

Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen

JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro*†, ORTEGA-ZERTUCHE, Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David

Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.

Recibido Marzo 4, 2015; Aceptado Noviembre 21, 2015

Resumen

Se presenta el acondicionamiento de señal de Termómetros de resistencia de platino industrial (TRPI) con α "385" vía labview basado en el modelo de Callendar Van Dusen, lo que permitirá ser usado en los laboratorios de calibraciones de industrias y de laboratorios de metrología secundarios.

Los termómetros de resistencia de platino (TRP) son ampliamente usados para medir temperaturas menores a 500 °C. Existen de varias calidades los termómetros de platino patrón (TPP) y los termómetros de platino industrial (TIP), en cuanto a los industriales estos tienen exactitudes dentro de una décima de kelvin y en algunas ocasiones aún de un kelvin o más.

Termómetros de resistencia de platino, acondicionamiento de señal.

Abstract

Signal conditioning Thermometers Industrial platinum resistance (TRPI) with α "385" via LabVIEW based on the model of Callendar Van Dusen, which will be used in calibration laboratories of industry and secondary metrology laboratories presents.

The platinum resistance thermometers (TRP) are widely used to measure temperatures below 500 °C. There are several qualities of platinum thermometers pattern (TPP) and industrial platinum thermometers (TIP), as these have industrial accuracies within a tenth of a kelvin and sometimes even a Kelvin or more.

Thermometers Industrial Platinum resistance, Signal conditioning.

Citación: JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David. Acondicionamiento de Señal de un TRPI vía labview mediante Callendar Van Dusen, Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2015, 2-5: 280-284

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ajamaica@uteq.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los TRPI se emplean extensamente en las mediciones industriales en todo el mundo, por tal motivo es evidente la necesidad de normarlos. En respuesta a esa necesidad la comunidad internacional se dio a la tarea de establecer lineamientos sobre los TRPI. La CCT-96 recomendó el empleo de la norma IEC 751. En esta norma se establecen los valores de las constantes A, B y C para un termómetro con α "385" basados en el modelo de Callendar-Van Dusen. En el mercado cada vez es más común encontrar TRPI con α "392" a un precio muy accesible. En este sentido los fabricantes disponen de platino de mayor calidad y las tecnologías de fabricación han mejorado para producir mejores TRPI para servicio industrial [1].

Al respecto surge la pregunta ¿la norma cubre los TRPI con α 392? La respuesta es no y con ello existe un vacío en la normalización de TRPI que sólo puede ser cubierto en este momento por la calibración individual de los termómetros con α 392. Sin embargo existen otros documentos no recomendadas por la CCT-96 que incluyen a TRP con α 392 tal es el caso de la OIML R84 ver [1].

Desarrollo

El modelo de Callendar-Van Dusen, al tiempo de su planteamiento describió adecuadamente el comportamiento de los TRPI con un modelo polinomial de segundo orden en el intervalo de temperaturas positivas y con uno cuartico para temperaturas negativas respectivamente. Desde entonces la capacidad de medición ha mejorado y superado las capacidades de este modelo. Sin embargo, estos modelos se encuentran ampliamente difundidos en la industria y en la instrumentación asociada a la medición de resistencia eléctrica de los TRPI.

En los lectores de resistencia eléctrica generalmente se emplea las constantes A, B, y C de estos modelos para su programación y posterior conversión de la resistencia eléctrica medida a temperatura, ver [3].

La ecuación 1 presenta el modelo de Callendar-Van Dusen, ver [2].

$$R_t = R_0 \left[1 + At + Bt^2 + C(t - 100^\circ C)t^3 \right] \quad (1)$$

Dónde:

R_t Resistencia en ohms del termómetro a temperatura t

R_0 Resistencia en ohms del termómetro a 0 °C

Para la calidad de platino comúnmente usado para TRPI los valores de las constantes en esta ecuación son, ver [4]:

$$\begin{aligned} A &= 3,9083 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \\ B &= -5,775 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2} \\ C &= -4,183 \times 10^{-12} \text{ }^\circ\text{C}^{-4} \end{aligned}$$

La ecuación que relaciona t con R_t , asociada con la ecuación 2 es:

$$t = (1/\alpha) (W(t) - 1) + \delta (t/100 - 1) (t/100) + \beta (t/100 - 1) (t/100) \quad (2)$$

Donde $C = -\alpha\beta \times 10^{-8}$ pero con $C=\beta=0$ para temperaturas mayores a 0 °C. Donde el valor de alfa es, ver [2]: $\alpha = 0,00385055 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

También A, B y C son constantes que se determinan al momento de calibrar. $C=0$ para $t > 0^\circ\text{C}$. A partir de este modelo se deriva α al que se define como el valor medio de la pendiente dr/dt de la curva en el intervalo de 0°C a 100°C y es comúnmente utilizado como criterio de calidad del TRPI, como se ve en la ecuación 3, ver [2].

$$\alpha = \frac{(R_{100} - R_0)}{100 * R_0} \quad (3)$$

También se propone para estos tipos de termómetros un coeficiente de temperatura α definido como:

Dónde:

R_{100} resistencia en ohms del termómetro a 100 °C

R_0 resistencia en ohms del termómetro a 0 °C

Existen dos valores estándar de α :
0,00385°C⁻¹ y 0,00392°C⁻¹

Por ello, un TRPI se cataloga como α_{385} o α_{392} , respectivamente, Para obtener el tipo de PT100 se obtiene con la ecuación vía labview.

$$A1 = (R_{100} - R_0) / (100 * R_0);$$

Se recomienda medir R_{100} para el valor de resistencia a 100°C y el valor de R_0 para la resistencia a 0°C y se obtiene el tipo de PT100.

Una vez conocido el tipo de PT100 y que haya sido según el modelo de Callendar Van Dusen se lleva a cabo la calibración para la obtención de los coeficientes de temperatura A y B.

Los coeficientes A, B y el valor de R_0 son introducidos por el métrólogo, mientras que R_t es el valor de resistencia que va estar variando de acuerdo a la temperatura y t es la temperatura mediante la ecuación de interpolación 4, ver [2].

$$t = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4B(1 - \frac{R_t}{R_0})}}{2B} \quad (4)$$

Para obtener el valor de temperatura t de acuerdo al valor de resistencia R_t , se puede ver en la siguiente expresión en labview.

$$t = (-A + ((A^2 - (4 * B) * (1 - (R/R_0)))^{(1/2)})) / (2 * B);$$

En el programa en labview quedaría de la siguiente forma como se ve en la figura 1, el valor de R es el valor que corresponde a la resistencia que va estar variando de acuerdo a la temperatura t , mientras una vez realizado la calibración se obtiene los coeficientes A y B.

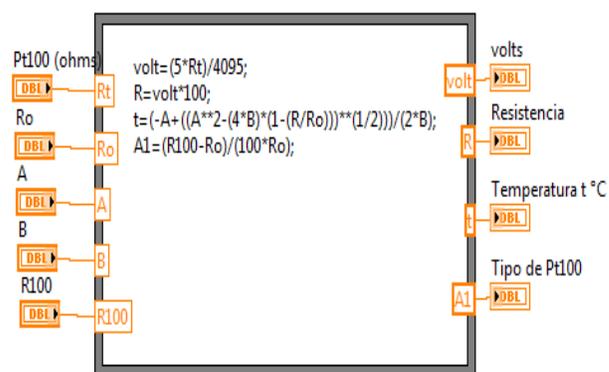


Figura 1 Modelo de Callendar Van Dusen subvi

Para esto se obtiene el valor de t de acuerdo al modelo de callendar van dusen, por lo que el subvi quedaría de la siguiente manera.

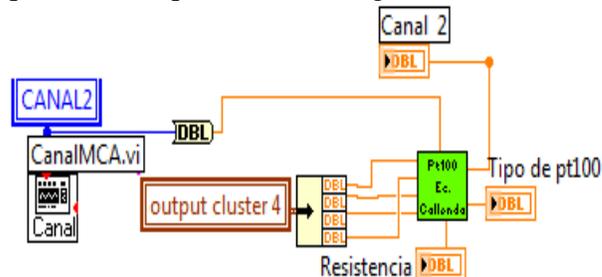


Figura 2 Subi pt100 Ec. Callendar

Posteriormente se lee los parámetros iniciales del ajuste matemático mediante el modelo Callendar Van dusen para los sensores de temperatura mediante un sub-vi llamado Config coeficientes, como se ve en la figura 3, se observa el diagrama de conexión y en la figura 4 el panel frontal, que se habilita cuando se activa el botón configuración.

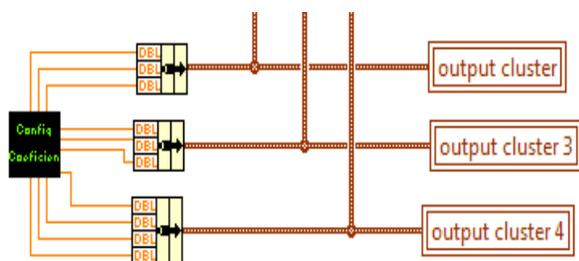


Figura 3.sub-vi Configuración Coeficientes

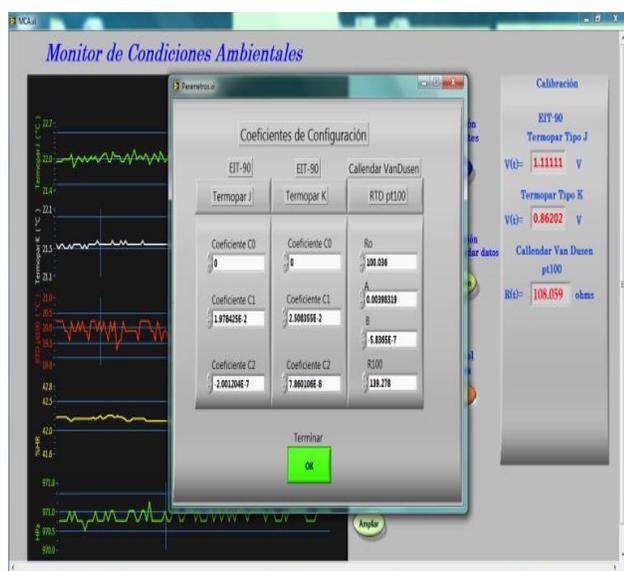


Figura 3 Panel frontal

El tipo de sensor que se va utilizar es un PT100 Tipo A $\alpha=0.00385$ configurado con el método de 4 hilos como se ve en la figura 4, lo que permite obtener presiones de centésimas de grado con la ventaja que el PT100 no se descompone gradualmente entregado lecturas errónea.

Figura 4 Acondicionamiento de señal PT100 de 4 hilos

Por los cables 1 y 4 se hacen circular una corriente de I de 1mA a través de $R(t)$ provovando una diferencia de potencial de 10mV en los extremos de $R(t)$.

Los cables 2 y 3 están conectados a la entrada de un amplificador de instrumentación AD620 de alta impedancia luego por estos cables no circula corriente y por lo tanto la caída de potencial en los cables será cero y el amplificador de instrumentación AD620 medirá exactamente el voltaje V en los extremos del elemento $R(t)$, ver figura 5.

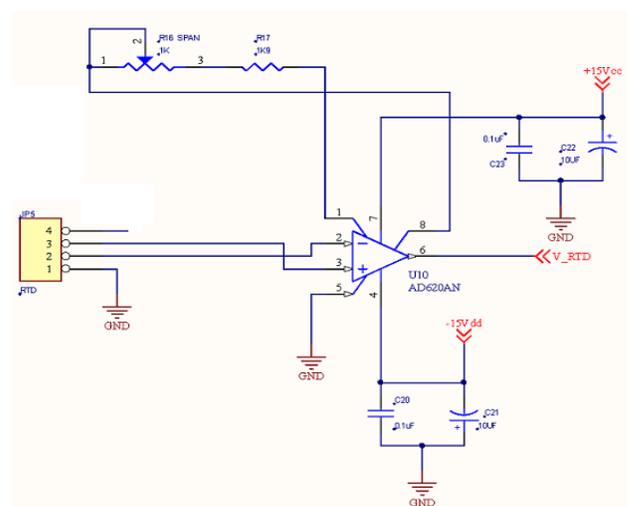


Figura 5 Corriente de 1mA con el AD620

Posteriormente en el amplificador de instrumentación AD620, se ajusta la ganancia para obtener un rango de voltaje de 0V equivale a 0°C y 5V a 100°.

Y Finalmente esta señal entra a un microcontrolador para que a su vez haga comunicación con el software labview.

Resultados

Canal 2 Sensor PT100

Temperatura del patrón (°C)	Resistencia del Calibrando (ohms)	Incertidumbre (k=2) °C
0,0	100,000	0,3
3,6	101,407	0,3
28,8	111,127	0,3
71,7	127,626	0,3

La ecuación recomendada para hacer interpolaciones en este tipo de termómetros es la siguiente:

$$\frac{R_t}{R_0} = 1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3$$

t es la temperatura en °C

R_t es la resistencia en Ohms

R₀ es la resistencia en 0°C

A= -3.9967E-07

B= 0,0038808

Referencias

- [1] R. Ramirez Bazán, *Téorico Experimental de Termometría*. Notas de curso CENAM. Querétaro, México, 2001
- [2] IEC 751, International standard. Industrial platinum resistance thermometer sensor. Amendment 2. 1995-07
- [3] R. Ramirez Bazán, *Téorico Experimental de Termometría*. Notas de curso CENAM. Querétaro, México, 2002
- [4] Crovini, L. et. al. *Temperature* **5**, 1077 (1992)