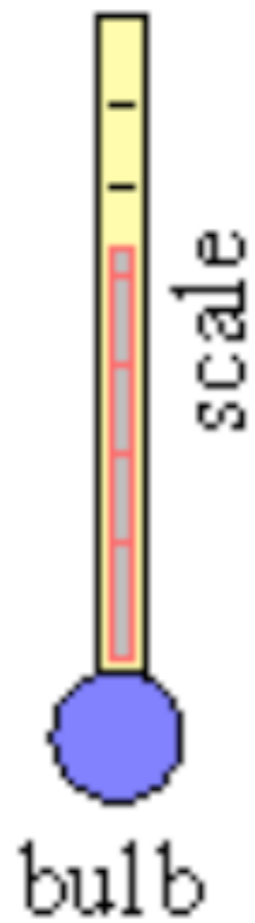
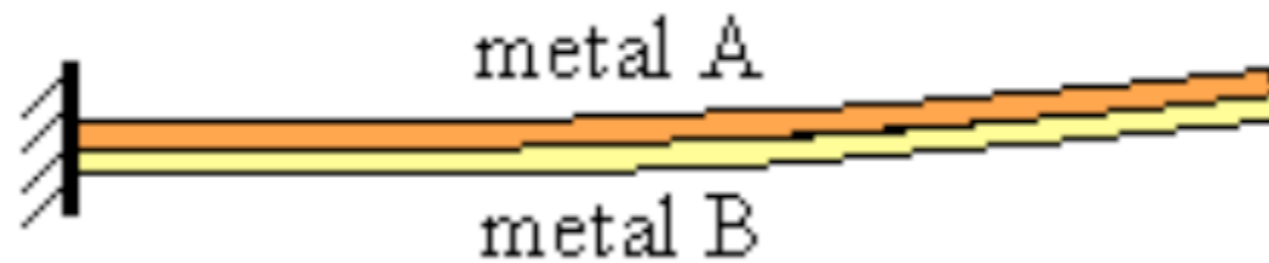
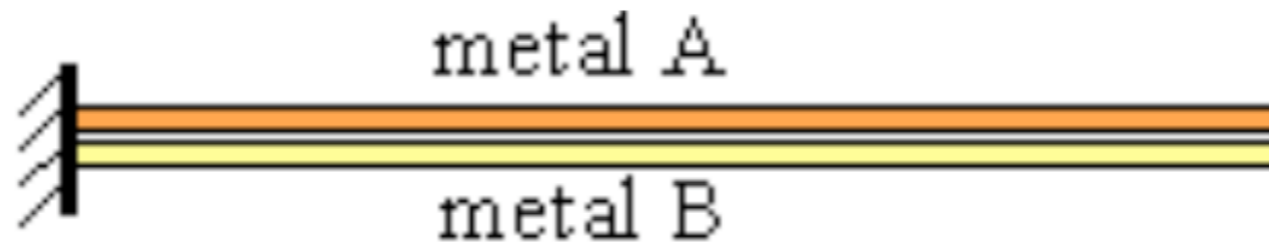


# Sensores de Temperatura - RTDs y Termistores

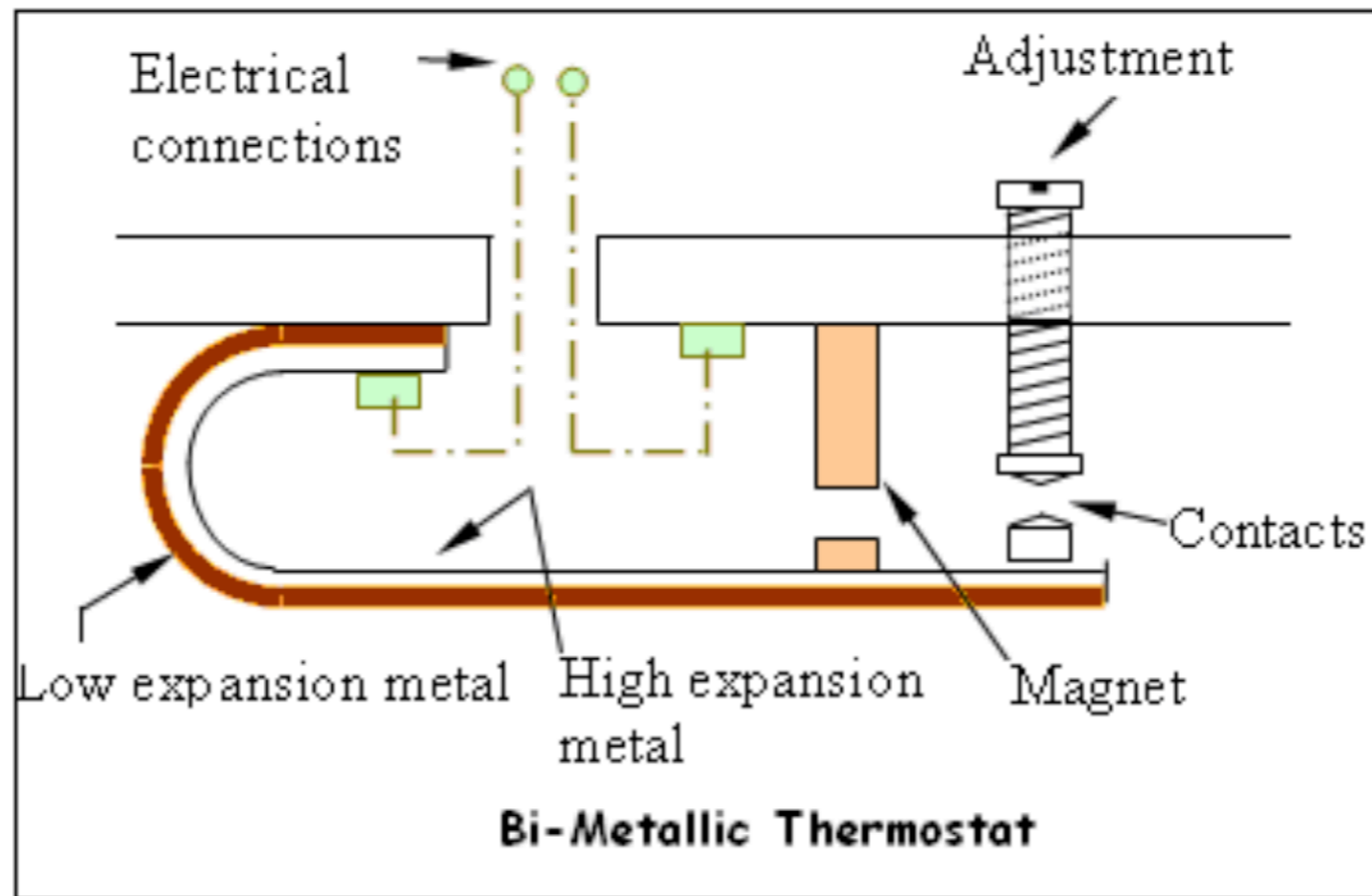


Liquido (Mercurio) en la botella

# de banda bi-metalica



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

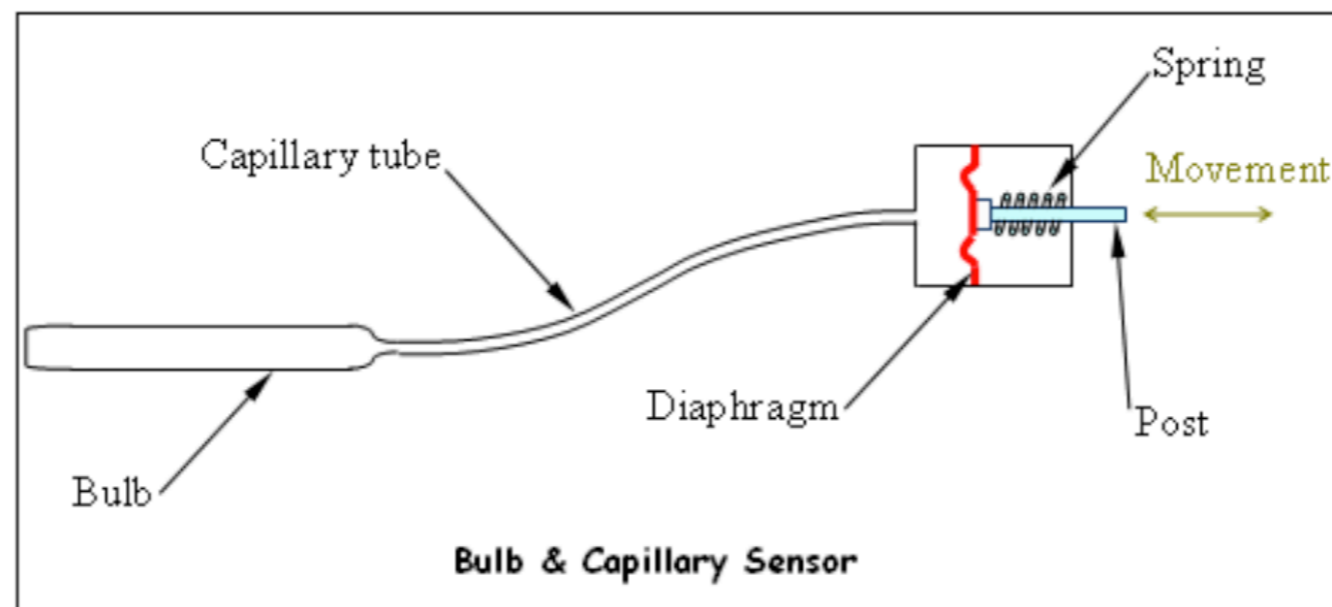
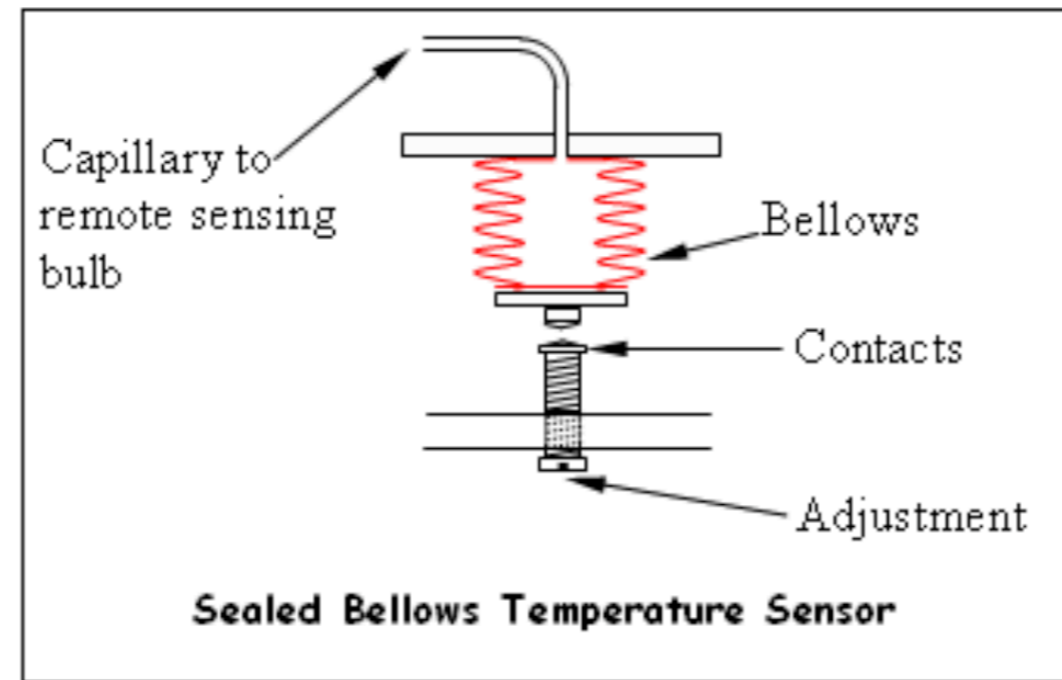


**Aplicaciones:**

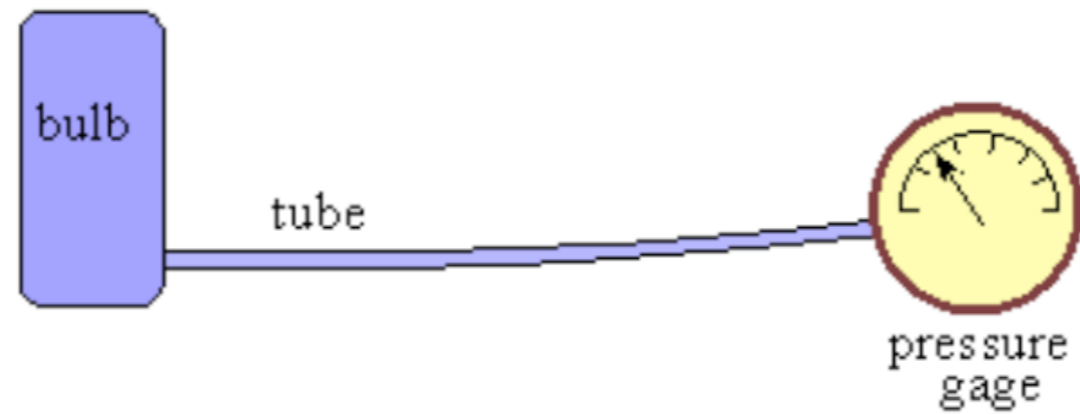
Termostatos de aire acondicionado

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

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

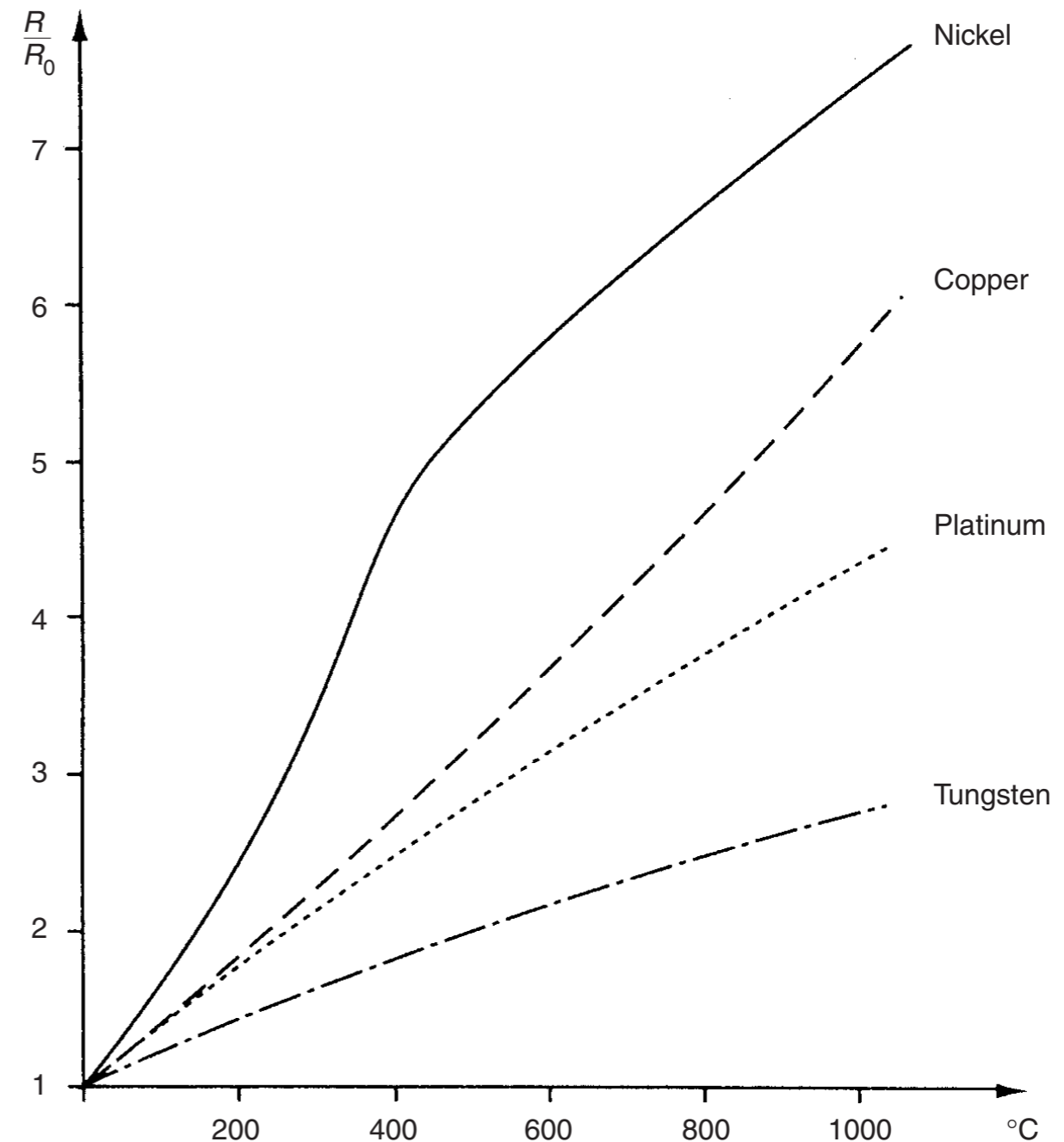


Fig. 14.8 Typical resistance–temperature characteristics of metals.

# RTD's

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

$\alpha$  = 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

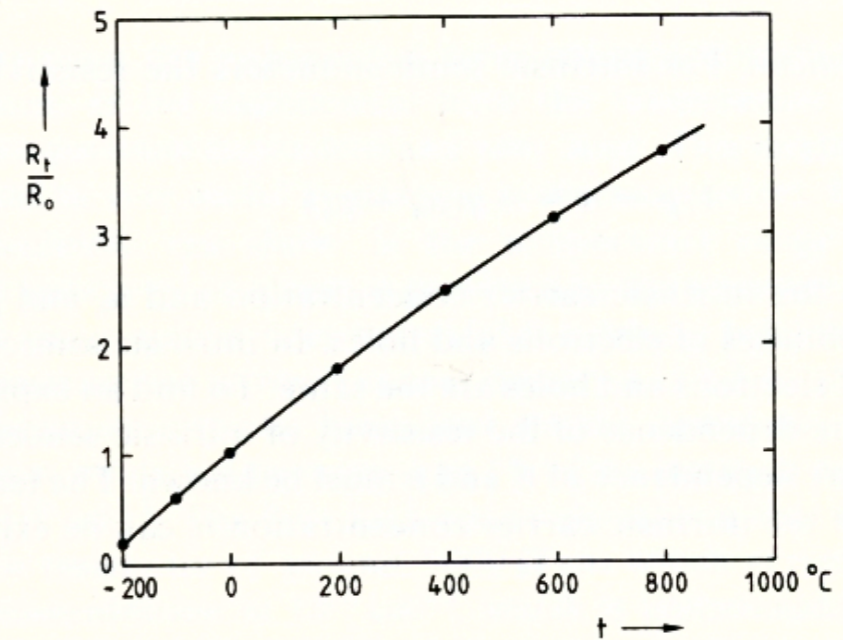
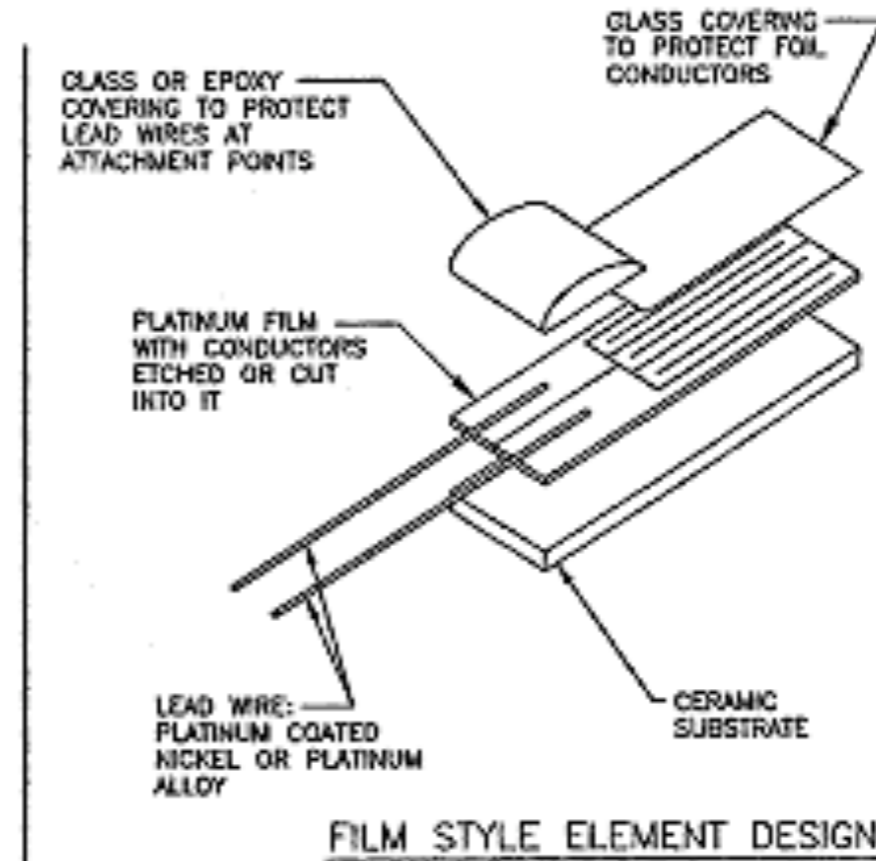
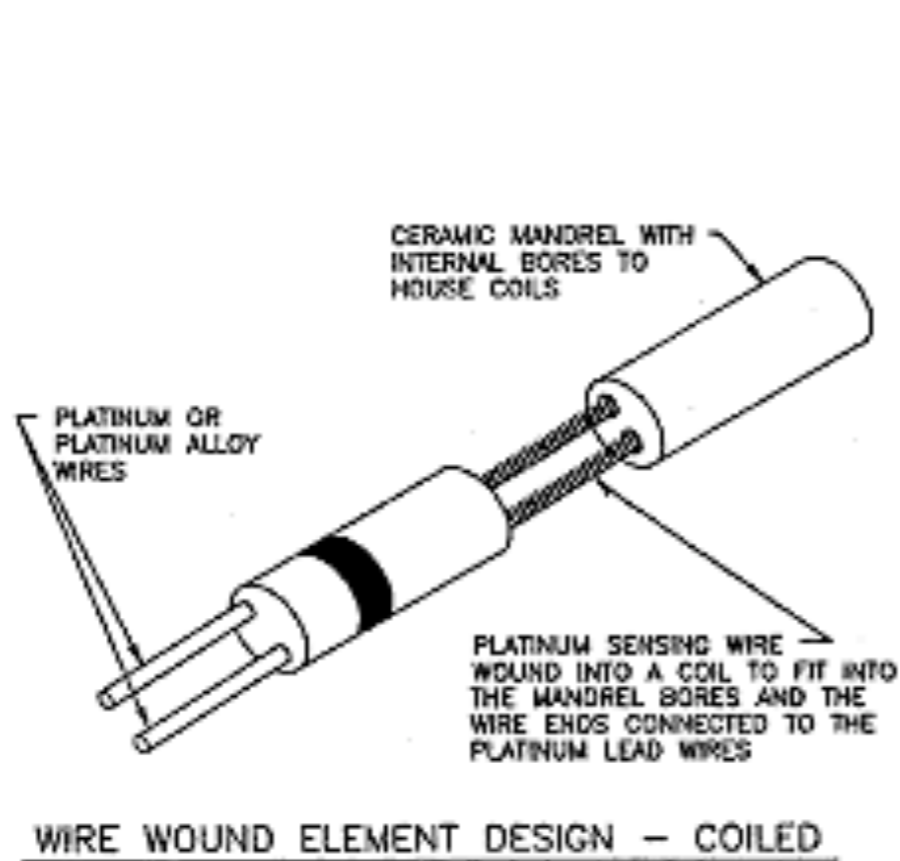
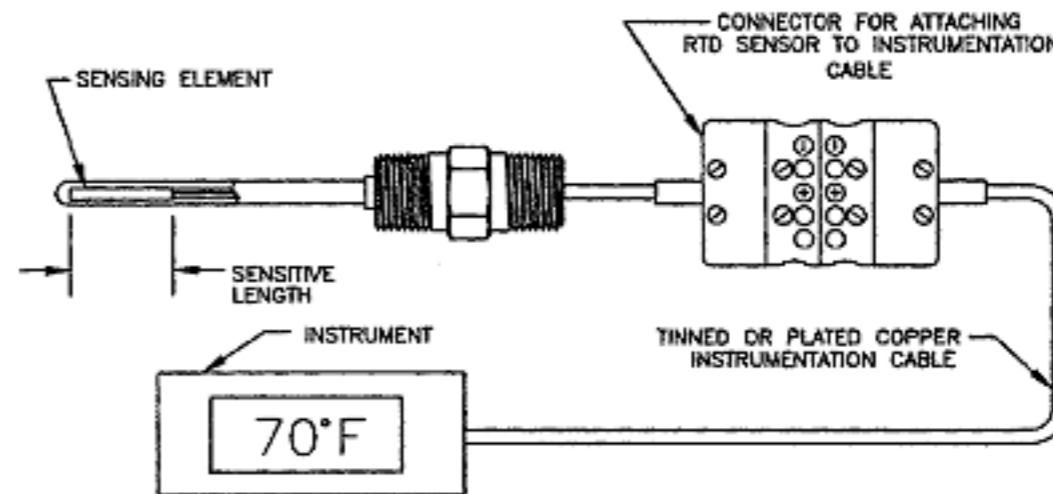


Fig. 4.13 Resistivity of platinum as a function of the temperature.



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

<b>Sensing Element Materials and Temperature Limits</b>	
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



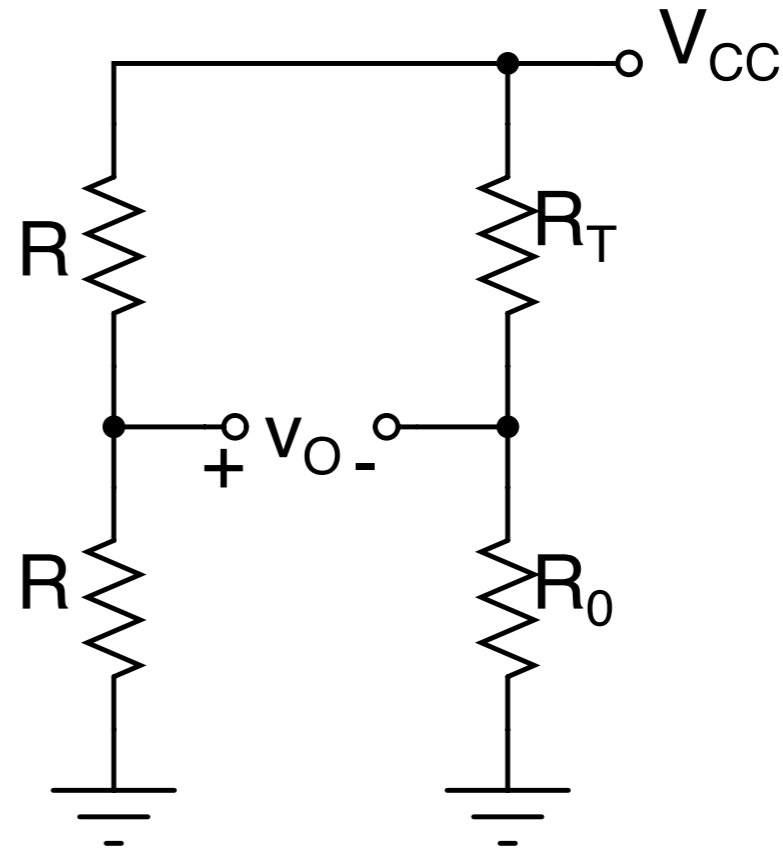
- Relación  $T$  versus  $v_0$
- Auto-calentamiento
  - $F_{SH}$  : factor de auto-calentamiento
  - error en  $T = F_{SH} \times P$ 
    - $P =$  potencia disipada en RTD

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

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

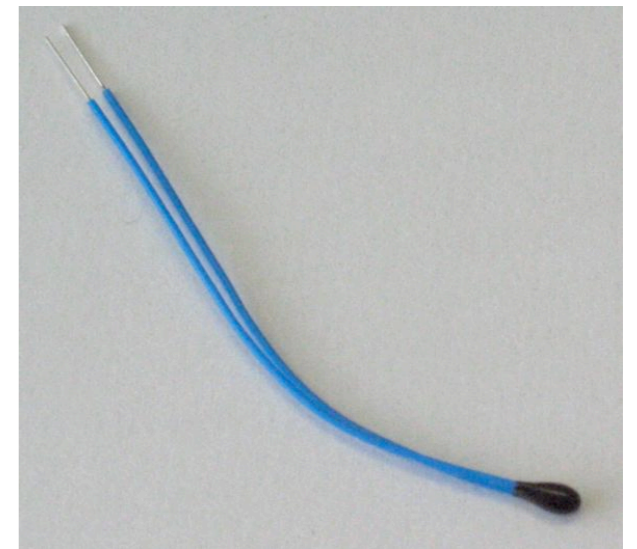
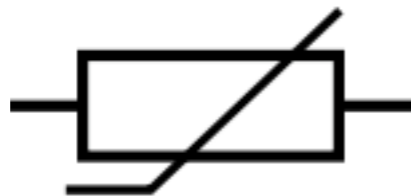
$$\alpha = 0.00392/^\circ\text{C}$$

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



# 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

