

Plataforma de Monitoreo de Variables Físicas con dsPIC's

Physical Variables Monitoring Platform with dsPIC's

Álvaro Andrés Navarro Pérez¹, José Bestier Padilla Bejarano^{2*}, Oscar Alexander Henao Hernandez³

^{1,3}Ingeniero Electrónico, Grupo de investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

aanavarro@uniquindio.edu.co

oahenaoh@uqvirtual.edu.co

^{2*}M.Sc., Grupo de investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

jbpadilla@uniquindio.edu.co

Resumen— En este trabajo se presenta una aplicación de los dsPIC's por medio de la implementación de una plataforma adecuada con sensores inteligentes, desarrollados a partir del dsPIC 30F4013 de Microchip, esta plataforma permite capturar, monitorear y transmitir los datos de cada uno de los sensores, teniendo la capacidad de auto calibrarse e informar sobre posibles daños en los transductores.

Palabras Claves— dsPIC's, sensor inteligente, plataforma, monitoreo.

Abstract— this paper is based on the dsPIC's application through suitable platform with smart sensors and dsPIC 30F4013 of Microchip. The system allows capturing, monitoring and transmitting the information of each sensor taking into a count the auto-calibrating and the possibility of showing the damages on the transducers.

Key Word—dsPIC's, smart sensor, platform, monitoring

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos dispositivos que permiten la adquisición, el procesamiento y análisis de señales, dentro de los que se destacan: los PIC's [1], los DSP [2], FPGA [3], [4] y los PLD [5], cabe indicar que en algunos casos en la implementación de sistemas electrónicos a partir de estos dispositivos se requiere realizar las tareas de adquisición, procesamiento y análisis de forma independiente, lo cual incrementa el uso de software y hardware, viéndose reflejado en costo, tiempo de diseño, implementación y respuesta de los dispositivos.

Los dsPIC's son una alternativa que aparecen a mediados del 2004 permitiendo integrar la simplicidad y versatilidad de los PIC's con las prestaciones más interesantes (instrucciones

complejas para el análisis y procesamiento de señales digitales) de los DSP, buscando ser una respuesta eficaz a las necesidades de las aplicaciones modernas que combinan las funciones típicas de los microcontroladores con las del procesamiento digital de señales de los DSP.

Por lo anterior con el desarrollo de esta plataforma se hizo una aplicación usando el dsPIC 30F4013 de la empresa Microchip, para mostrar las ventajas que este dispositivo presenta frente a otros, cuando se usa como sistema de procesamiento de las señales que se obtienen, en este caso, de las variables: temperatura, humedad relativa y proximidad, implementando a partir de estas mediciones características de sensores inteligentes, tendencia que cada día gana más fuerza en lo que respecta al campo de los dispositivos transductores.

II. MARCO TEÓRICO

A. Dispositivos procesadores de señal

Ya que lo que se busca en este trabajo es implementar una aplicación de procesamiento de señales utilizando como dispositivo de procesamiento el dsPIC 30F4013, a continuación se describirán algunas generalidades sobre la versatilidad de los dsPIC's en este tipo de desarrollo.

dsPIC's, estos dispositivos son las familias en las que se divide los DSC (controladores digitales de señales) que han sido el resultado logrado por la MICROCHIP al unir la potencia y posibilidades de un microcontrolador de 16 bits (MCU) con las prestaciones más interesantes de los DSP.

El DSC es muy parecido a un microcontrolador MCU de 16 bits en cuanto a la arquitectura, repertorio de instrucciones y precio, pero con el rendimiento y prestaciones de un DSP.

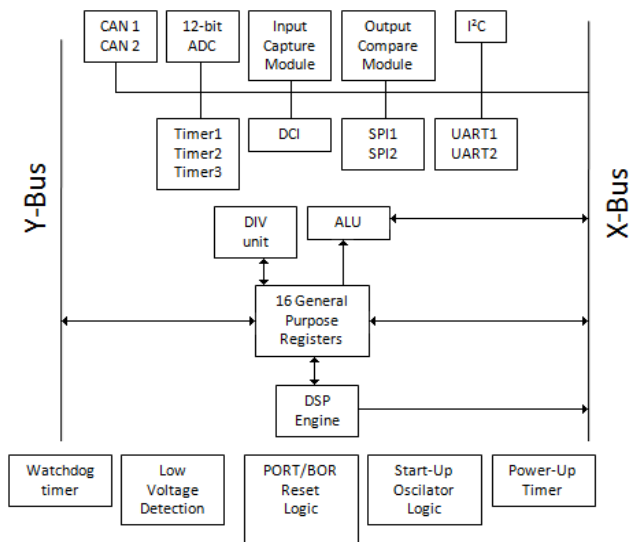


Figura 1. Componentes internos del dsPIC 30F4013.

Estos dispositivos se caracterizan por alcanzar un rendimiento de 40 MIPS e integrar memoria FLASH de alta calidad junto a novedosos recursos de hardware, apoyándose en herramientas de desarrollo muy factibles de manejar y manteniendo la compatibilidad de los diversos modelos con encapsulados diferentes [6].

En la Figura 1 pueden observarse algunas características de los dsPIC's, entre las que se destacan:

- Arquitectura Harvard.
- Datos de 16 bits.
- Instrucciones de 24 bits.
- Capacidad para ejecutar instrucciones de 3 operandos en un ciclo: ej. $A+B=C$.
- Instrucciones de dos tipos: MCU y DSP.
- Motor DSP.
- Módulos de comunicación I2C, SPI, CAN, DCI, etc.

b. Sensores de la plataforma

La plataforma de monitoreo, cuenta con un dsPIC 30F4013 que cumple la función de unidad de adquisición, procesamiento y análisis de las señales provenientes de cada uno de los sensores con que cuenta la plataforma, los cuales se describen a continuación.

Sensor de temperatura, para la medida de esta variable se implemento el LM35 de la NATIONAL, que entrega una variación de voltaje de $10\text{mV}/^\circ\text{C}$, presentando un comportamiento lineal, como se aprecia en la Figura 2 [7].

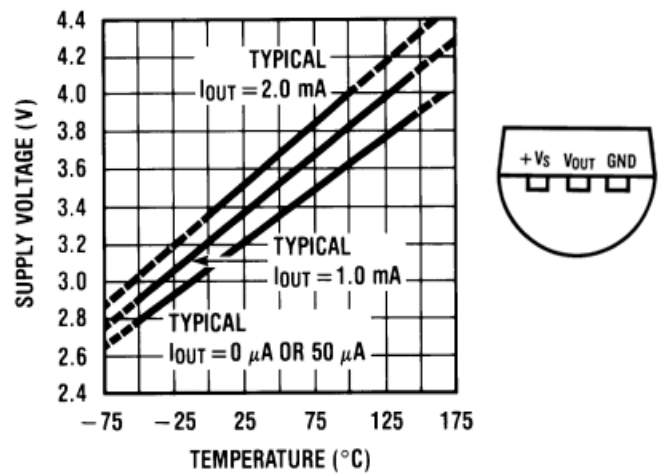


Figura 2. Gráfica del comportamiento del sensor LM35.

Sensor de humedad relativa, en la plataforma para la medida de humedad relativa se usó el sensor HS1101 de la empresa HUMIREL, el cual proporciona una variación de capacitancia proporcional al valor de la humedad que está presente en el ambiente. Debido a que la señal entregada por el sensor H1101 no es interpretada por el dsPIC, se implementó el acondicionamiento recomendado según especificaciones del fabricante [8]. En la siguiente gráfica puede observarse el comportamiento típico de este sensor:

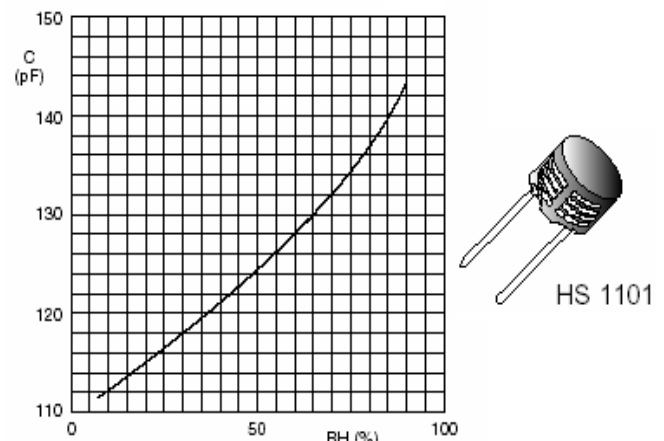


Figura 3. Gráfica del comportamiento del sensor de humedad relativa HS1101.

Sensor de proximidad, para la detección de objetos cercanos a la plataforma, se usó un sensor de proximidad GP2D12 de la empresa SHARP, que entrega una variación de voltaje proporcional dentro de un rango de 10 a 80cm, como se aprecia en la Figura 4 [9].

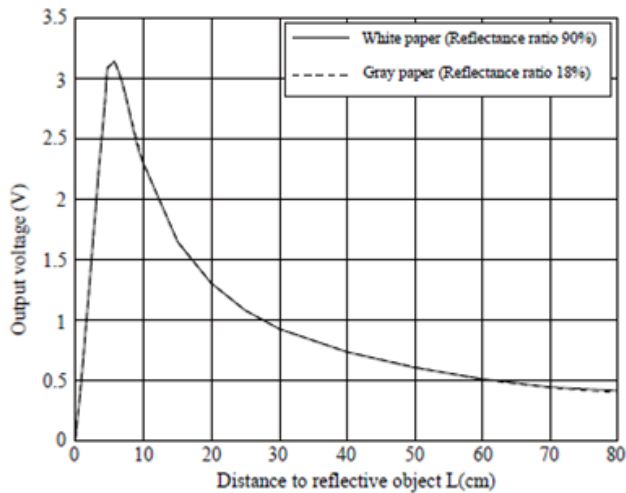


Figura 4. Gráfica del comportamiento del sensor de proximidad GP2D12.

Los sensores anteriormente descritos fueron los acondicionados como sensores inteligentes según el IEEE 1451.2, el cual dice que un transductor inteligente es aquél que proporciona más funciones de las necesarias para generar una correcta representación de la variable monitorizada. [10].

III. MONTAJES Y EXPERIMENTO

En la Figura 5 se presenta un diagrama de bloques que describe la plataforma de monitoreo con dsPIC.

Ya que la plataforma cuenta con tres sensores, cada uno de estos fue previamente caracterizado y analizado para posteriormente corregir posibles no linealidades, además de la relación que se presenta entre las diferentes variables medidas y sus efectos en los demás transductores.

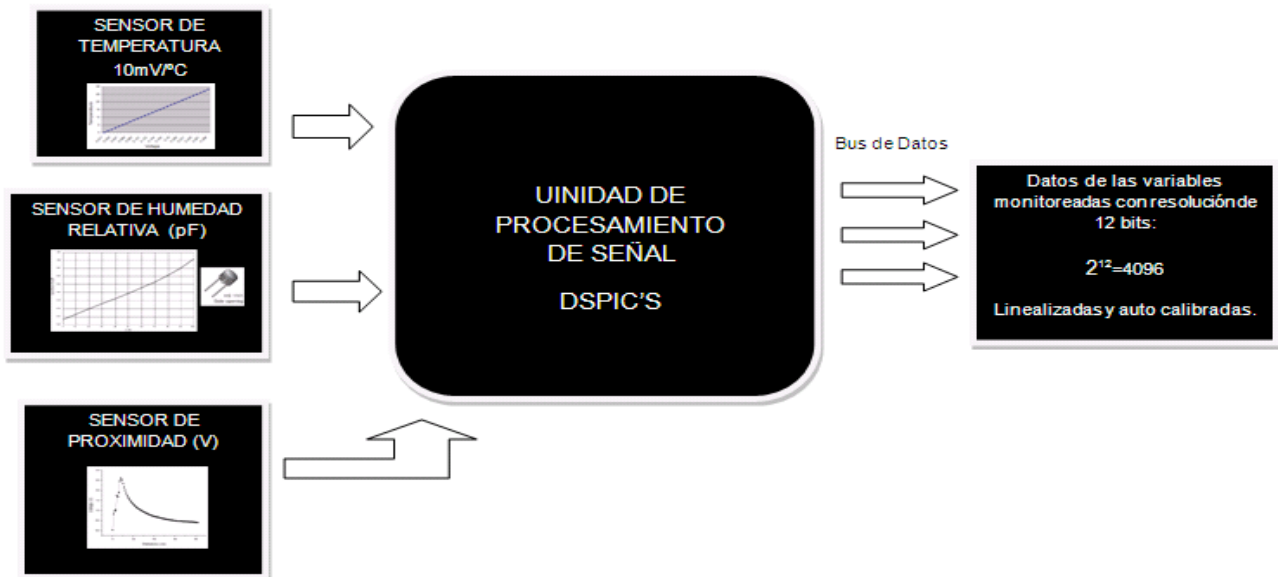


Figura 5. Diagrama de bloques de la plataforma de monitoreo.

a. Sensor de Temperatura LM35

En primera estancia, se caracterizo el sensor de temperatura LM-35 teniendo como respuesta los datos mostrados en la Figura 6.

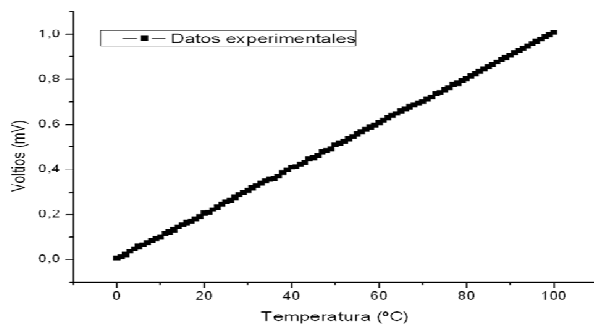


Figura 6. Respuesta del sensor LM35.

En la Figura 6, se aprecia una respuesta lineal de este sensor con una variación de 10 milivoltios por cada grado centígrado como lo indica el fabricante [7].

En la ecuación 1 se describe el comportamiento de este sensor

$$V = 0,01003T + 0.00356 \tag{1}$$

b. Sensor de proximidad

En la Figura 7 se muestra la respuesta del sensor de proximidad SHARP GP2D12. Este sensor opera en el espectro del infrarrojo a distancias que varía entre los 10cm y los 80cm con una salida analógica de voltaje entre los 0.4 V y 2.4 V, confirmando así los datos entregados por el fabricante.

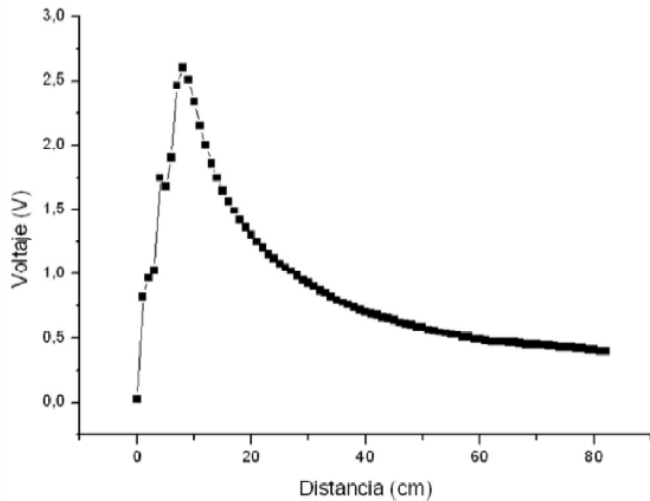


Figura 7. Respuesta sensor SHARP GP2D12.

Después de la toma de los datos de forma experimental se procedió a calcular la ecuación que representa el comportamiento del sensor, adicionalmente, se debe tener en cuenta cómo influye el ángulo de incidencia del sensor infrarrojo ya que este juega un papel importante y decisivo en la toma de los datos por lo que se hace necesario tener presente esta información, para al final obtener la ecuación 2 de aproximación.

$$V = 1,649d^{-0,8524} \quad (2)$$

c. Sensor de Humedad Relativa

Este sensor es de tipo capacitivo, es decir, es un condensador que tiene como dieléctrico un material cuya constante dieléctrica cambia con las variaciones de humedad presentes en el aire circundante, dando como resultado la curva de la Figura 8.

Estas variaciones capacitivas a su vez, causan un cambio en la frecuencia del circuito acondicionador, dando lugar a una modulación en frecuencia, la cual está en función de la humedad relativa presente en el entorno del sensor.

Teniendo la caracterización y comportamiento de cada uno de los sensores, se llevó a cabo la linealización para la auto calibración, detección de fallo de cada uno de los transductores y aproximación de cada una de las señales, de manera que en la salida del dsPIC se obtuviera el valor de cada sensor de forma digital, con una resolución de 12 bits.

En la Figura 9 se muestra un breve diagrama implementado en el dsPIC's para el procesamiento de las señales de estos sensores.

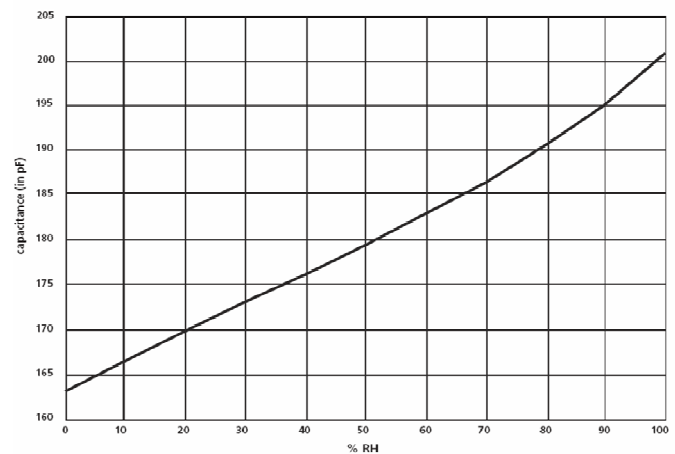


Figura 8. Curva de respuesta típica del HS 1101.

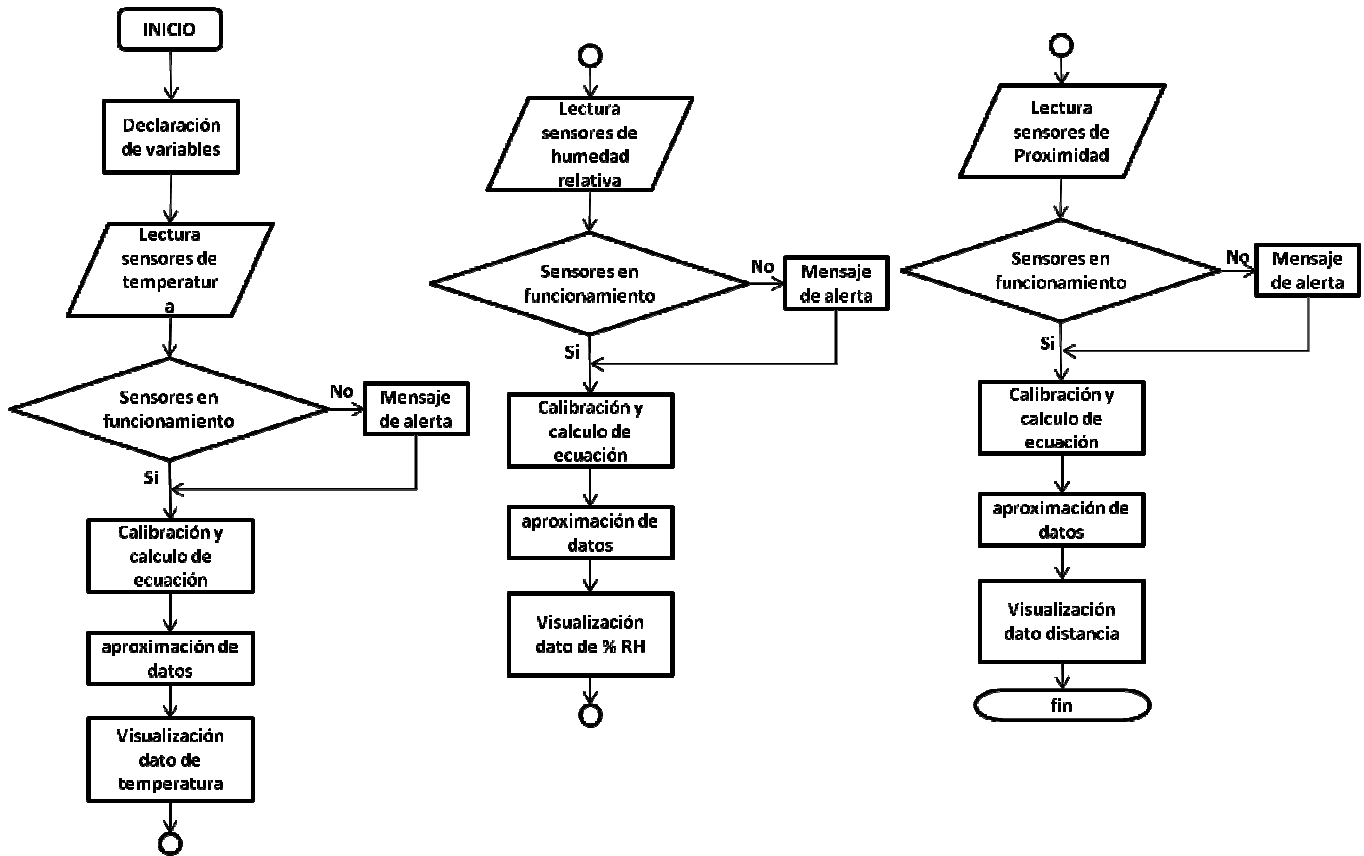


Figura 9. Diagrama de flujo implementado.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El desarrollo de sensores inteligentes con dsPIC's, en aplicaciones de nuevas tecnologías, aportan a mejorar los sistemas de procesamiento de señales ya existentes, haciendo que se vuelvan más eficaces y confiables.

Otro resultado importante es la adecuación de los valores entregados por los sensores, ya que por ser procesados con un dsPIC's a una resolución de 12 bits, se hace necesario manipular las ecuaciones de manera tal que su resultado pueda ser expresado en las unidades de la magnitud física medida, además de la implementación de algoritmos más complejos para el procesamiento de las mismas. Aspectos que reflejan la eficiencia de los dsPIC's en comparación a los obtenidos en aplicaciones desarrolladas con microcontroladores de gama media [11].

En tanto al procesamiento que se le realizó a las señales provenientes de cada uno de los sensores, se llegaron a los siguientes resultados:

a. Sensor de Temperatura LM35

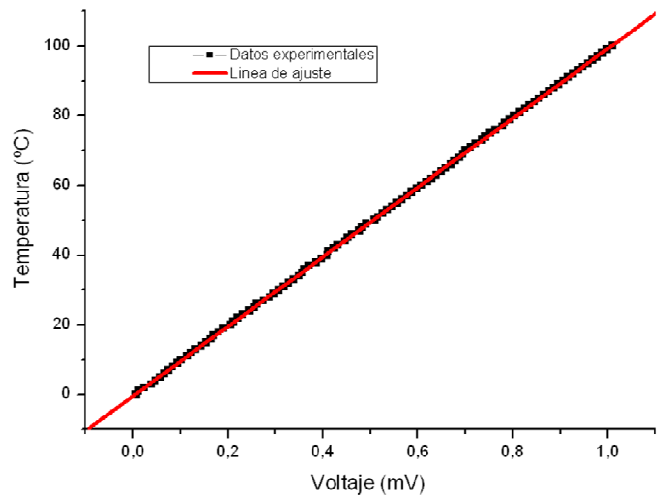


Figura 10. Gráfica de la aproximación de los datos experimentales del sensor LM 35.

Para obtener el valor de la temperatura medida por el sensor, se procedió a hacer una la aproximación de los datos experimentales como se aprecia en la Figura 10, de esta forma conocer la ecuación 3 que determina el valor de la temperatura en función de la señal de voltaje que entrega el sensor:

$$T = -0,336 + 99,181V \quad (3)$$

b. Sensor de proximidad

Con el fin de obtener el valor de la distancia medida por el sensor GP2D12, se realizó la aproximación de los datos obtenidos experimentalmente, como se puede observar en la Figura 11, para con ello conocer la ecuación 4 que describe la función de aproximación, hallando con esta el valor de la distancia.

$$d = 26,487V^{-1,214} \quad (4)$$

c. Sensor de Humedad Relativa

Después de acondicionar el sensor, se obtiene el valor de la humedad en función de la frecuencia describiendo el comportamiento de la Figura 12. Para el cálculo del valor de esta variable, se tuvo en cuenta que se da en términos de un porcentaje por ello fue necesario plantear una regla de tres ecuación 5 de tal forma que dependiendo del periodo de la señal de frecuencia, por medio del dsPIC se determinará la humedad que presenta el ambiente.

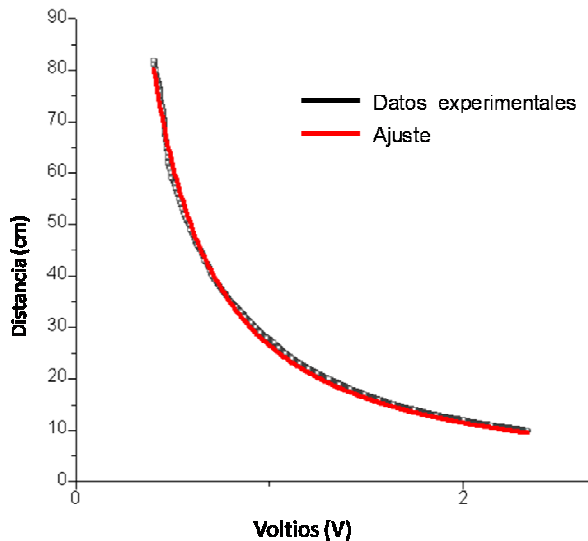


Figura 11. Gráfica de la aproximación de los datos experimentales del sensor GP2D12.

$$HR = \frac{(100 * \Delta t)}{25} \quad (5)$$

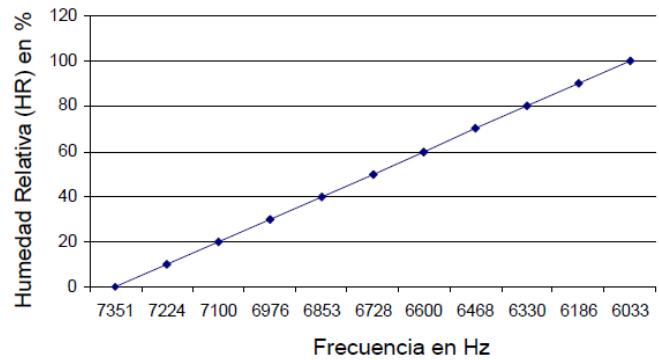


Figura 12. Gráfica de HR Vs. Frecuencia en Hz.

IV. CONCLUSIONES

Se ha presentado una aplicación de procesamiento de señales utilizando como dispositivo de procesamiento un dsPIC's, que por su versatilidad y bajo costo cuenta con gran cantidad de ventajas ante sistemas desarrollados con PIC's; también con el desarrollo de este trabajo, se pudo llegar a construir sensores inteligentes a partir de componentes electrónicos convencionales usando tecnologías existentes.

El desarrollo de sensores inteligentes con dsPIC's aumentó las capacidades de la plataforma en tiempos de respuesta, aplicaciones y posteriores trabajos basados en este campo.

En la implementación de dsPIC's, se puede destacar la velocidad de procesamiento con respecto a los microcontroladores PIC's de gama media, además de que estos últimos se limitan en la cantidad de entradas análogas y una resolución máxima de 10 bits, en caso contrario el dsPIC 30F4013 cuenta con 16 entradas análogas y una resolución máxima de 12 bits lo que hace que las aplicaciones con este tipo de dispositivos ofrezcan mayores ventajas que las desarrolladas con PIC's.

Otra ventaja que podemos destacar de las aplicaciones desarrolladas con dsPIC's, es que por su gran capacidad de procesamiento pueden desarrollar tareas de linealización y autocalibración, viéndose reflejada esta capacidad en la disminución de la cantidad de hardware utilizado para la implementación del sistema desarrollado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los integrantes Grupo de Investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET por su colaboración y apoyo permanente en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] (2004). Microcontroladores. [Sitio en Internet]. Disponible: <http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm>.
- [2] JORDI SALAZAR. Procesadores digitales de señal (DSP) Arquitecturas y criterios de selección. Febrero 2001.

- [3] (octubre, 2003). Diagrama de una FPGA. [Sitio en Internet] Disponible:
<http://www.monografias.com/trabajos33/implementacion-bpsk/implementacion-bpsk.shtml>.
- [4] Ing. Gabriel Sánchez Suárez. “¿Qué es una FPGA?”. Junio de 2009.
- [5] (Enero, 2004). ¿Qué son los PLD?. [Sitio en Internet]. Disponible:
http://www.itson.mx/die/eromero/biblioelec/bsistdig1/prog_PLD.pdf.
- [6] A. Usategui, J. Maria. “dsPIC Diseño práctico de aplicaciones”. Capitulo 2. Pág. 17-19. 2006.
- [7] Sensores. [Sitio en Internet]. Disponible:
<http://www.xrobotics.com/sensores.htm>.
- [8] Humirel. PDF Data sheet HS1100. Relative Humidity Sensor TECHNICAL2 DATA 7 de Julio 2002.
- [9] SHARP PDF D Data sheet GP2D12/GP2D15. General Purpose Típe Distance Measuring Sersor. Julio de 2004.
- [10] Héctor Ramos, Francisco Macia Pérez, Diego Marcos Jorquera. “Redes Inalámbricas de Sensores Inteligentes. Aplicación a la Monitorización de Variables Fisiológicas”. Pág. 3. Abril 2006.
- [11] O. A. Henao H., J.P. Jiménez J., J. B. Padilla B. “Unidad móvil para el monitoreo de variables físicas Robot-1”. Agosto 2008.