

# MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

## SENSORES RESISTIVOS

### Sensor de Temperatura RTD

Roberto Giovanni Ramírez-Chavarría

`RRamirezC@iingen.unam.mx`

Facultad de Ingeniería, UNAM

Semestre 2020-2



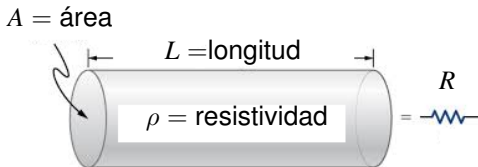
## Sensores Resistivos

### - RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

#### LLamado **TERMÓMETRO DE RESISTENCIA**

- Un alambre o hilo conductor posee una resistividad eléctrica  $\rho$  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 -

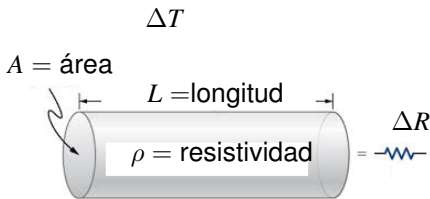
- La resistividad de un metal cambia con la temperatura.
- Pero... lógicamente en un metal la resistividad es pequeña (porque es un conductor eléctrico)
- Sin embargo, Sí existen cambios (muy pequeños en su resistencia)

## Sensores Resistivos

### - RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

Un RTD...

- Posee una resistencia nominal (por ejemplo  $100 \Omega$ )
- Al haber un cambio de temperatura  $\Delta T$ , hay un cambio en la resistencia nominal  $\Delta R$
- Y sí medimos  $\Delta R$  obtenemos el valor de la temperatura a sensar.



## Sensores Resistivos

### - RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

#### Ecuación de un RTD

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

$R$  [ $\Omega$ ] es la resistencia a temperatura  $T$

$R_0$  [ $\Omega$ ] es la resistencia nominal del alambre

$\alpha$  [ $^{\circ}C^{-1}$ ] 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

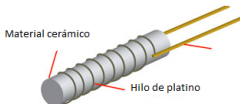


# Sensores Resistivos

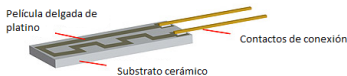
## - RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

**RTD comerciales** Construcción interna, dos tipos:

**RTD tipo embobinado**



**RTD de película delgada**



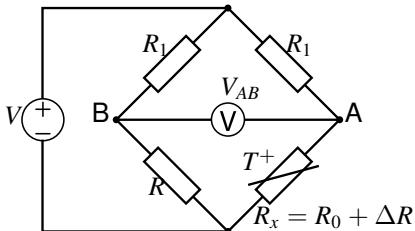
\* El material cerámico favorece la disipación del calor!



## Sensores Resistivos

### - RTD: Resistencia dependiente de la temperatura -

**Medición de la resistencia en un RTD:** Puente de Wheatstone



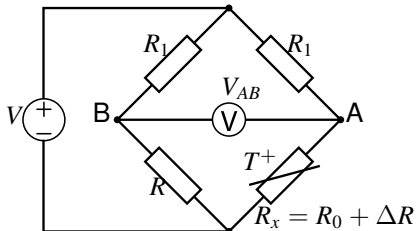
La resistencia a medir  $R_x$  es la RTD

- 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:  $\Delta R$  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

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

## 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  $100\Omega$

## 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`