

MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

SENSORES RESISTIVOS

Sensor de Temperatura RTD

Roberto Giovanni Ramírez-Chavarría

`RRamirezC@iingen.unam.mx`

Facultad de Ingeniería, UNAM

Semestre 2020-2



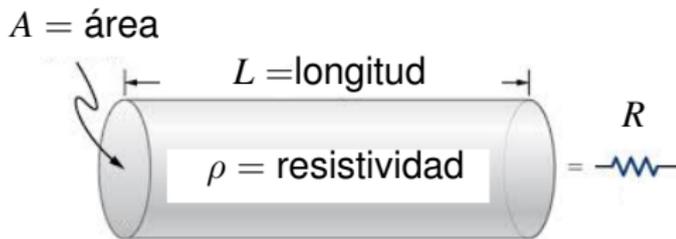
Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

LLamado **TERMÓMETRO DE RESISTENCIA**

- Un alambre o hilo conductor posee una resistividad eléctrica ρ asociada y por tanto una resistencia eléctrica R .

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



En un RTD el alambre es típicamente platino (Pt) debido a su estabilidad.

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

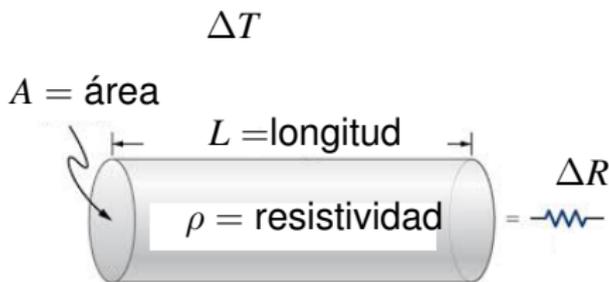
- La resistividad de un metal cambia con la temperatura.
- Pero... lógicamente en un metal la resistividad es pequeña (porque es un conductor eléctrico)
- Sin embargo, Sí existen cambios (muy pequeños en su resistencia)

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Un RTD...

- Posee una resistencia nominal (por ejemplo 100Ω)
- Al haber un cambio de temperatura ΔT , hay un cambio en la resistencia nominal ΔR
- Y sí medimos ΔR obtenemos el valor de la temperatura a sensar.



Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Ecuación de un RTD

$$R = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

R [Ω] es la resistencia a temperatura T

R_0 [Ω] es la resistencia nominal del alambre

α [$^{\circ}C^{-1}$] es el coeficiente térmico del material

T [$^{\circ}C$] es la temperatura a sensor

T_0 [$^{\circ}C$] es la temperatura asociada a R_0

La ecuación es quasi-lineal e indica que la resistencia es directamente proporcional a la temperatura

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

RTD comerciales

Los sensores más comunes son

- Pt100: RTD de platino con $R_0 = 100[\Omega]$ @ $T_0 = 0[^\circ C]$
- Pt1000: RTD de platino con $R_0 = 1000[\Omega]$ @ $T_0 = 0[^\circ C]$

Son RTDs de platino (Pt) cuya resistencia nominal R_0 es de 100 y 1000 $[\Omega]$ a una temperatura nominal T_0 de 0 $[^\circ C]$ y un coeficiente térmico $\alpha = 0.00385[^\circ C^{-1}]$

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

RTD comerciales

Fotografía de RTD comunmente empleadas en la industria

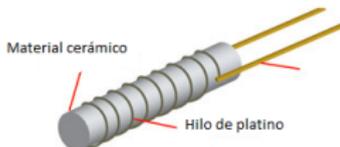


Sensores Resistivos

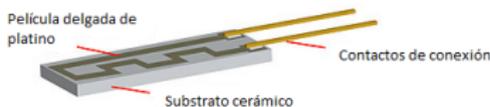
- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

RTD comerciales Construcción interna, dos tipos:

RTD tipo embobinado



RTD de película delgada

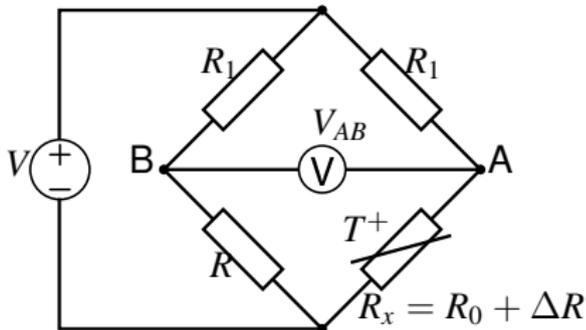


* El material cerámico favorece la disipación del calor!

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Medición de la resistencia en un RTD: Puente de Wheatstone



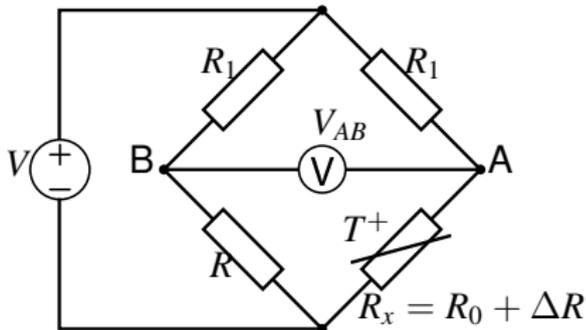
La resistencia a medir R_x es la RTD

- Si $T = 0^\circ C \rightarrow R_x = R_0 = 100\Omega; \Delta R = 0\Omega$
- Si $T > 0^\circ C \rightarrow R_x = R_0 + \Delta R; \Delta R > 0\Omega$

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Medición de la resistencia en un RTD: Puente de Wheatstone



NOTA: ΔR es pequeño \approx decimas de Ohms, por lo que un PW es el instrumento adecuado para medir los pequeños cambios de resistencia y así obtener la temperatura asociada.

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Ejercicio: Termómetro resistivo con RTD

Se desea diseñar un termómetro con un campo de medida de 0 a 100 °C mediante una Pt100, usando un puente de Wheatstone (PW) alimentado con 5 V. Determine el voltaje de salida del puente para 0, 25, 50,75 y 100 °C, sabiendo que el coeficiente térmico de platino es $0.00385^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Procedimiento:

- 1 Determinar la resistencia de compensación R del PW para encontrar el punto de equilibrio del puente ($V_{AB} = 0$) para $T = 0^{\circ}\text{C}$.
- 2 Fijar las resistencias de la parte superior del puente (R_1). Se sugiere $5\text{k}\Omega$ para usar la expresión lineal.

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Ejercicio: Termómetro resistivo con RTD

Se desea diseñar un termómetro con un campo de medida de 0 a 100 °C mediante una Pt100, usando un puente de Wheatstone (PW) alimentado con 5 V. Determine el voltaje de salida del puente para 0, 25, 50,75 y 100 °C, sabiendo que el coeficiente térmico de platino es $0.00385^{\circ}\text{C}^{-1}$.

La expresión del voltaje (lineal) de salida del puente -**Ver presentación anterior** es

$$V_{AB} = V \left(\frac{R_x - R}{R_1 + R} \right)$$

donde R_x es la ecuación del RTD (pg.6) es

$$R_x = R_0(1 + \alpha(T - T_o))$$

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Ejercicio: Termómetro resistivo con RTD

Se desea diseñar un termómetro con un campo de medida de 0 a 100 °C mediante una Pt100, usando un puente de Wheatstone (PW) alimentado con 5 V. Determine el voltaje de salida del puente para 0, 25, 50,75 y 100 °C, sabiendo que el coeficiente térmico de platino es $0.00385^{\circ}\text{C}^{-1}$.

- Sustituir R_x en la ecuación de V_{AB} y obtendremos que el voltaje del puente es función de la temperatura T a medir.
- Recuerda que $T_0 = 0^{\circ}\text{C}$ y R_0 siempre vale 100Ω

Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Ejercicio: Termómetro resistivo con RTD

Se desea diseñar un termómetro con un campo de medida de 0 a 100 °C mediante una Pt100, usando un puente de Wheatstone (PW) alimentado con 5 V. Determine el voltaje de salida del puente para 0, 25, 50,75 y 100 °C, sabiendo que el coeficiente térmico de platino es $0.00385^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Para entregar:

- La expresión completa del voltaje V_{AB}
- Cálculos de V_{AB} y R_x para las 4 temperaturas solicitadas.
- Gráfica de V_{AB} (eje vertical) contra T (eje horizontal) para los resultados del punto anterior.
- Gráfica de V_{AB} (eje vertical) contra R_x (eje horizontal) para los resultados del punto 2.
- Gráfica de R_x (eje vertical) contra T (eje horizontal).

NO OLVIDES ESCRIBIR TUS OBSERVACIONES POR CADA GRÁFICA!



Sensores Resistivos

- RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

ACTIVIDAD 5

- Resolver el ejercicio sobre termómetro con RTD.
- En computadora (no fotografías).
- Gráficas en MATLAB

FECHA DE ENTREGA: Viernes 1 de mayo de 2020.

Enviar documento .pdf por correo.



Gracias!

Contact:

<https://rgunam.github.io>

`RRamirezC@iingen.unam.mx`