

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: LECTURA DE pH, IMPLEMENTANDO POR SOFTWARE LA CORRECCIÓN DE SU DEPENDENCIA TÉRMICA.

S. CASANS, D. RAMÍREZ, E. NAVARRO, J. PELEGRÍ, R. GARCÍA
LEII - Dpt. Ingeniería Electrónica Universitat de València C/ Dr. Moliner 50
46100 Burjassot Espanya Tel: 96 3160462 FAX: 96 3160466 email:
Silvia.Casans@uv.es

Con motivo de la implantación de los nuevos planes de estudio en la titulación de Ingeniería electrónica se incluye, entre otras, la asignatura de sistemas de instrumentación. En ella se pretende que el alumno además de familiarizarse con algunos entornos de programación gráfica, como puede ser el HPVEE y el LabVIEW, desarrolle aplicaciones prácticas que puedan encontrarse en el ámbito real de trabajo.

1. Introducción

La asignatura consta de una parte teórica donde se explica qué es un sistema de instrumentación y sus aplicaciones. La segunda parte es práctica y para ello se dispone de equipos de medida programables así como tarjetas de adquisición.

Todas las prácticas son ejemplo de aplicaciones reales pasando desde el diseño y control de una pequeña matriz de conmutación, de gran utilidad en procesos de test, al diseño de circuitos de acondicionamiento de temperatura y pH, realizando su calibración y control con el entorno de programación gráfico LabVIEW. Concretamente en este artículo se presenta el contenido básico de la práctica correspondiente al circuito acondicionador de pH.

2. Medida de pH

En primer lugar al alumno se le dan los conocimientos básicos sobre el sensor que va a utilizar, en este caso el electrodo de pH. Su comportamiento tiene una clara dependencia térmica como puede apreciarse en la ecuación 1. Controlar dicha dependencia es de vital importancia para realizar un buen acondicionamiento de la señal.

$$E_0(T, \text{pH}) := 0.00019845(T + 273.16) \cdot (7 - \text{pH}) \quad (\text{ec.1})$$

El circuito de acondicionamiento que se utiliza es el mostrado en la figura 1 y cuya tensión de salida viene dada por la ecuación 2:

$$V(\text{pH}, T) := -\left(\frac{R8}{R3}\right) \cdot \left[1 + \left(\frac{R1}{R2}\right)\right] \cdot Eo(T, \text{pH}) + 0.7 \quad (\text{ec.2})$$

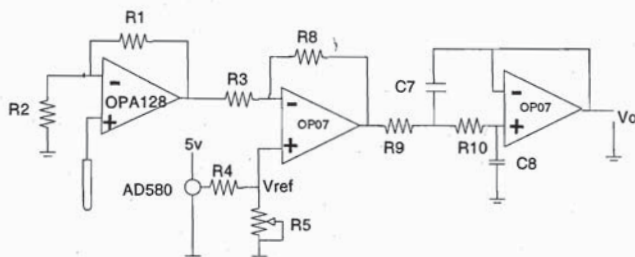


Figura 1. Circuito acondicionador de pH

El circuito no incorpora ningún elemento, como podría ser un termistor, que se encargue de realizar la compensación térmica. Es el alumno quien debe realizar la compensación adecuada por software, para ello se hace uso de un segundo programa, concretamente el MathCad, con el cual se estudia la dependencia térmica tanto de la pendiente como de la ordenada de las rectas mostradas en la gráfica 1. En ella se aprecia claramente la dependencia térmica de la tensión de salida del circuito de acondicionamiento.

Halladas las expresiones de la tensión, proporcionada por el circuito, y del pH en función de la temperatura se comparan gráficamente los cálculos realizados y los valores reales que deben obtenerse tal como muestran las gráficas 2 y 3. Para ello se ha hecho uso de las ecuaciones 3 y 4.

$$V\alpha(\text{pH}, T) := y(T) \cdot \text{pH} + f(T) \quad (\text{ec.3})$$

$$\text{pH}_{\text{Exp}}(\text{pH}, T) := \frac{V\alpha(\text{pH}, T) - f(T)}{y(T)} \quad (\text{ec.4})$$

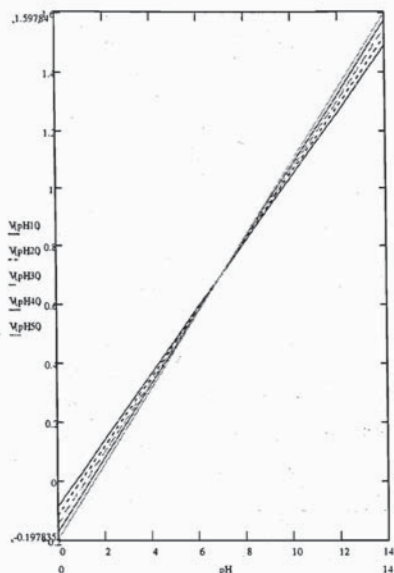
donde $f(T)$ e $y(T)$ son las expresiones generales de la pendiente y la ordenada de las rectas de la gráfica 1.

$$f(T) := -0.003 \cdot T - 0.059$$

(ec.5)

$$y(T) := 0.0003969 \cdot T + 0.108$$

(ec. 6)



Gráfica 1. Dependencia térmica del circuito acondicionador de pH

Figura. 2 Panel frontal del programa de lectura

Finalmente el alumno debe desarrollar un programa, utilizando el entorno gráfico LabView, que tenga en cuenta la dependencia térmica de modo que utilizando las expresiones calculadas realice el ajuste automáticamente. Se dispone de las herramientas necesarias para realizar tanto la calibración del circuito como la comprobación de su correcto funcionamiento para distintas disoluciones.

Las figura 2 y 3 ilustran las posibles pantallas interactivas, desarrolladas con el entorno gráfico LabView, donde el alumno realiza la calibración del circuito o bien mide el pH de una solución.

Hay que tener en cuenta que para llevar a cabo las comprobaciones finales es necesario disponer de un circuito adicional que se encargue de medir la temperatura y cuya adquisición también se realice de forma automática a través de la tarjeta de adquisición. El circuito acondicionador de temperatura pertenece a una práctica anterior y cuyo resultado se acopla directamente al nuevo programa.

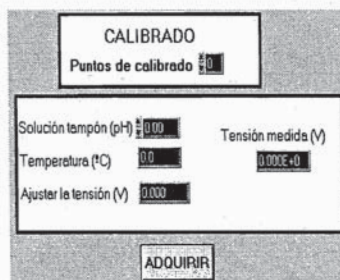


Figura. 3. Panel frontal del programa de calibrado

3. Conclusiones

Lo que se pretende es motivar al alumno para que participe en las diversas etapas que pueda suponer el desarrollar una aplicación en la industria, por supuesto a un nivel muy inferior pues se trabaja con circuitos sencillos. De este modo la asignatura no queda reducida a realizar tareas exclusivamente de programación o de hardware sino que durante el desarrollo de la asignatura el alumno pasará por ambas etapas, obteniendo como resultado varios instrumentos virtuales que él mismo ha diseñado y que en conjunto formarán un sistema de instrumentación.

Referencias

- [1] A guide to signal switching in automated test systems. KEITHLEY. Third edition, Cleveland, 1995
- [2] National Instruments; "LabVIEW Tutorial", Austin, 1996.
- [3] National Instruments; "LabVIEW Data Acquisition", Austin, 1996.
- [4] Sensores y Acondicionadores de Señal. Ramón Pallás Areny, Ed. Marcombo, 1994.