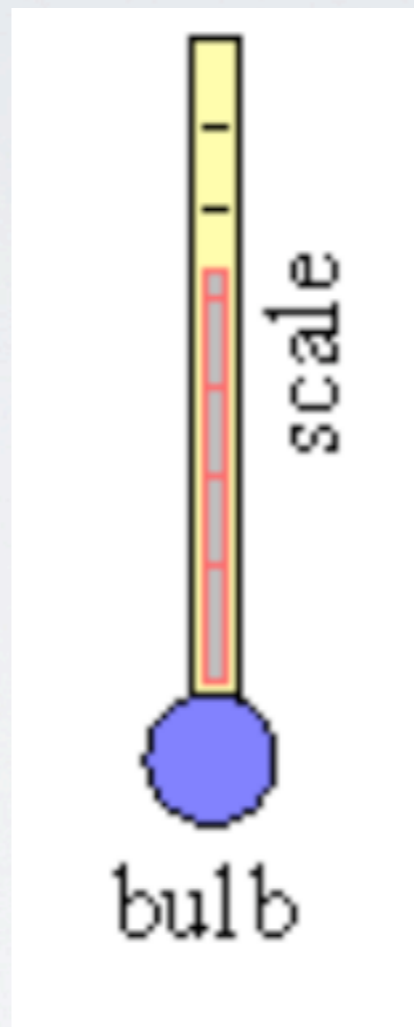
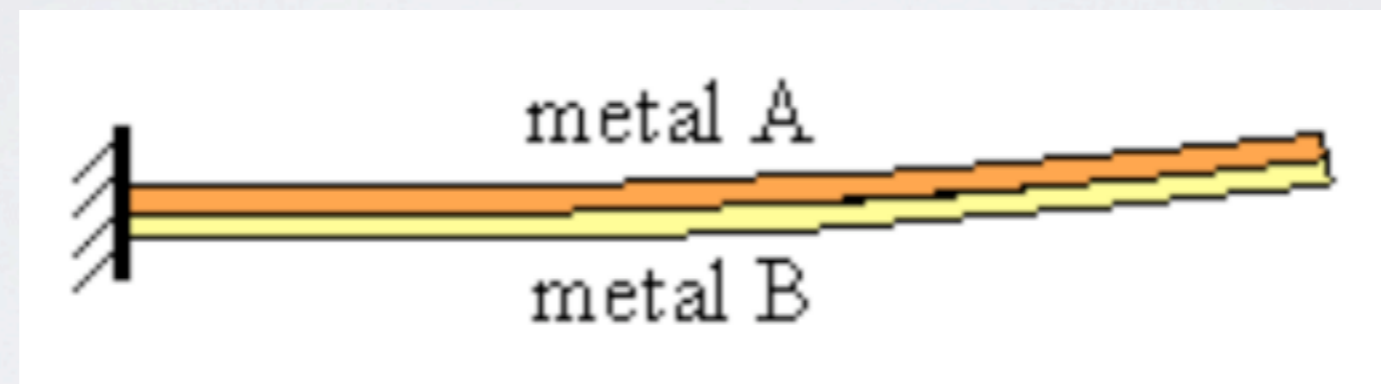
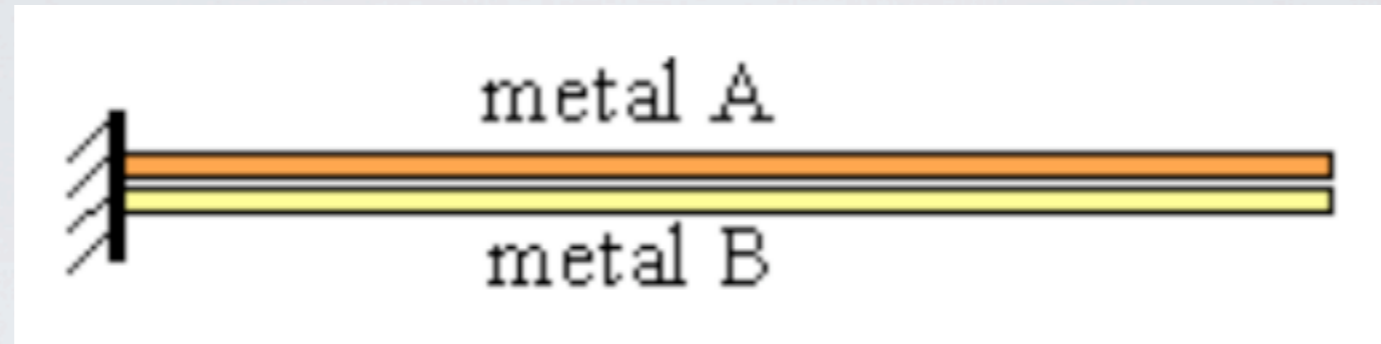


SENSORES DE TEMPERATURA - RTDS Y TERMISTORES

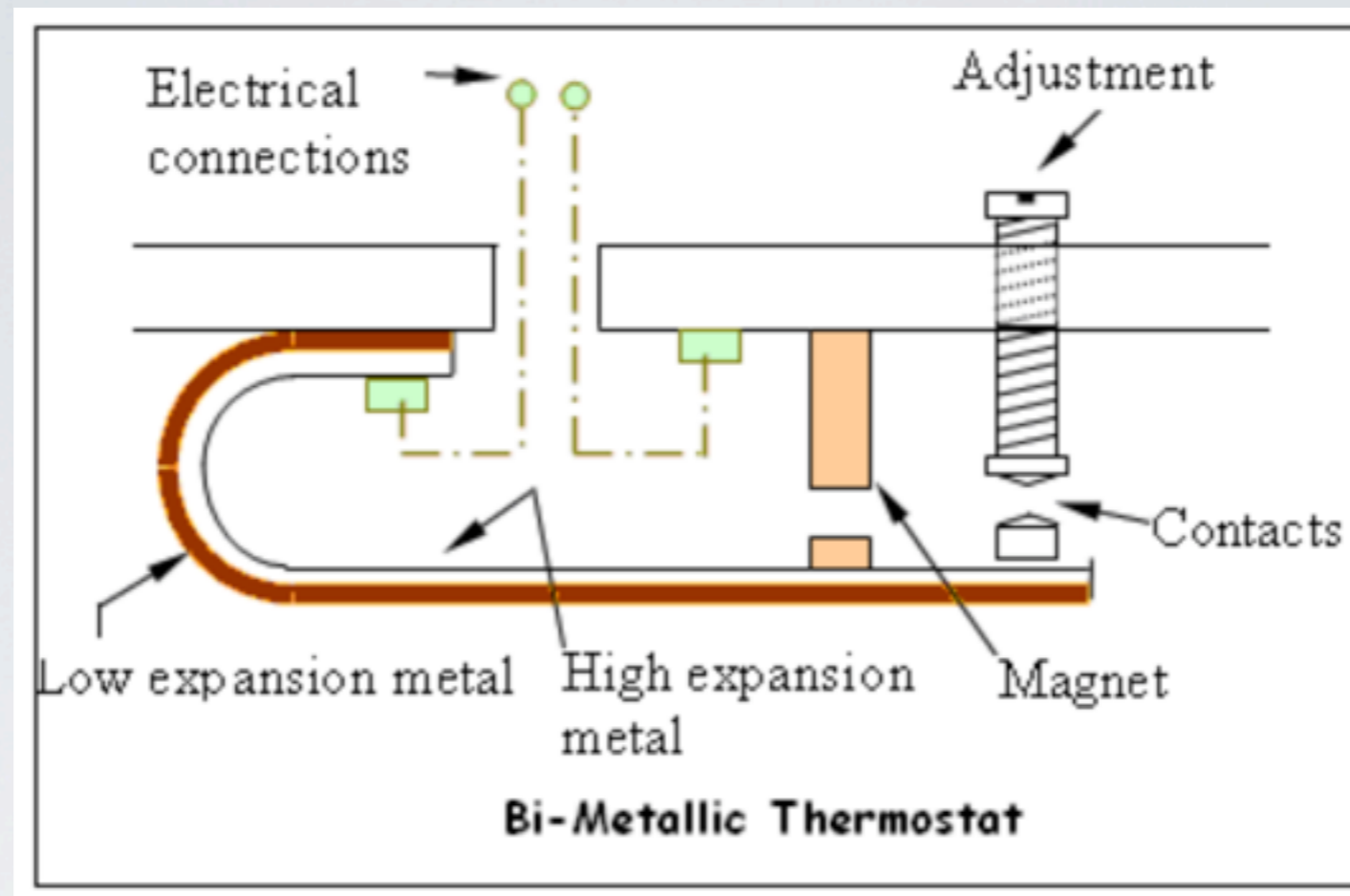


Liquido (Mercurio) en la botella

de banda bi-metalica



$$\Delta l = \alpha l_0 (T - T_0)$$
$$\alpha \approx 10^{-5} / ^\circ C$$

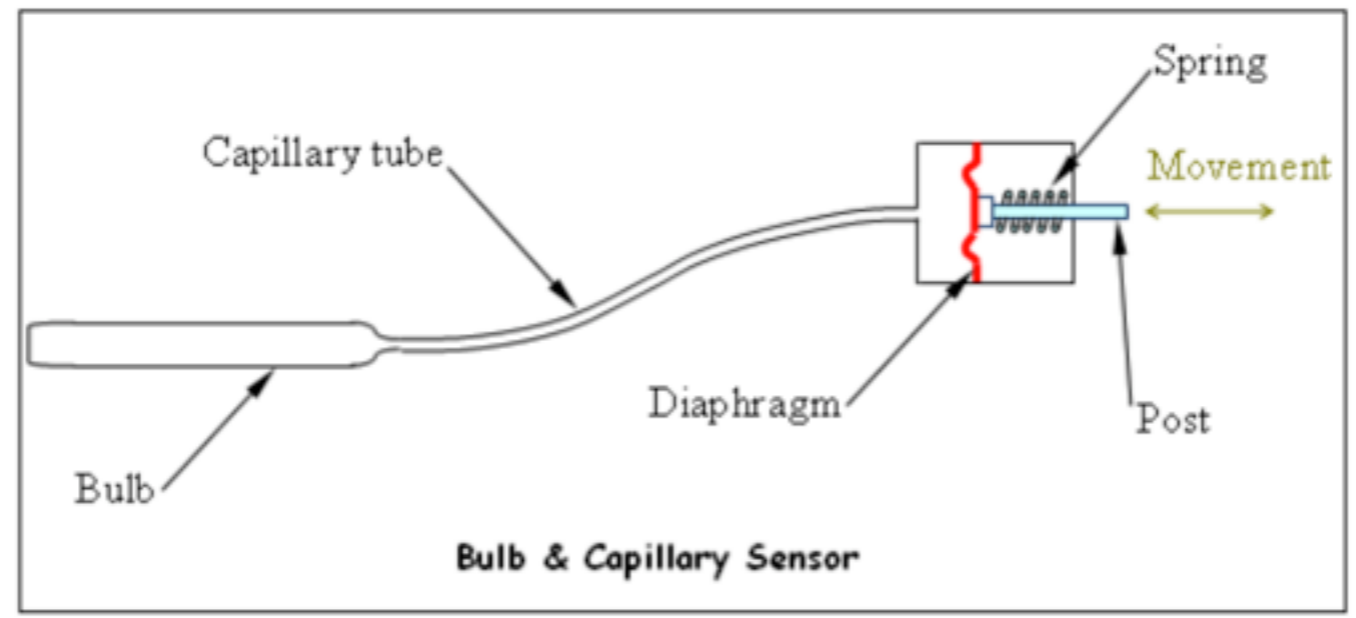
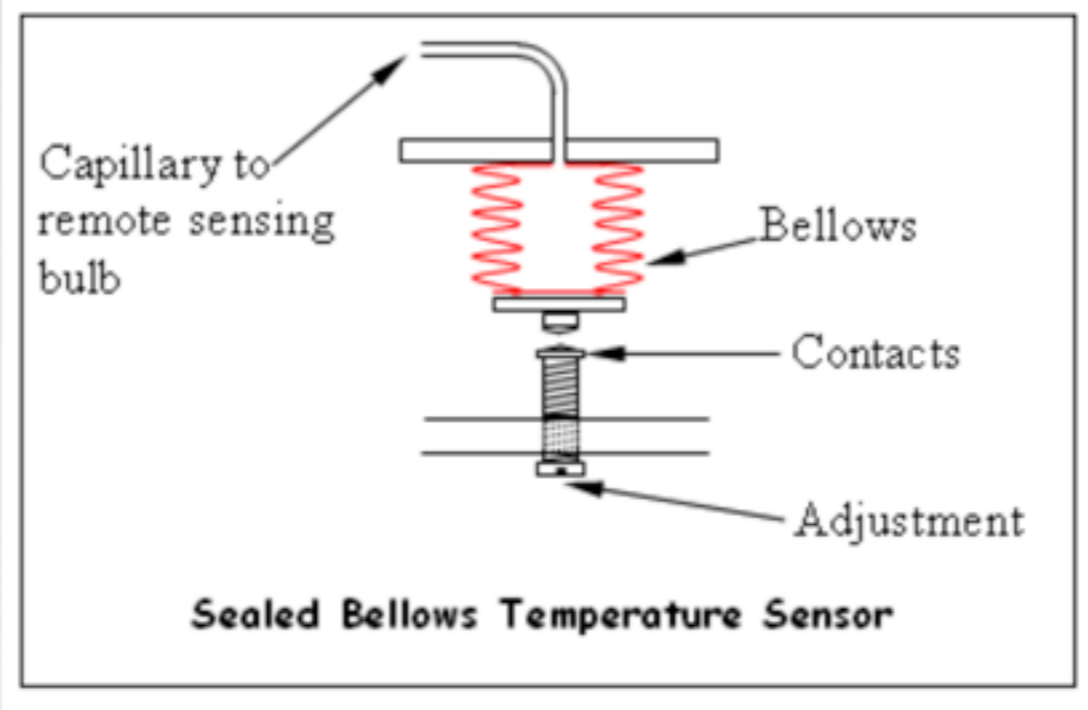


Aplicaciones:

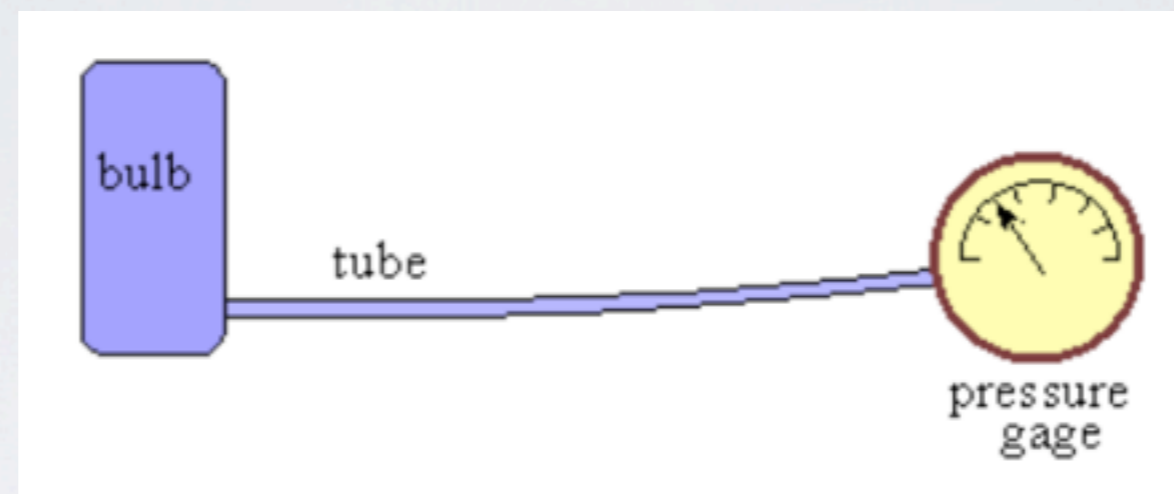
Termostatos de aire acondicionado

Termómetros de horno (sensor en forma de espiral con “dial” al final)

Basados en la transmisión de presión en un fluido



Uso directo de un sensor de presión



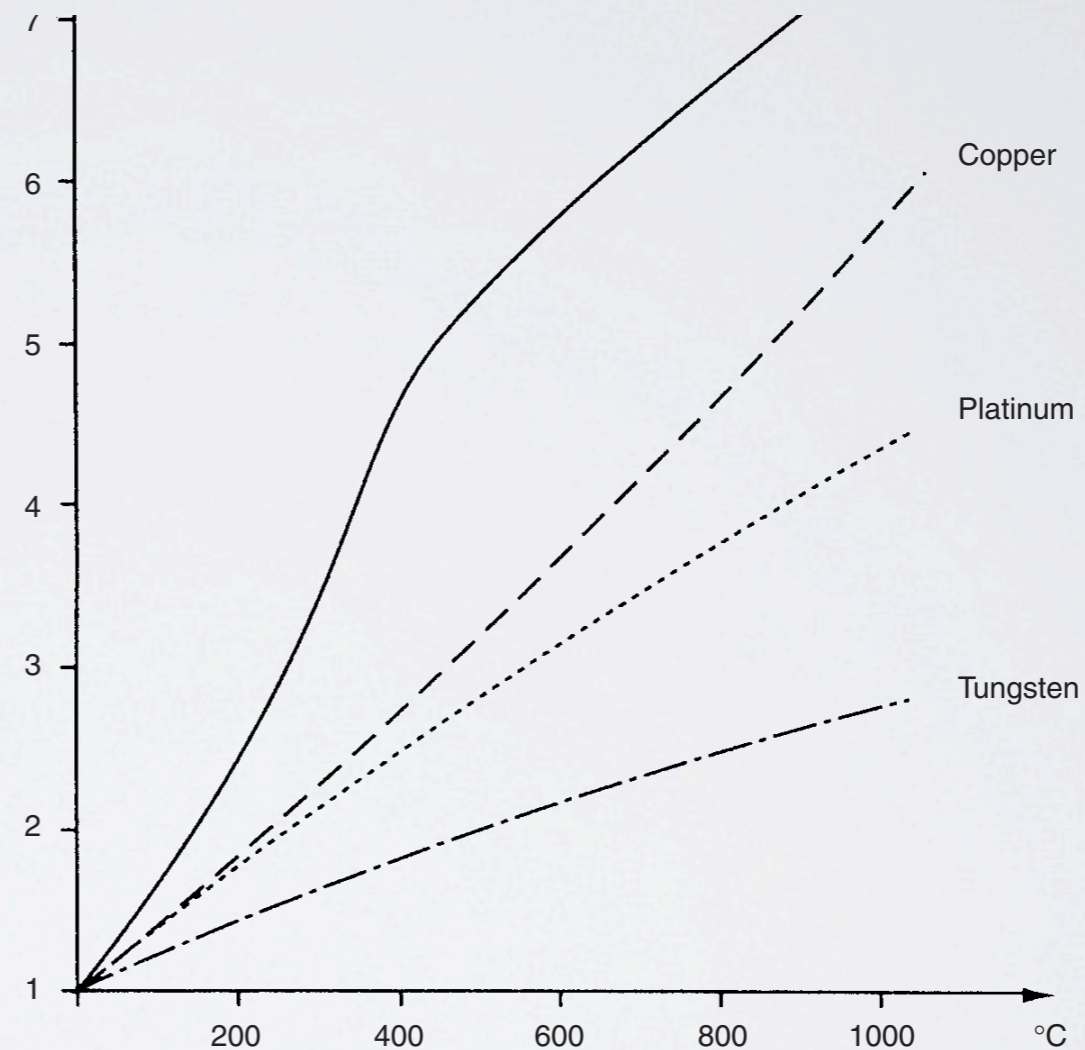
Resistance Temperature Detectors (RTDs)

$$R = R_0 (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \alpha_3 T^3 + \dots + \alpha_n T^n)$$
$$\approx R_0 (1 + \alpha_1 T)$$

Metales: resistencia aumenta con aumentos en temperatura

Para Platino

$$\alpha_1 = 0.00392 / ^\circ C$$



14.8 Typical resistance-temperature characteristics of metals.

RTD'S

$$R(T) \approx R_0 (1 + \alpha T)$$

α = coef. de temp. de R

- Platino
 - más común
 - más inerte químicamente
 - respuesta aprox. lineal
 - estable (no cambia con el tiempo)
 - más caro que los otros

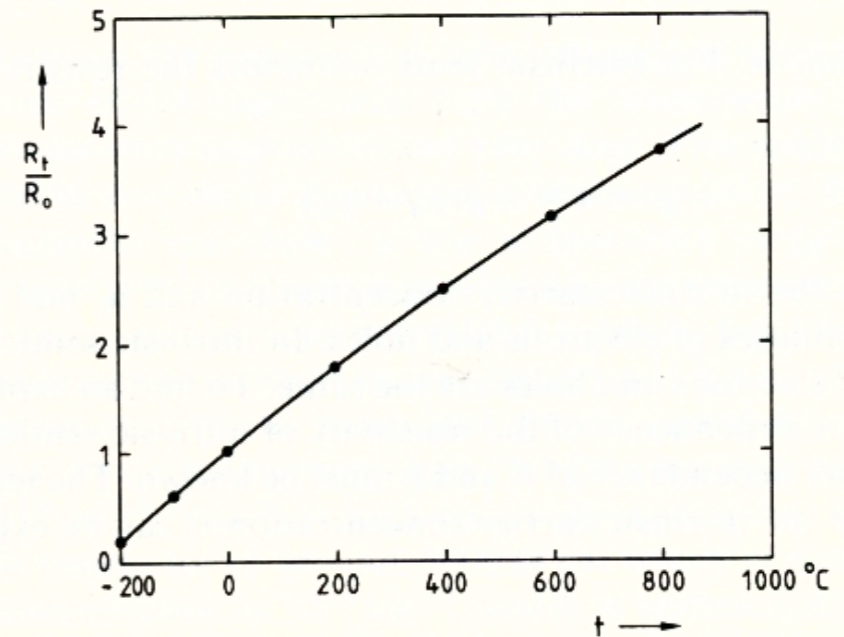
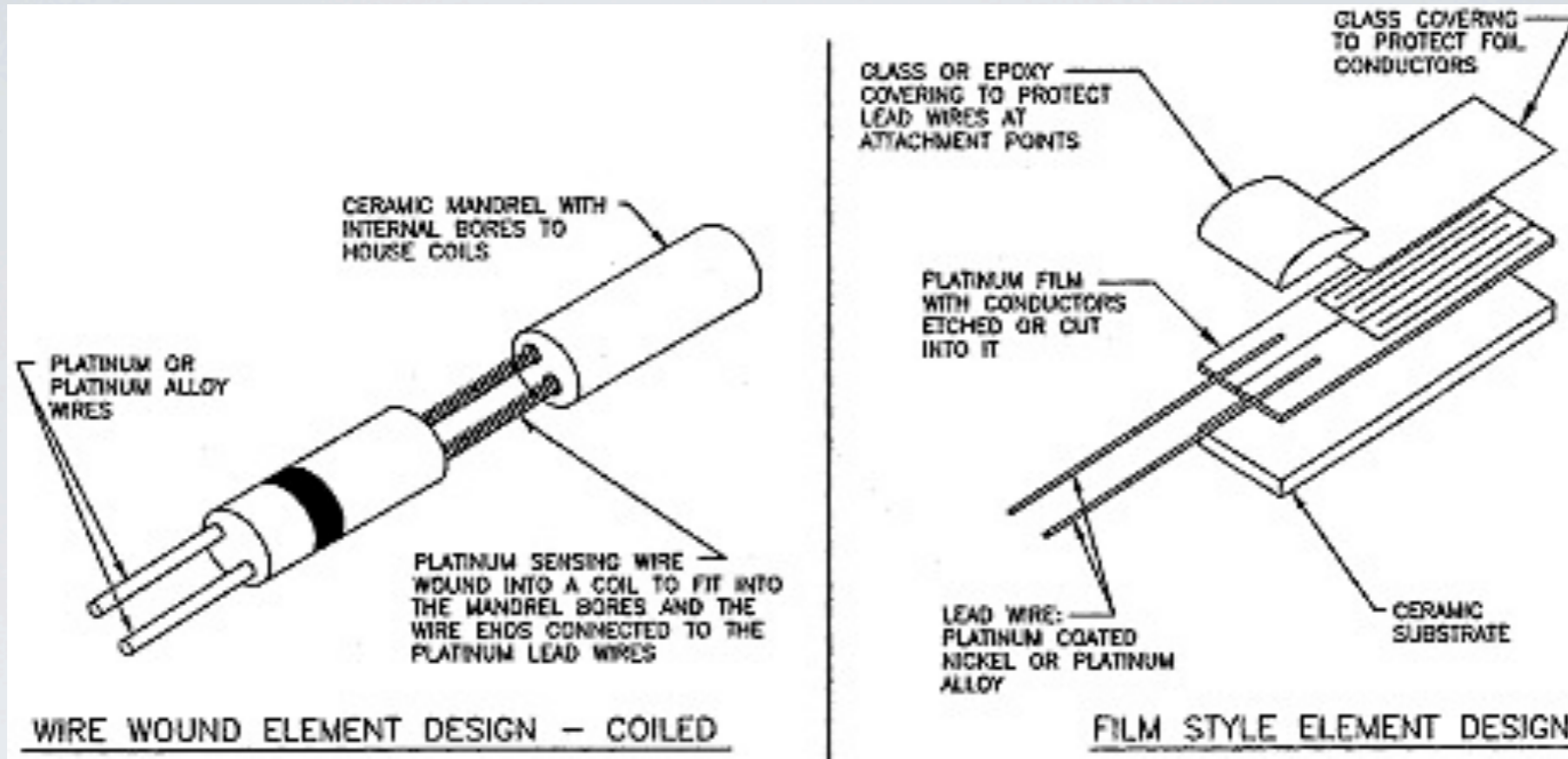


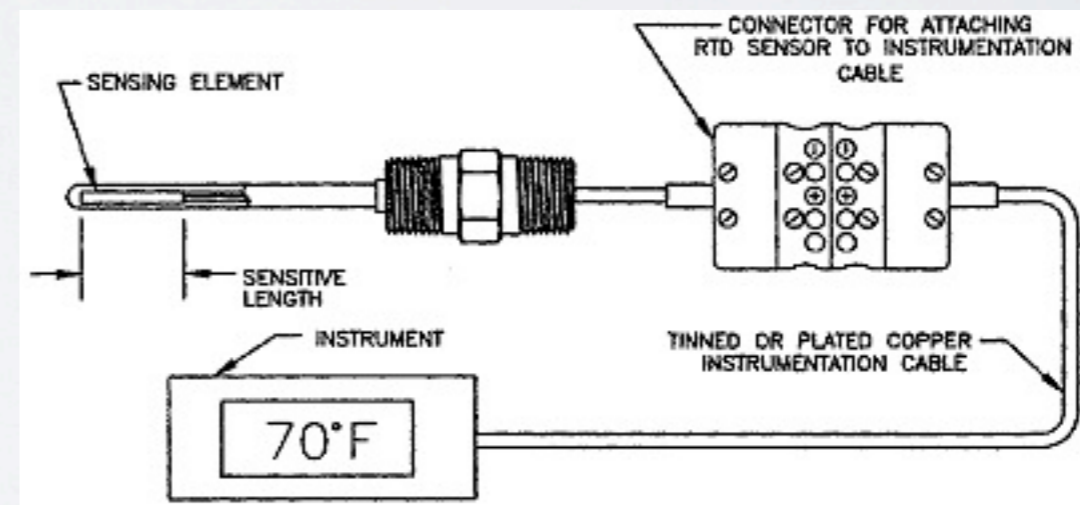
Fig. 4.13 Resistivity of platinum as a function of the temperature.



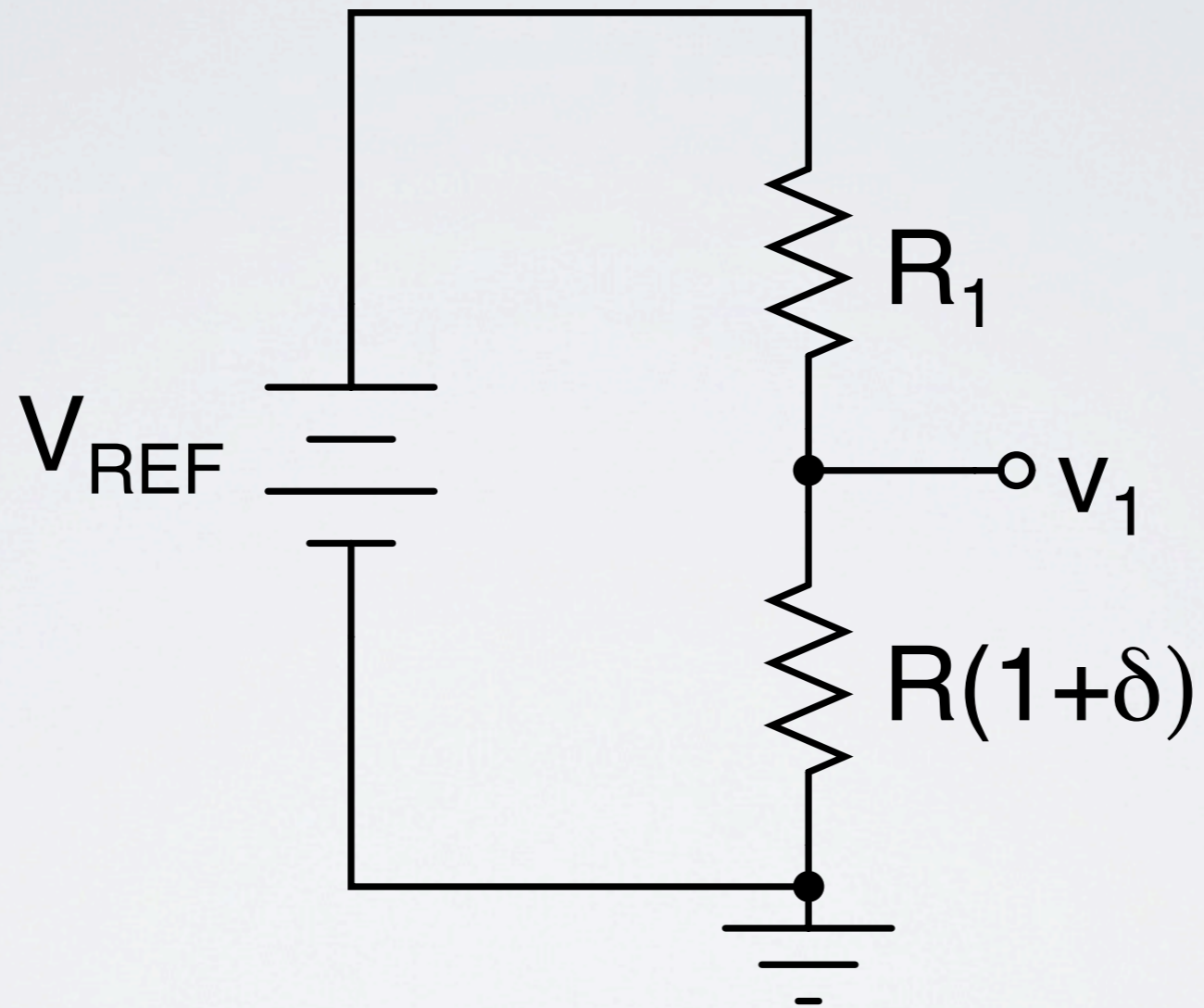
<http://archives.sensorsmag.com/articles/0101/24/index.htm>

Sensing Element Materials and Temperature Limits

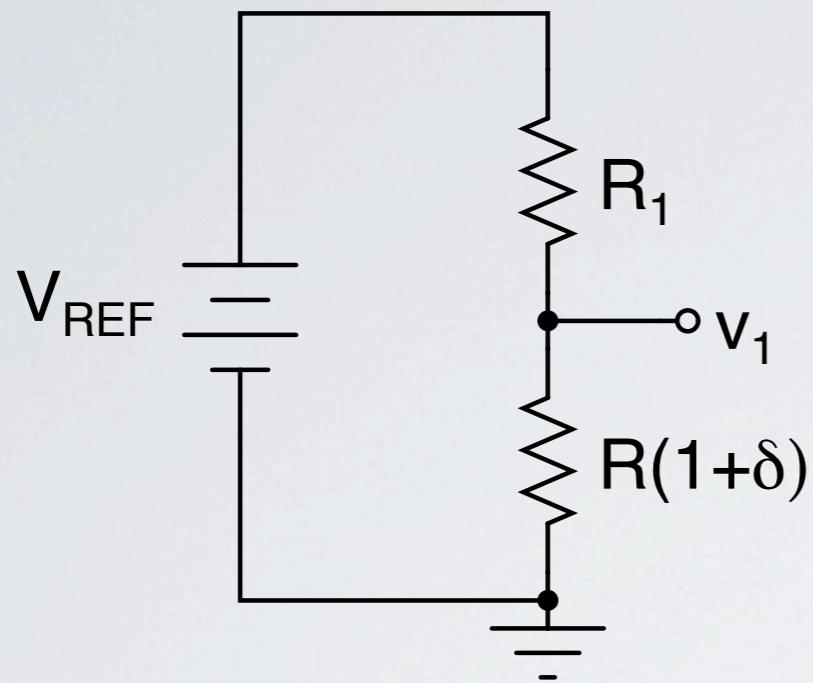
Material	Usable Temperature Range
Platinum	-450°F to 1200°F
Nickel	-150°F to 600°F
Copper	-100°F to 300°F
Nickel/Iron	32°F to 400°F



- Relación T versus v_0
- Auto-calentamiento
 - F_{SH} : factor de auto-calentamiento
 - error en $T = F_{SH} \times P$
 - $P =$ potencia disipada en RTD



¿Cuanto es v_1 versus δ ?

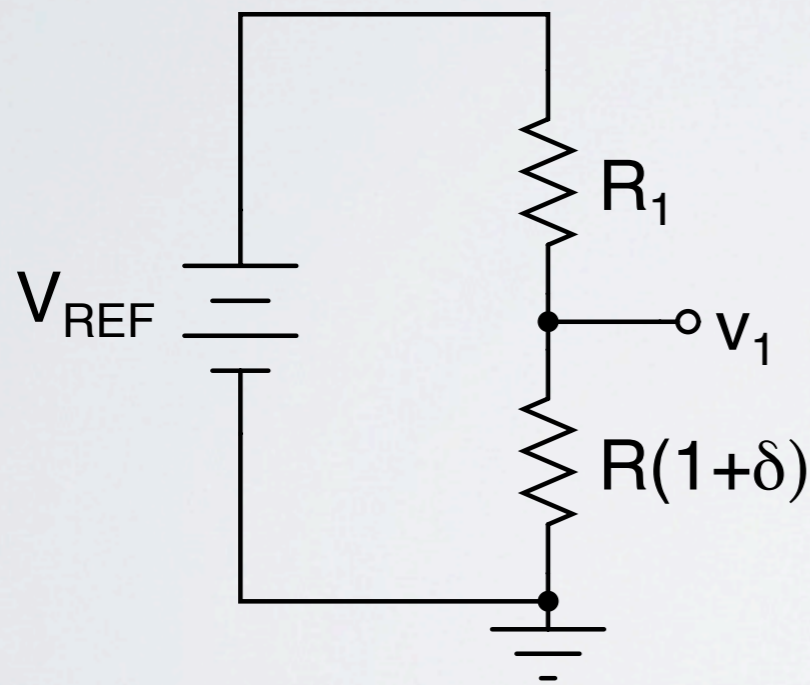


$$\begin{aligned}
 \frac{v_1}{V_{REF}} &= \frac{R(1+\delta)}{R_1 + R + \delta R} \\
 &= \frac{R}{R + R_1} \times \frac{(1+\delta)(R + R_1)}{R_1 + R + \delta R} \\
 &= \frac{R}{R + R_1} \times \frac{R_1 + R + \delta R + \delta R_1}{R_1 + R + \delta R} \\
 &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + R + \delta R} \right) \\
 &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + (1+\delta)R} \right)
 \end{aligned}$$

¿Cuanto es v_1 versus δ ?

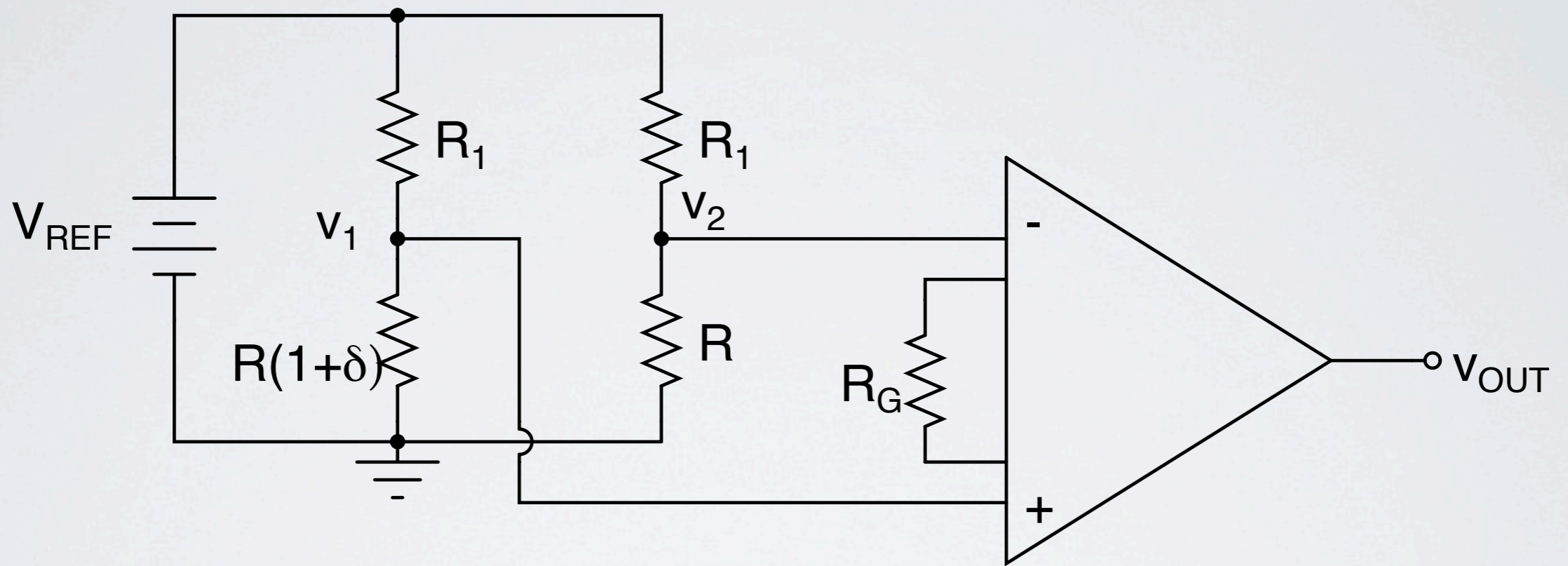
$$\frac{v_1}{V_{REF}} = \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + (1 + \delta)R} \right)$$

Si $\delta = \frac{\Delta R}{R} \ll 1$,

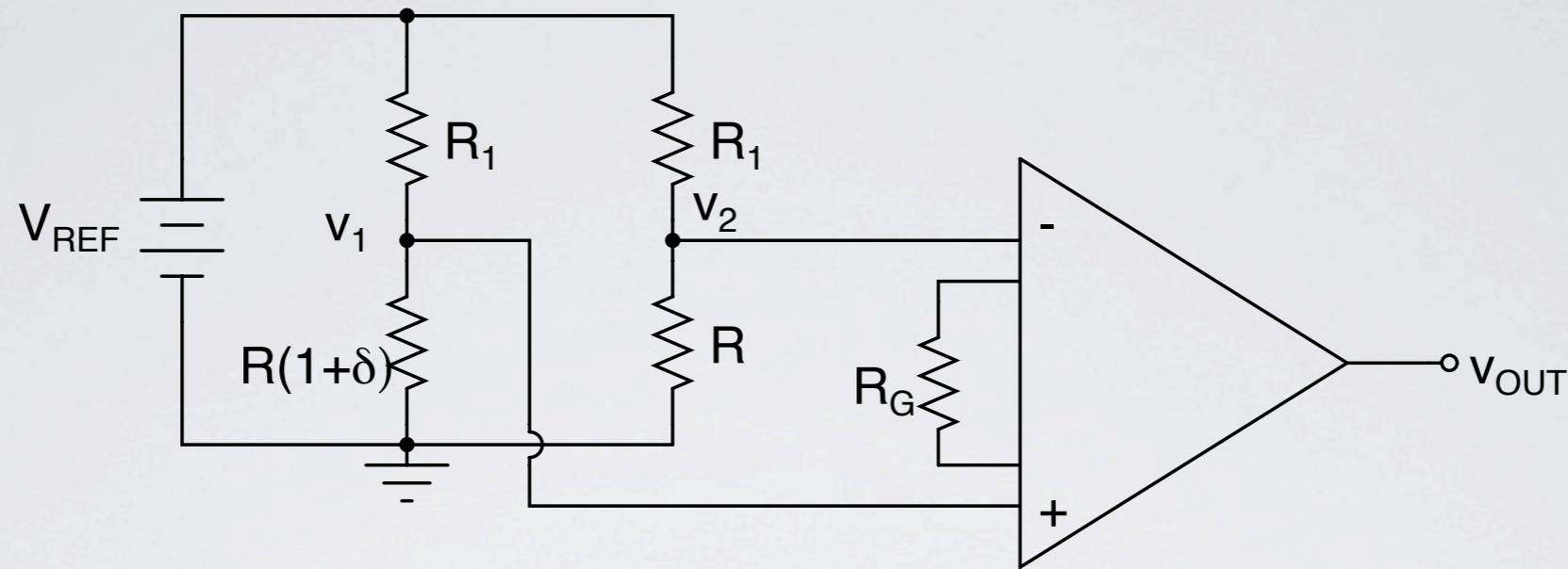


$$\begin{aligned} \frac{v_1}{V_{REF}} &= \frac{R}{R + R_1} \times \left(1 + \frac{\delta R_1}{R_1 + R} \right) \\ &= \frac{R}{R + R_1} + \frac{\delta R R_1}{2R R_1 + R^2 + R_1^2} \\ &= \frac{R}{R + R_1} + \frac{\delta}{2 + \frac{R}{R_1} + \frac{R_1}{R}} \end{aligned}$$

¿Podemos restar el primer término electrónicamente?



Circuito puente



Ejemplo: Considere un *detector de temperatura de Platino* (Platinum resistance temperature detector, o RTD) con un coeficiente de temperatura $\alpha = 0.00392/^{\circ}C$ y $R = 100\Omega$ a $0^{\circ}C$, de tal modo que

$$R(T) = 100\Omega \times (1 + \alpha T)$$

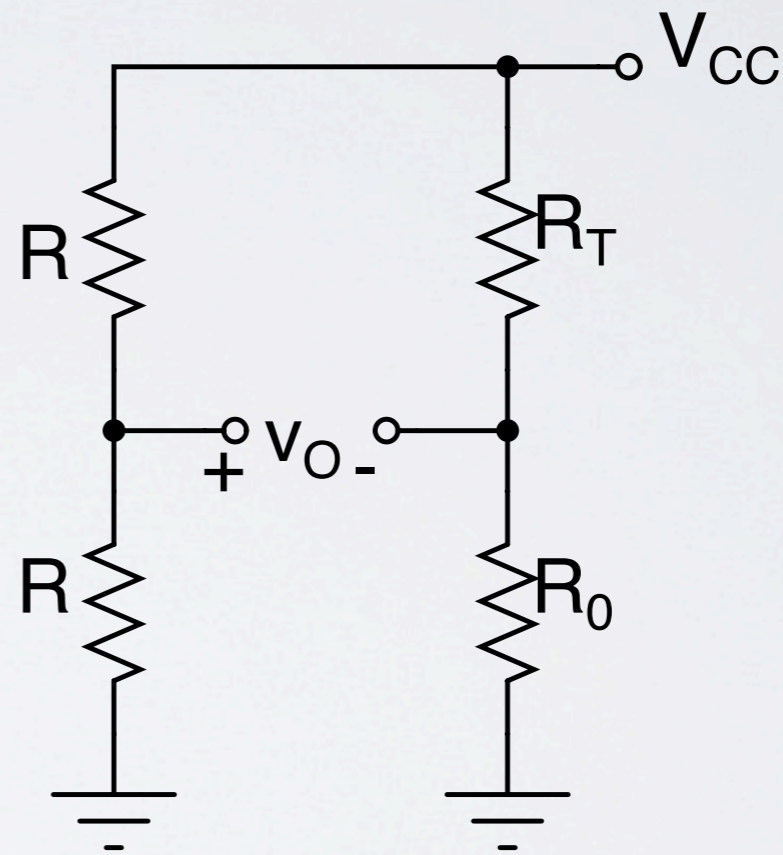
1. Cuanto es la resistencia a temperatura ambiente y a $100^{\circ}C$?
2. Si $V_{REF} = 15V$ y se desea limitar la potencia disipada en el sensor por debajo de $0.1mW$ para evitar errores debido al auto-calentamiento, diseñe un circuito como el que se muestra para obtener una sensibilidad de $0.1V/^{\circ}C$.
3. Estime el error en que se incurre cuando $T = 100^{\circ}C$ y se utiliza la ecuación aproximada para estimar el voltaje de salida.

Ejemplo: Se desea usar un RTD de Platino para medir temperaturas entre 0 y 50°C con un error debido a auto-calentamiento no mayor a 1°C. Seleccione V_{CC} si

$$R_0 = 100\Omega \text{ a } 0^\circ\text{C}$$

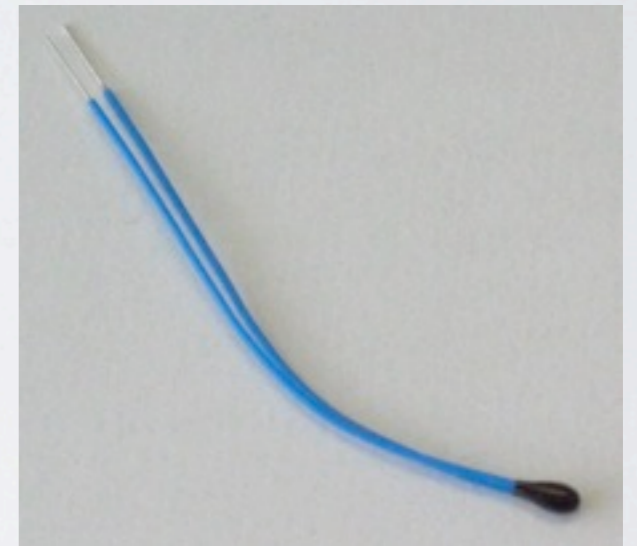
$$\alpha = 0.00392/^\circ\text{C}$$

$$F_{SH} = 0.5^\circ\text{C}/\text{mW}$$



TERMISTORES

- Cerámica semiconductoras como Mg, Co, Cu, Fe, etc)
- $\Delta R \approx k\Delta T$; PTC ($k > 0$) or NTC ($k < 0$)
- Alta sensibilidad
- típicamente opera a $T < 100^\circ\text{C}$



R versus T (en $^{\circ}\text{K}$) para un termistor:

$$R(T) = R_0 \exp \left(-\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right)$$
$$3000^{\circ}\text{K} < \beta < 5000^{\circ}\text{K}$$

Ecuación de Steinhart-Hart

$$\frac{1}{T} = A + B \ln R + C(\ln R)^3$$

T = temperatura absoluta

R = resistencia a temperatura T

A, B = Coeficientes que se deben determinar mediante calibración

Calibración:

medir R_1, R_2 y R_3 a temperaturas (conocidas)

$T_1, T_2,$ y T_3

resolver las tres ecuaciones por A, B y C

Ejemplo:

$$R(273^\circ\text{K}) = 16.33\text{k}\Omega$$

$$R(348^\circ\text{K}) = 740\Omega$$

$$R(423^\circ\text{K}) = 92.7\Omega$$

Determine A, B, y C.

Otros circuitos

