

Medidor de Temperatura y Humedad Relativa

Reporte de Proyecto

M. C. Héctor Ulises Rodríguez Marmolejo, M.C. Fco. Javier Villalobos Piña

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. A. López Mateos 1801 Ote. Fracc. Bona Gens. Aguascalientes, Ags.

Tel.01(449)9105002 ext. 106.

ulises_eagle2003@yahoo.com.mx ulisesmicros@yahoo.com ulisesmicros@ita.mx

Resumen

El artículo presenta el diseño electrónico de un sistema de monitoreo de humedad relativa y temperatura que fue implementado dentro de las instalaciones de una industria de procesamiento de alimentos frigorizados ubicada en el Parque Industrial Valle de Ags., Aguascalientes. El sistema electrónico maneja un exhibidor de cristal líquido en donde se despliega la temperatura y la humedad relativa dentro del área de embalaje de los alimentos. Como es conocido, hay alimentos que con temperaturas demasiado altas y con porcentajes de humedad elevados tienden a descomponerse o a perder sus propiedades y por ello es necesario estar monitoreando constantemente estas dos variables físicas. El sistema electrónico interactúa con las variables desde su muestreo, acondicionamiento, procesamiento matemático y exhibición a partir de un microcontrolador PIC16F877 [1]. Con un sensor de humedad capacitivo se varía la frecuencia de un oscilador y éste a su vez envía la señal a un convertidor de frecuencia a voltaje, traduciendo la variación de humedad en un cambio de voltaje. Para la segunda variable monitoreada se usó un termistor no lineal.

Palabras clave: termistor, sensor capacitivo, oscilador, convertidor de frecuencia a voltaje, microcontrolador, exhibidor de mensajes .

Abstract

This article presents the design of electronic system who works in the control of humidity and temperature that was implemented inside of a fresh food factory in the Parque Industrial Valle de Aguascalientes. The electronic system drives a liquid crystal display, where it shows humidity and temperature in manage department of fresh food. Anybody knows, with high temperature and humidity the food lose its properties. That is the reason why is needed check these two values. The electronic system takes samples of variables, makes new signals, processes by mathematic algorithm and display the results by a PIC16F877.

A capacitive sensor moves the frequency of oscillator, then the sign is transformed in to a voltage. The second variable is generated by a non-linear termistor, both are process by microcontroller.

Key words: termistor, capacitive sensor, oscillator, frequency to voltage converter, microcontroller, display.

Introducción

Dentro de la industria de los alimentos, existen diferentes variables físicas que deben ser controladas, ya que de ellas depende en gran medida la calidad del producto que se esté procesando, además de medidas estrictas de higiene. Es por ello que los alimentos cada vez soportan mayores periodos dentro de su envase, conservando su textura, sabor, suavidad, nutrientes, etc. El objetivo dentro de esta empacadora de alimentos es tener el control de la temperatura y el porcentaje de humedad. Para ello sólo es necesario dar a conocer a los operadores a qué temperatura se encuentra el área de envase y el grado de humedad relativa, que no debe ser mayor al 65%. Se diseña entonces un sensor capacitivo el cual varía su capacitancia dependiendo de la humedad en el medio ambiente y a partir de un termistor no lineal se detecta la temperatura. Una vez que se escogieron los elementos sensores se hace el acondicionamiento electrónico que fue mucho más complejo para el sensor de humedad y posteriormente se realiza el procesamiento matemático dentro del microcontrolador para ser expuesto en la pantalla de cristal líquido. Todo el sistema debe ser lo suficientemente rápido, eficiente y económico de modo que supere a los dispositivos que pueden encontrarse en el mercado, mismos que existen pero tienen deficiencias como velocidad de respuesta, costo, dimensiones, entre otros.

Desarrollo

El primer paso, fue seleccionar el sensor que nos pudiese proporcionar un cambio de algún parámetro empleado dentro de la electrónica con la variación de humedad. Se analizaron diferentes elementos que

reaccionan con la humedad pero resultaron costosos, de grandes dimensiones y vulnerables. Fue por ello que se escogió un sensor hecho a partir de una placa para circuito impreso de escasas dimensiones. En este sensor el cobre varía su capacitancia con diferentes porcentajes de humedad permitidos, además es de fácil implementación y costo reducido (figura 1).

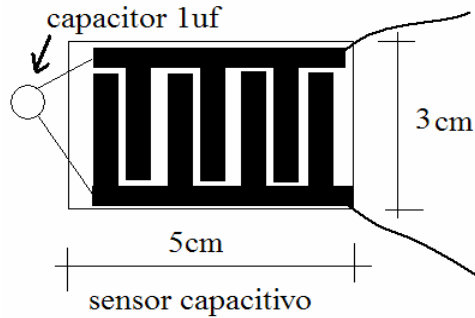


Figura 1. Forma y medidas del sensor capacitivo formado por una placa para circuito impreso.

Al sensor se le agrega un capacitor de 1 microfaradio el cual compensa ruidos electromagnéticos que se den en el medio ambiente, ya que sin el capacitor el sensor puede actuar como una antena o introducir errores al acondicionamiento.

El siguiente paso consistió en tomar la variación de capacitancia y llevarla hacia el microcontrolador. Se optó por implementar un oscilador [2], que varíe su frecuencia entre 4khz y 5khz al variar la humedad relativa del medio ambiente entre el 10% y el 100% mediante el circuito integrado NE555 tal como se muestra en la figura 2.

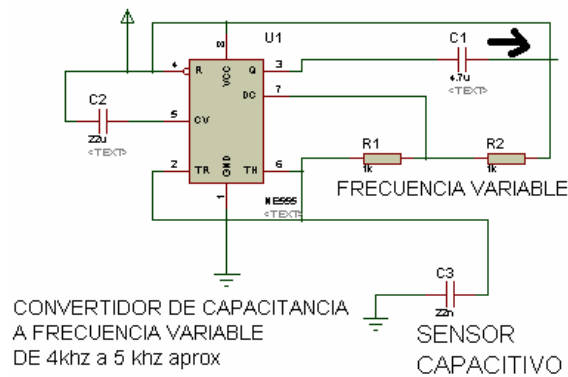


Figura 2. Convertidor de capacitancia a frecuencia.

La manera más rápida de tomar la señal proporcionada por el oscilador, es hacer uso del módulo de captura y comparación del microcontrolador, sin embargo esto hace más

complejo el algoritmo de procesamiento dentro del microcontrolador. Se optó por implementar el convertidor de frecuencia a voltaje [2] mediante un circuito integrado LM2917, que fue configurado para que la variación de voltaje que proporciona con la humedad en un rango del 10% al 100% sea de 3 a 5 voltios, que son leídos por el microcontrolador (figura 3).

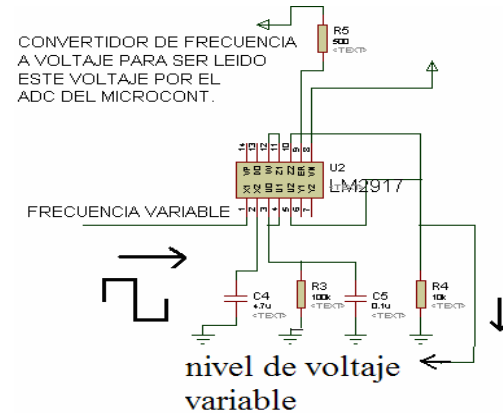


Figura 3. Convertidor de frecuencia a voltaje.

Para sensar la temperatura bastó con implementar un divisor de voltaje entre el termistor y una resistencia para tomar la señal de voltaje que variará dependiendo de la temperatura [2]; una vez teniendo este parámetro se lleva a un segundo canal del microcontrolador para su procesamiento y exhibición (figura 4).

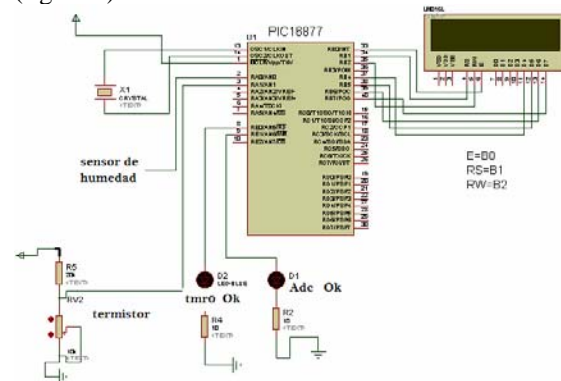


Figura 4. Sistema electrónico de procesamiento.

Para exhibir en la pantalla el porcentaje de humedad, fue necesario tomar 50 muestras de diferentes porcentajes de humedad con el higrómetro comercial Honeywell modelo HI 91610 y conocer para cada una de las muestras el valor equivalente de voltaje. Teniendo estos datos se utilizó el método numérico de regresión polinomial el cual consiste en realizar sumatorias de las variables a manipular, en este caso voltaje contra porcentaje de humedad para

ser sometidos a un sistema matricial que arroja los coeficientes del polinomio, mismo que fue programado dentro del microcontrolador [3] el cual con un valor de voltaje, proporciona su equivalente en porcentaje de humedad del 10% al 100% con un margen de error aproximadamente del 0.05% contra el higrómetro Honeywell. Para tomar la segunda señal de voltaje proveniente del acondicionamiento hecho para el termistor, se usó una función dada por el fabricante del termistor, en donde la señal analógica se convierte a formato digital, se obtiene su equivalente de resistencia y por último se sustituye en la función, la cual nos proporciona la temperatura, todo esto dentro del PIC16F877 (ver código).

```
set_adc_channel(1);
delay_US(50);

LEE_ADC=READ_ADC();
UENT=(LEE_ADC*5)/255;
RESIST=((UENT*20000)/(5-UENT));

L1=(log(RESIST/10000));
L2=(log(RESIST/10000))*(log(RESIST/10000));
L3=(log(RESIST/10000))*(log(RESIST/10000))*
(log(RESIST/10000));
TEMPERATURE=1/(3.354016E-3+(2.569850E-4*L1)+
(2.62013E-6*L2)+(6.38309E-8*L3));
TEMPERATURE=TEMPERATURE-273;
```

Código en lenguaje C programado dentro del microcontrolador según el termistor.

Una vez que procesamos ambas señales de voltaje en el microcontrolador, el sistema es capaz de mostrar la temperatura en grados centígrados y el porcentaje de humedad relativa del medio ambiente (figura 5).

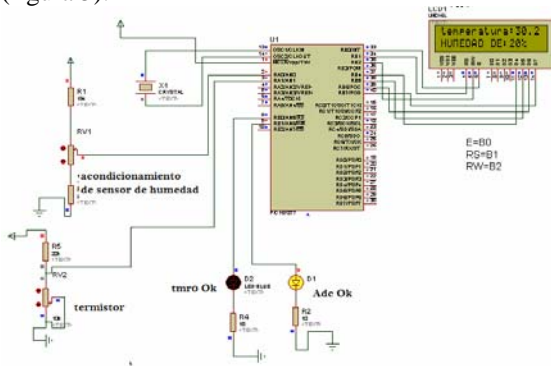


Figura 5. Sistema trabajando en su conjunto.

A continuación se hace la comparación de muestras de humedad tomadas con el higrómetro de la marca Honeywell modelo HI 91610 el cual fue usado como equipo calibrador y el higrómetro diseñado (ver tabla 1). Existe gran similitud entre las mediciones tomadas entre el equipo comercial y el diseño electrónico. Esto nos indica que nuestro sistema es confiable además de tener un costo bastante reducido. Se concretó a usar el método numérico -regresión polinomial- ya que arrojó muy buenos resultados y por el tipo de muestras que se analizaron no hubo necesidad de aplicar o

comparar con otros métodos numéricos. El algoritmo de programación está conformado de 2 partes, la primera de ellas es leer el convertidor análogo digital, procesar el valor matemáticamente exhibiendo la temperatura y la otra parte es tomar la lectura de un segundo canal del mismo convertidor para ejecutar la función calculada por el método de regresión polinomial exhibiendo el valor del porcentaje de humedad.

| Higrómetro Honeywell (%) | Higrómetro diseñado (%) |
|--------------------------|-------------------------|
| 10 | 10.09 |
| 20 | 20.1 |
| 30 | 30.3 |
| 45 | 45.5 |
| 55 | 55.6 |
| 70 | 70.8 |
| 80 | 80.09 |
| 90 | 90.2 |
| 100 | 99.8 |

Tabla 1

Conclusiones

Con los datos arrojados de un medidor comercial y nuestro acondicionamiento electrónico de humedad, aplicamos el método numérico que más se aproxima al valor real el cual fue regresión polinomial, mismo que generó un polinomio que fue programado dentro del microcontrolador. Gracias a los compiladores que hay en la actualidad se pueden hacer operaciones matemáticas altamente complejas, como son las dos funciones que tiene que realizar el microcontrolador para el procesamiento de la temperatura y humedad, situación que en lenguaje ensamblador es posible con algoritmos sumamente complejos debido a la manipulación de datos hexadecimales, convertirlos a punto fijo decimal y aún más las cosas se complican si el punto decimal es flotante. El uso de la interrupción del timer 0 del microcontrolador es ventajoso en aquellos casos donde el microcontrolador realiza varias tareas a la vez, ya que tiene que leer dos variables analógicas independientemente, procesarlas por separado, activar y desactivar indicadores de correcto funcionamiento y mostrar los resultados en pantalla, logrando con ello eficientar el código máquina y las memorias Ram y Rom del microcontrolador.

Referencias

[1] Pic18f452 Datasheet; Microchip. <http://www.microchip.com>
 [2] R. Dean Anderson, Harry P (1999). *Sensors, signals and processors on designs*. Adisson Wesley.
 [3] Angulo Usategui, José M. y Angulo Mtz. Ignacio. *Microcontroladores 'Pic': diseño práctico de aplicaciones*. Mc Graw Hill.

Recibido: 23 de oct. De 2006 Aceptado: 28 de marzo de 2007