3%20ver1.3%20-%20Manual.pdf>.
- W. H. King. Jr. (1964). Piezoelectric Sorption Detector, *Analytical Chemistry*, 36(9), 1735-1739.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)