

1) Un termopar K (del que se conoce su comportamiento mediante la expresión polinómica de 2º orden) se utiliza (junto con un circuito acondicionador de señal para realizar la CJC y amplificar la tensión del termopar) para medir la temperatura en un horno industrial. El circuito anterior genera una tensión $v_1(t_m) = 241 \cdot v_K(t_m)$. Se pide: a) Diseñar un circuito linealizador utilizando circuito multiplicador/divisor, basado en amplificadores operacionales y transistores, para conseguir una tensión $v_2(t_m) = 0.01 \cdot t_m$, entre 0 y 1000°C

Para el termopar K puede suponerse la aproximación polinómica siguiente:

$$v_K(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \text{ mV}$$

- $a_0 = -0.043 \text{ mV}$
- $a_1 = 0.041 \text{ mV/}^\circ\text{C}$
- $a_2 = 2.62 \times 10^{-7} \text{ mV/}^\circ\text{C}^2$

Vo =					
R1 =		R2 =		R3 =	

Puesto que disponemos del modelo directo del termopar K, deberemos emplear una calculadora analógica que calcule la tensión que produce el termopar (en función de una tensión proporcional a la temperatura) y utilizar realimentación para llevar a cabo la igualación de la tensión v_1 con la tensión v_o obtenida por el calculador analógico.

$$v_K(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$$

$$v_1(t) = 241 v_K(t) = 241 [a_0 + a_1 t + a_2 t^2]$$

Instrumentación Electrónica

Ejercicio de aplicación de cálculo analógico a linealización de termopar K

$$v_2(t) = 0.01 \cdot t$$

$$v_3(t) \equiv v_1(t) = 241[a_0 + a_1 t + a_2 t^2]$$

Para diseñar el circuito calculador hay que obtener la expresión $v_3(t)$ en función de $v_2(t)$. Por tanto sustituyendo

$$t = \frac{v_2(t)}{0.01} = 100 \cdot v_2(t)$$

En la ecuación de v_3 :

$$v_3(v_2) = 241[a_0 + 100 \cdot a_1 v_2(t) + 10000 \cdot a_2 [v_2(t)]^2]$$

Habremos obtenido la función de transferencia de la calculadora analógica.

$$v_3(v_2) = \left[-10 \frac{R_6}{R_1} + \frac{R_6 R_4}{R_5 R_2} v_2(t) + \frac{R_6 R_4}{R_5 R_3} [v_2(t)]^2 \right]$$

Igualando los coeficientes de las dos últimas ecuaciones:

$$\begin{aligned} 241 \cdot a_0 &= -10 \frac{R_6}{R_1} \\ 24100 \cdot a_1 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 R_2} \\ 2410000 \cdot a_2 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 R_3} \end{aligned}$$

Sustituyendo los coeficientes del termopar:

$$\begin{aligned} -0.010363 &= -10 \frac{R_6}{R_1} \\ 0.9881 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 R_2} \\ 0.00063142 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 R_3} \end{aligned}$$

Elegimos $R_6 = 10K$, $R_5 = 10K$ y $R_4 = 10K$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{0.010363} R_6 = 965 R_6 = 9650K \\ R_2 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 \cdot 0.9881} = \frac{10 \cdot 10}{10 \cdot 0.9881} = 10.12K \\ R_3 &= \frac{R_6 R_4}{R_5 \cdot 0.00063142} = \frac{10 \cdot 10}{10 \cdot 0.00063142} = 15837K \end{aligned}$$

[Circuito en simulador:](#)