

Configuración del sensor RTD como circuito puente Wheatstone

Sensores y actuadores
Grado en Ingeniería en Robótica Software
GSyC, Universidad Rey Juan Carlos



(CC) Julio Vega

1. El circuito puente de Wheatstone

Un circuito puente Wheatstone, como el que vemos en la Figura 1, puede ser operado en una condición equilibrada o desequilibrada. Esta depende del tipo de aplicación. Se utiliza en una condición de equilibrio para calcular con precisión una resistencia desconocida, siendo el voltaje de salida igual a cero.

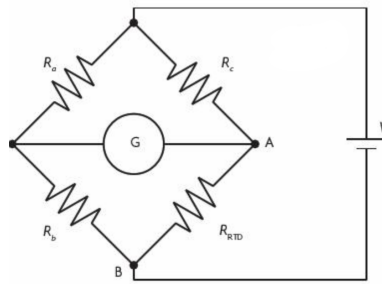


Figura 1: Circuito puente de Wheatstone

Sin embargo, más comúnmente se opera en condición de desequilibrio, conectando un transductor en una pata del puente, para medir cantidades físicas tales como deformación, presión o temperatura (como en este caso). Ocurre una condición de puente desequilibrado cuando el voltaje de salida no es igual a cero.

2. Resistencia RTD como brazo resistivo del circuito

En este ejercicio, el transductor es la resistencia RTD. Esta, como hemos visto en la teoría, cambia proporcionalmente según la variación de temperatura. Si el puente está equilibrado en un punto conocido, entonces la cantidad de desviación con respecto a la condición de equilibrio, indicada por el voltaje de salida, señala la cantidad de cambio de la temperatura, que es el parámetro que se está midiendo. Por consiguiente, el valor de temperatura puede ser determinado mediante la cantidad de desequilibrio del puente.

Dicho de otro modo, un circuito puente se diseña para medir temperatura de modo que se equilibre a cierta temperatura de referencia y desequilibre a una temperatura medida. En este ejercicio, el termistor empleado tiene un valor conocido de resistencia a $0^{\circ}C$. Por simplicidad, asumimos que las otras tres resistencias del puente son iguales a la resistencia del termistor a $0^{\circ}C$, por tanto $R_{RTD} = R_a = R_b = R_c$. En este caso particular, el cambio en el voltaje de salida (ΔV_{salida}) está relacionado con el cambio en R_{RTD} mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta V_{salida} \cong \Delta R_{RTD} \left(\frac{V_{in}}{4R} \right) \quad (1)$$

El símbolo \cong es una relación de igualdad especial; indica que *está relacionado con* o *es congruente con*. Esta fórmula solo es aplicable cuando todas las resistencias del puente son iguales cuando este está equilibrado. El puente podría estar inicialmente equilibrado sin que todas las resistencias fuesen iguales; esto es, $R_a = R_c$ y $R_b = R_{RTD}$, aunque la fórmula para ΔV_{salida} sería más complicada.

3. Ejercicio

En el diagrama eléctrico de la Figura 1 se muestra la configuración que se usa generalmente para el sensor RTD. Se pide calcular el voltaje de salida (dado por el galvanómetro (G), que es el dispositivo empleado para medir la magnitud de las corrientes eléctricas) si se trabaja a $50^\circ C$ y se utiliza un sensor de temperatura resistivo (RTD) PT100.

Datos:

- $R_{RTD_{0^\circ}} = 100\Omega$ a $0^\circ C$.
- $\alpha = 0,385 \frac{\%}{^\circ C}$.
- $R_a = R_b = R_c = R_{RTD_{0^\circ}} = 100\Omega$.
- $V_{in} = 15V$.

Solución El valor de la resistencia RTD trabajando a $50^\circ C$ se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$R_{RTD_{50^\circ}} = R_0(1 + \alpha\Delta T) = 100(1 + 0,00385 \cdot 50) = 119,25\Omega \quad (2)$$

Por lo que:

$$\Delta R_{RTD} = 119\Omega - 100\Omega = 19,25\Omega \quad (3)$$

Y aplicando la Ecuación 1, obtenemos que:

$$\Delta V_{salida} \cong \Delta R_{RTD} \left(\frac{V_{in}}{4R} \right) = 19,25\Omega \left(\frac{15V}{400\Omega} \right) = 0,72V = 720mV \quad (4)$$

Como $V_{salida} = 0V$ cuando el puente está equilibrado a $0^\circ C$ y cambia a $720mV$, entonces:

$$V_{salida} = 720mV \quad (5)$$

Problema relacionado Calcula el valor de V_{salida} si la temperatura se incrementa a $60^\circ C$.