

## Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino

SALAZAR-VALLE, E.†\*, MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M.

*Universidad Tecnológica de Torreón  
Instituto Tecnológico de la Laguna*

Recibido 21 de Abril, 2017; Aceptado 7 de Junio, 2017

### Resumen

Hoy en día existen diferentes programas de código abierto, los cuales permiten de una forma asequible realizar u optimizar pequeños procesos industriales y de investigación. En el presente trabajo se pretende tomar lecturas de presión y temperatura en un isoteniscopio, lo cual permite al alumno realizar gráficas y comprobación de comportamiento de estas variables físico-químicas, un isoteniscopio de forma tradicional se acompaña de una bomba generadora de vacío, un medidor de presión de tubo en U, una resistencia eléctrica para generar calor en la muestra a estudiar y es manipulable por el laboratorista. En el desarrollo de este trabajo se pretende sustituir el medidor de presión de tubo en U por un sensor de presión diferencial MPX5100DP y agregar un sensor de temperatura LM35, ambos sensores presentan sus lecturas de forma analógica, estas señales son adquiridas y manipuladas por una tarjeta arduino uno, para posteriormente ser mostradas en un display, estos cambios en el isoteniscopio permiten disminución de errores en la lectura, poca manipulación de los instrumentos y lecturas rápidas. Con los cambios a realizar en este equipo se pretende renovar isoteniscopios utilizados de forma manual en laboratorios

### Isoteniscopio, sensor, display

**Citación:** SALAZAR-VALLE, E., MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M. Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:27-32

### Abstract

Nowadays there exists different software of open source, which allows an affordable to performance or optimization small of process industrials and of investigation. In the present task we intend acquire readings of the pressure and temperature in an isoteniscope, this allows the student to plat graphs and check behavior of these physicochemical variables, An traditional isoteniscope is accompanied by vacuum generator and a pressure gauge in a U-tube, an electrical resistance that generates heat in the sample to be analyzed this in order to be for the laboratory worker. In the development of this task it intended to replace the U-tube pressure gauge by a differential pressure sensor MPX5100DP and Add a temperature sensor LM35, both sensors present their readings in an analog form, these signals are acquired and manipulated by an arduino card one, which later will be shown in a display, These changes in the isoteniscope allow reduction of errors in the reading, less manipulation of the instruments, faster readings etc. With the changes to be made in this instruments it is intended to renew isotenisscopes that are now used manually in educational and research laboratories.

### Isoteniscopio, sensor, display

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: esalazar@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En el laboratorio de Físico-química del Instituto Tecnológico de la Laguna, se sugiere en los programas de estudio realizar prácticas de laboratorio sobre el calor latente de vaporización para diferentes sustancias (por lo general solventes), las mediciones se realizaban de forma manual y análoga. En la actualidad estas prácticas no se realizan debido al mal estado de los equipos de medición utilizados en el isotenisoscopio. Durante el desarrollo de este trabajo se presenta una tecnología, la cual permite realizar mediciones de temperatura y presión de forma digitalizada.

Para realizar esta mejora se usará un medidor de presión diferencial MPX5100DP el cual mide la presión de vapor que genera la muestra a estudiar, la presión se mostrará en el indicador digital. En el proceso que maneja el isotenisoscopio la muestra es sometida a temperaturas de alrededor de los 100 °C que es en donde la muestra a estudiar se evapora, es importante el monitoreo de la temperatura a la cual se somete, se utiliza una resistencia eléctrica para llevar la muestra a las temperaturas deseadas, se utilizará un sensor de temperatura LM35, este presenta sus mediciones en el indicador digital.

Ambos datos de presión y temperatura serán obtenidos por medio de una tarjeta arduino uno y mostrados en un indicador digital, la presión en kilo pascales (kPa) y la temperatura en grados centígrados (°C). En el desarrollo del presente artículo se muestran algunos conceptos básicos como lo son, usos y funcionamiento del isotenisoscopio, tipos de presiones, la presión de vapor, calor latente, tarjeta y sensores utilizados para el monitoreo de variables Físico-químicas (temperatura y presión), observaciones del trabajo realizado, resultados y conclusiones.

## Usos y funcionamiento del Isotenisoscopio

El isotenisoscopio es uno de los equipos utilizados durante las prácticas de laboratorio, este consta de un bulbo de vidrio de aproximadamente 0.02 m. de diámetro, conectado a un tubo en U (figura 1). El funcionamiento de este dispositivo se basa en que la presión de vapor en el bulbo debe equilibrarse con una presión externa para que el líquido alcance el mismo nivel en las dos ramas del tubo en U. La presión registrada en estas condiciones es igual a la presión atmosférica menos la presión de vapor. Para hacer una determinación del calor latente, se llenan las  $\frac{3}{4}$  partes del bulbo y  $\frac{3}{4}$  partes del tubo en U con la solución a analizar, la presión se reduce para que el líquido del bulbo hierva desplazando el aire del isotenisoscopio, se toman lecturas de presión con un manómetro y la temperatura con un termómetro de mercurio, para restablecer el sistema se permite la entrada de aire hasta equilibrarlo, se repite la operación para obtener diferentes lecturas y llegar a los resultados de la sustancia a estudiada.



**Figura 1** Isotenisoscopio de uso común

## Tipos de Presión

La presión se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área, es decir fuerza por unidad de área.

Las presiones absoluta, manométrica y de vacío (figura 2) son todas positivas y se relacionan entre sí mediante las siguientes ecuaciones.

$$\text{Presión manométrica} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \quad (1)$$

$$\text{Presión de vacío} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \quad (2)$$

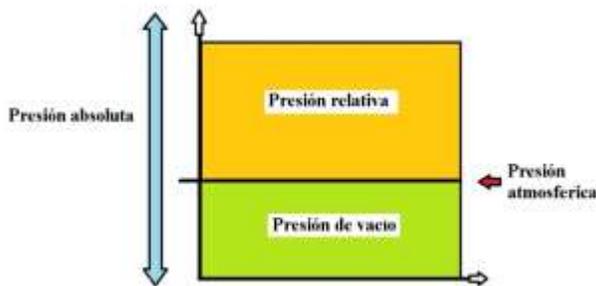


Figura 2 Gráfica de presiones

## Calor latente de Vaporización

Para pasar de la fase líquida a la fase de vapor se necesita una absorción de energía por parte de las moléculas líquidas, ya que la energía total de éstas últimas es menor que la de las moléculas gaseosas. En el caso contrario, en la condensación, se produce un desprendimiento energético en forma de calor. El calor absorbido por un líquido para pasar a vapor sin variar su temperatura se denomina calor de vaporización. Se suele denominar calor latente de vaporización cuando nos referimos a un mol.

## Tarjeta Arduino

La tarjeta Arduino uno (figura 3) es una herramienta y plataforma electrónica de código abierto, flexible y sencillo de utilizar. Con ella es posible crear objetos o entornos interactivos. Esta plataforma puede detectar o afectar el entorno recibiendo entradas de diversos sensores y activando algunos actuadores respectivamente.

La tarjeta posee un microcontrolador que se programa mediante el lenguaje de programación Arduino. Los ficheros de diseño de referencia pueden ser adaptables a las necesidades del usuario puesto que se encuentran disponibles bajo una licencia abierta. Arduino ofrece ventajas en cuanto a asequibilidad, multiplataforma trabajando con Windows, Mac y Linux; su entorno de programación es simple, además de que su programación y sus dispositivos son ampliables mediante librerías y módulos, los cuales el usuario puede utilizar a necesidad de su proyecto a desarrollar.

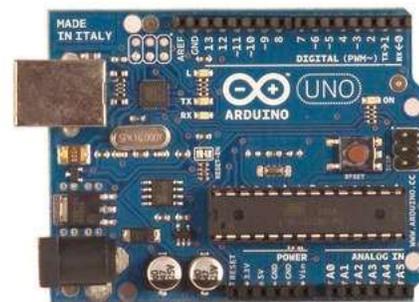


Figura 3 Tarjeta Arduino uno

## Sensor de Temperatura LM35

El sensor LM35, es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV (150 °C = 1500 mV). Está calibrado directamente en grados Celsius.





**Figura 7** Sistema lector de sensores de presión y temperatura

Para obtener el funcionamiento de este sistema de lectura de presiones y temperaturas se realizó un programa para la placa Arduino uno se muestra en la figura 8.

```

Archivo: Editor: Programa: Herramientas: Ayuda
resistencia12_07-2017

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,13,5,4,3,2);

float temp ();
float presion ();

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print("TEMP.= C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PRESION= kPa");
}

void loop()
{
  float temperatura = temp();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print(temperatura);
  delay(200);

  float presiones = presion();
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(presiones);
  delay(200);
}

float temp ()
{
  int dato;
  float tr;
  dato=analogRead(A0);
  tr= (500.0 * dato)/1023;
  return(tr);
}

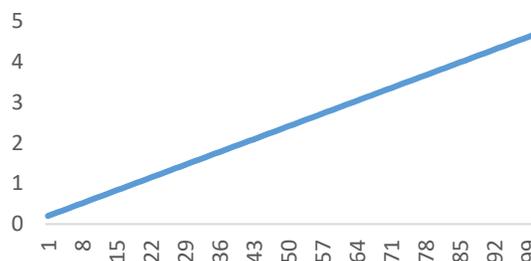
float presion ()
{
  float dato2;
  float pr;
  dato2=analogRead(A2);
  pr= ((dato2-102)/100)/1024;
  return(pr);
}

```

**Figura 8** Programa en Arduino

En la figura 9, se puede observar la respuesta y linealidad del sistema, se muestra la presión vs voltaje generado, mediciones realizadas con el sensor de presión, estas lecturas analógicas son recibidas por la tarjeta arduino, manipuladas y mostradas en el indicador digital.

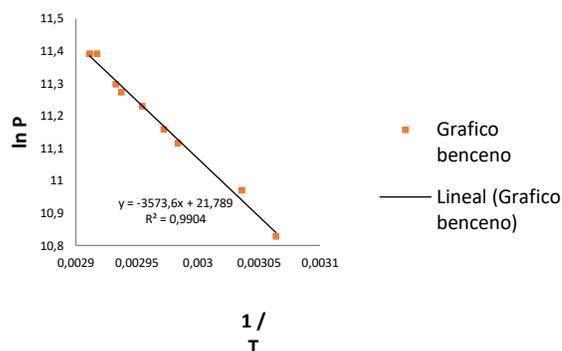
Voltaje de salida VS. presión.



**Gráfico 1** Gráfica voltaje presión

Se realizaron pruebas con el isoteniscope para el cálculo de la entalpia de vaporización para soluciones de benceno las cuales presentaron respuestas satisfactorias debido a la similitud de su comportamiento.

Calculo de la entalpia del benceno.



**Gráfico 2** Gráfica del cálculo de entalpia

## Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Tecnológica de Torreón por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo y al cuerpo académico de innovación, integración y desarrollo de tecnologías.

## Conclusiones

Con la mejora realizada en la medición de las lecturas de temperatura y presión, se realizan las prácticas de vapor latente con precisión, confiabilidad y repetibilidad, se reduce el tiempo de la realización de las prácticas. Una de las ventajas obtenidas al utilizar sensores electrónicos y programación de código abierto es que permite ampliaciones y/o modificaciones del programa. Como trabajo futuro se podrán obtener diferentes variables de la muestra de laboratorio a estudiar, agregando sensores al sistema, y controlar desde la arduino el sistema de calefacción (en este caso la resistencia eléctrica) para mantener la temperatura controlada y saber los valores exactos ya que son un factor importante en los métodos de vaporización.

## Referencias

- Brian W. Evans. 2008 *Arduino Programming Handbook: A Beginner's Reference*, Editorial, USA, 2 edición.
- Pons Muzzo, Gaston. 1987 *Fisicoquímica*, Editorial. Universo S.A. Primera edición.
- Maron. Lando, 1970 *Fisicoquímica Fundamental* Editorial. Lima Primera edición.
- Cengel, Boles, *Termodinámica* ISBN 978-607-15-0743-3, Séptima edición, Capitulo uno.
- Torrente, *Arduino. Curso práctico de formación*, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México ISBN: 978-607-707-648-3, Primera Edición
- Capparelli, 2013 *Fisicoquímica básica*. Universidad Nacional de La Plata, E-Book. ISBN 978-950-34-0972-5, Primera Edición.
- Lozano, 2017, *Arduino Práctico*. I.S.B.N: 978-84-415-3838-2, Edición 2017.
- Engel, Reid, 2017, *Introducción a la fisicoquímica: termodinámica*, Editorial Pearson Educación, ISBN-9702608295, 9789702608295.
- Espinoza, Panozo, Cardozo, 2005, *Bioseguridad y Seguridad Química en Laboratorios*, Registro de la Propiedad Intelectual bajo Depósito Legal N° D. L. 2-1-1038-05 ISBN.: 84-8370-300-9, Primera Edición.
- Vega, Konigsberg, 2001, *La teoría y la práctica en el laboratorio de química general para ciencias Biológicas y de la salud*, Universidad Autónoma Metropolitana, ISBN: 970-654-909-9.
- Sociedad Americana de Química, 2003, *Seguridad en los laboratorios químicos académicos, Volumen I Prevención de accidentes para estudiantes universitarios*, ISBN 0-8412-7412-6.
- Maron, Prutton, 2002, *Fundamentos de fisicoquímica*, ISBN 968-18-0164-4 Editorial Limusa. 9788441534193, Editorial Anaya.