

# Registrador de Temperatura con dsPIC

Jenny Gadvay Barzallo<sup>1</sup>, Nathali Sánchez Chávez<sup>2</sup> Carlos Valdivieso<sup>3</sup>  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC)  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador  
jenny\_ng22@hotmail.com<sup>1</sup> nathali\_sanche@hotmail.com<sup>2</sup> cvaldiv@fiec.espol.edu.ec<sup>3</sup>

## Resumen

*Basados en los conocimientos adquiridos en la materia de graduación "Microcontroladores Avanzados" dirigido por el Ing. Carlos Valdivieso, catedrático de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, el principal objetivo del proyecto de graduación es el diseño e implementación de un registrador de temperatura; el cual tiene como elemento principal un microcontrolador en nuestro caso el dsPIC 30F4011. Dentro del diseño se realiza el acondicionamiento de la señal para los sensores de temperatura utilizados. El monitoreo de temperatura de los diferentes sensores pueden ser observados en la gráficas generadas en Visual Basic. El registrador de temperatura por las capacidades que tiene, abre una gama muy grande de posibilidades de aplicación.*

**Palabras Claves:** dsPICs, Visual Basic.

## Abstract

*Based on the knowledge acquired in the matter of graduation "Advanced Microcontroller" directed by Msc Carlos Valdivieso, professor at the Electric and Computers Engineering Faculty at the Escuela Superior Politécnica del Litoral, the main object of the graduation project is the design and implementation of a temperature logger, which has a central controller in our case a dsPIC 30F4011. Part of the design is the signal conditioning of the sensors used. Temperature can be monitor for the different sensors. Graphs are generated in Visual Basic. The temperatures logger due to its capabilities could be used in a wide range of applications.*

**Keywords:** dsPICs, Visual Basic.

## 1. Introducción

Se implementó un registrador de temperatura, que posee dos canales de entradas analógicas para ser utilizado con dos tipos diferentes de sensores de temperatura los cuales son: PT100 y LM35.

El registrador puede almacenar cualquier valor de temperatura comprendido en un rango de  $-50$  a  $250$   $^{\circ}\text{C}$ , con una resolución de  $0,5$   $^{\circ}\text{C}$ , dependiendo del tipo de sensor que el usuario elija.

Se desarrolló una interfaz para que el usuario tenga la facilidad de descargar todas las temperaturas almacenadas en la memoria eeprom interna del microcontrolador durante las diferentes pruebas, usando Visual Basic.

El registrador de temperatura da la facilidad al usuario de observar en la pantalla lcd el monitoreo constante de temperatura que se encuentra en grados Centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), y al mismo tiempo se puede observar la conversión ya sea a grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) o grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) mediante selección de botonerías.

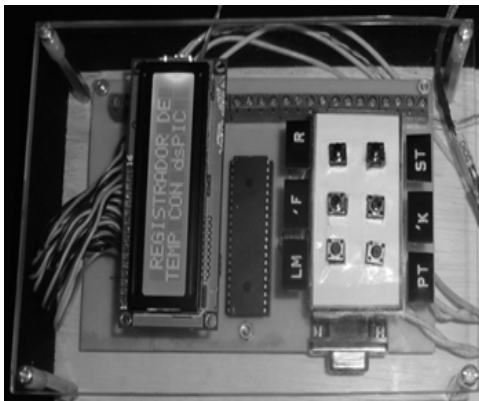


Figura1. Registrador de Temperatura

## 2. Características del registrador de temperatura.

### 2.1. Fundamento teórico

El registrador de temperatura realiza mediciones de alta precisión, rápida respuesta y estabilidad. Se lo utiliza para la medición y almacenamiento de temperatura. Con este registrador se puede monitorear valores de temperatura durante largos períodos de tiempo. Las lecturas se almacenan en la memoria interna del microcontrolador y se descargan fácilmente en el PC a través del puerto serial. El usuario puede elegir el tipo de sensor a usar dependiendo del área donde desee medir la temperatura.

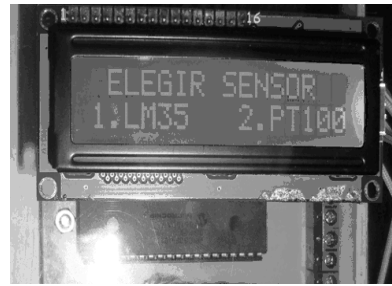


Figura 2. Selección de sensor

### 2.2. Características generales del registrador de temperatura.

- Memoria de almacenamiento eeprom interna del microcontrolador de 1024 bytes.
- Pantalla LCD en la que se muestra la información.
- Unidad de medición seleccionable,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $^{\circ}\text{F}$ ,  $^{\circ}\text{K}$ .
- Descarga de los datos almacenados a través del puerto serial.
- Software de análisis para ver gráficos con los datos descargados.
- Selección del sensor.

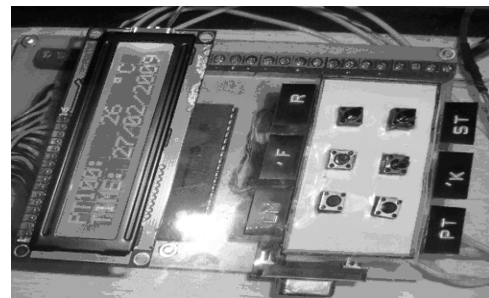


Figura 3. Lecturas en lcd

## 3. Sensores de Temperatura.

### 3.1. PT100

Este tipo de sensor se encuentra dentro de los clasificados como resistivos, el cual tiene la particularidad de variar su resistencia eléctrica según el efecto físico que se desea medir. El sensor que se estudió para el desarrollo de este registrador es un RTD, que es utilizada en industrias para medición continua de temperatura.



Figura 4. Pt100

**3.1.1 Características de la Pt100.** El platino es el elemento más indicado para la fabricación de sensores de temperatura por resistencia, ya que, posee las siguientes características:

- Alto coeficiente de temperatura.
- Alta resistividad, lo que permite una mayor variación de resistencia por grado centígrado.
- Relación lineal resistencia – temperatura.
- Rigidez y ductibilidad lo que facilita el proceso de fabricación de la sonda de resistencia.
- Estabilidad de sus características durante su vida útil.
- Rango de temperatura de -200 °C a 850 °C.

A continuación se despliegan las características del Platino comparadas con otros materiales:

**Tabla 1.** Características del Platino

Metal	Resistividad $\mu\Omega/cm$	Coficiente de $t^2$ $\Omega/\Omega, ^\circ C$	Intervalo útil de temp $^\circ C$	Resist a $0^\circ C$ $\Omega$	Precisión $^\circ C$
Platino	9.83	0.003850	-200 a 950	25, 100, 130	0.01
Niquel	6.38	0.0063 a 0.0066	-15 a 300	100	0.50
Cobre	1.56	0.00425	-200 a 120	10	0.10

### 3.2. LM35

El circuito integrado LM35 es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala de grados centígrados. Posee una precisión aceptada para la aplicación requerida, no necesita calibración externa, posee solo tres terminales, permite el sensado remoto y es de bajo costo.



**Figura 5.** LM35

#### 3.2.1. Características del LM35.

- Factor de escala: 10mV/ $^\circ C$ .
- Rango de utilización:  $-55^\circ C < T < 150^\circ C$ .
- Precisión de:  $\sim 1,5^\circ C$ .
- No linealidad:  $\sim 0,5^\circ C$ .
- Calibrado directamente en  $^\circ$  Centígrado.
- Exactitud garantizada de  $0.5^\circ C$ .
- Conveniente para aplicaciones remotas.
- Opera entre 4 y 30 volts de alimentación.
- Bajo autocalentamiento.

## 4. Control de registrador de temperatura.

El control del registrador se realizó con un microcontrolador avanzado que es el dsPIC 30F4011, el cual contiene un convertidor analógico digital (ADC), con ayuda de este ADC se toman muestras del voltaje de salida del circuito LM35 y la PT100.

La capacidad de almacenamiento del registrador depende de los intervalos de tiempo en que se desea registrar la temperatura.

### 4.1. Características de la tarjeta dsPIC30F4011.

La tarjeta dsPIC30F4011 [1], puede manejar 9 entradas analógicas, que pueden ser utilizadas para diferentes tipos de sensores, posee comunicación serial y programación serial en circuito (ICSP).

La programación del microcontrolador se lo hizo en el lenguaje de programación BASIC mediante el compilador Mikrobasic para dsPIC 30/33 Versión 5.0.

La tarjeta tiene un cristal de 4Mhz que mediante el programa de compilación se multiplica por 8, logrando así una velocidad de 32Mhz. También dispone de seis botoneras donde el usuario puede interactuar con el registrador de temperatura, ya sea para selección de conversión de temperatura, así como también para seleccionar el sensor, y para el encendido y seteo del mismo.

El microcontrolador tiene un módulo de comunicación serial que se usa para conectarse a una PC mediante un MAX232 usando el standard RS232 [2]. La tasa de transferencia es de 57600bps a 8 bits sin paridad y un bit de parada.

Los valores de temperatura medidos por cada sensor son guardados en intervalos de 2 segundos para poder registrar cualquier variación brusca de temperatura.

### 4.2. Conversión de temperatura

La temperatura es una propiedad física la cual se refiere a las nociones comunes de frío o calor, sin embargo su significado formal es más complejo, a menudo el calor o el frío percibido por las personas está mas relacionado a ciertas sensaciones térmicas, que con la temperatura real. Esencialmente, la temperatura es una propiedad que poseen los sistemas físicos.

La temperatura está íntimamente relacionada con la energía interna de un sistema: a mayor temperatura mayor será la energía interna.

La temperatura es una propiedad intensiva es decir que no depende del tamaño del sistema, sino que es una propiedad que le es inherente y no depende ni de la cantidad de sustancia ni del material del que este compuesto.

Es posible expresar la misma temperatura en diferentes unidades para lo cual se utilizó las siguientes tablas para su respectiva conversión.

**Tabla 2.** Fusión y ebullición.

ESCALA	fusión	ebullición
KELVIN	273,15 K	373,15 K
CELSIUS	0 °C	100 °C
FAHRENHEIT	32 °F	212 °F

**Tabla 3.** Conversión de temperatura.

De	A	Fórmula
Fahrenheit	Celsius	$C = (F-32)/1.8$
Celsius	Fahrenheit	$F = (1.8)C + 32$
Celsius	Kelvin	$K = C + 273$

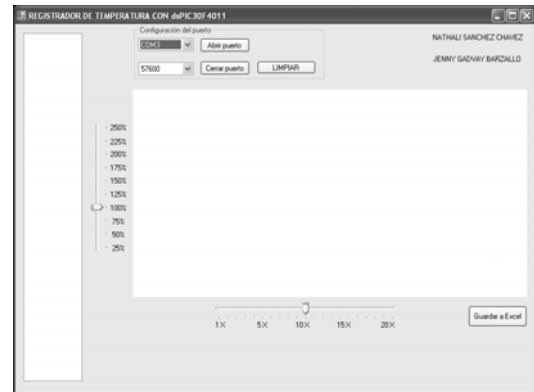
### 4.3. Interfaz con Visual Basic

Visual Basic es muy amigable con el usuario, es por esto que se eligió este programa para ser usado en nuestro proyecto.

Se realizó una interfaz sencilla de tal manera que el computador reciba mediante vía serial los datos de temperatura y se los mostrara en la pantalla de manera ordenada aquellos datos de variación de temperatura en ese instante, y al mismo tiempo se puede observar la grafica en tiempo real del sensor de temperatura que el usuario haya elegido para el respectivo monitoreo de temperatura.

Además de ofrecer la facilidad de almacenar los datos que recibe en un archivo, y cada vez que el programa se inicie mostrará los datos hasta allí recolectados.

A continuación mostraremos una pantalla de la interfaz de usuario diseñada.

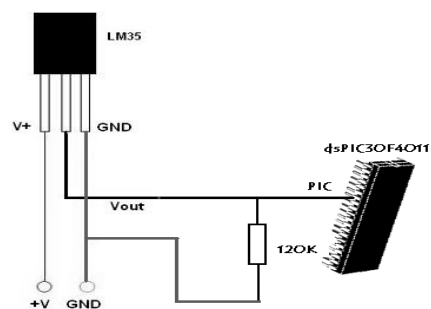


**Figura 6.** Interfaz

## 5. Acondicionamiento de la señal de los sensores de temperatura.

### 5.1 Acondicionamiento de la señal del LM35.

El LM35 [3], es un componente muy fácil de utilizar, en nuestro caso el primer pin va conectado a 5V, el segundo pin va conectado a la entrada analógica del dsPic 30F4011 y el tercer pin va conectado a tierra, para disminuir pequeñas perturbaciones se conecto una resistencia entre el segundo y tercer pin como se muestra en la figura.



**Figura 7.** Circuito LM35.

### 5.1 Acondicionamiento de la señal de la PT100.

El circuito acondicionador de la PT100 [4], consta de un medio puente de Wheatstone, a esta salida de voltaje se le agrega un seguidor de voltaje, para lo cual se utilizó un opam LM318 [5], con el fin de disminuir las corrientes parásitas. El LM318 se lo utiliza como circuito acoplador en aplicaciones analógicas y digitales, es decir, este circuito se encarga de

reproducir a la salida el voltaje de la entrada con una ganancia de corriente.

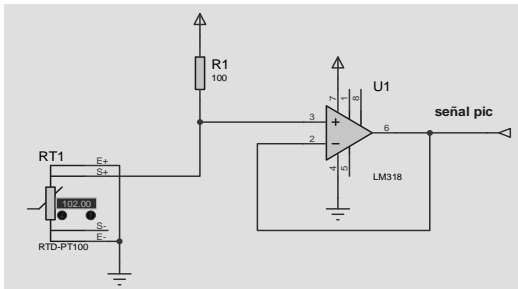


Figura 8. Circuito de la PT100.

## 6. Pruebas

Se realizaron varias pruebas de variación de temperatura, con el objetivo de saber que tan preciso era el registrador que habíamos diseñado.

### 6.1 Resultado de las pruebas

A continuación se mostrará la pantalla de la interfaz en Visual Basic con los cambios de variación de temperatura y al mismo tiempo se observa en la gráfica los cambios bruscos de temperatura, para luego ser guardados en una hoja de datos Excel.

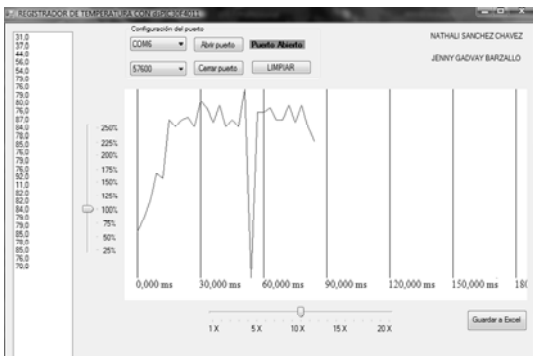


Figura 9. Pruebas en visual

## 7. Conclusiones

Se logró implementar una tarjeta electrónica capaz de adquirir los datos para registros de temperatura, con esta tarjeta se logró obtener una solución económica y confiable para diferentes sensores de temperatura, que son aplicados en varios procesos industriales en donde se requiere un constante monitoreo de temperatura.

Por la versatilidad del registrador de temperatura, se abre un abanico muy grande de posibilidades de aplicación ya sean en el área industrial donde se desea monitorear la temperatura en las calderas, o en ambientes exteriores.

Se aplicaron los conocimientos adquiridos y se mejoraron las destrezas en lenguaje MikroBasic para dsPics. El cual es un programador de alto nivel para desarrollar la programación del microcontrolador avanzados entre ellos el dsPIC 30F4011. El mismo que fue utilizado para el procesamiento las señales sean estas analógicas o digitales en aplicaciones con sensores de temperatura.

Se facilito la conversión a diferentes escalas de temperatura como es de grados Centígrados (°C) a grados Fahrenheit (°F) y de grados Centígrados (°C) a grados Kelvin (°K).

## 8. Recomendaciones

- Se recomienda acoplar una memoria externa para poder almacenar más datos de temperatura si se desean registrar datos por períodos muy largos, ya que la memoria interna del dsPIC es muy limitada para registros continuos de temperatura.
- Es muy importante saber qué tipo de señal envía el sensor al dsPic, ya que el microcontrolador trabaja en un rango de 0 a 5V, y definir bien las entradas analógicas en el lenguaje de programación Mikrobasic.
- Se recomienda tomar lo suficientes datos de temperatura versus tiempo para obtener la curva del sensor con el cual se está trabajando y así poder realizar el análisis respectivo y tomar las decisiones pertinentes.

## 9. Referencias

- [1] [www.microchip.com](http://www.microchip.com)  
Hoja de datos de la Familia DsPic30F4011/4012
- [2] Hoja de datos Familia MAXIM, Multichannel & Drivers/Receivers, MAX232.
- [3] Hoja de datos del sensor de temperatura LM35.
- [4] Hoja de datos del sensor de temperatura PT100.
- [5] Hoja de datos del opam LM318.
- [6] Manual de usuario de MikroBasic.
- [7] Curso práctico de electrónica industrial(Editorial Cedit )
- [8] Manual de usuario del Microchip PICKit 2
- [9] [www.mikroElektronika.com](http://www.mikroElektronika.com)  
“Programming dsPIC (Digital Signal Controllers) in BASIC”