

RTDs → resistive temperature devices
↳ Termorresistores ou termorresistências

Resistência feita a partir de metais

cobre níquel

platina

Pt100

Pt100 → 100 Ω a 0°C

IM → -200°C a 850°C

Incerteza típica → 0,15°C + 0,2% do VM

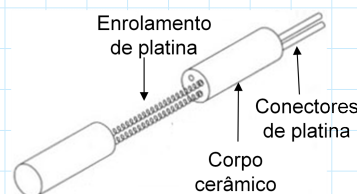
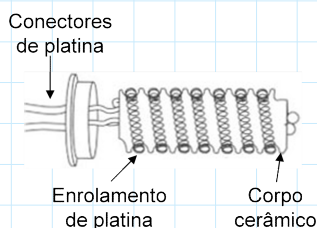
Alta estabilidade → variação do VM

menor que 0,2°C após 10000 h

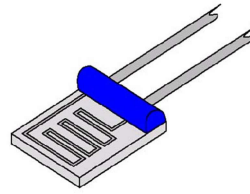
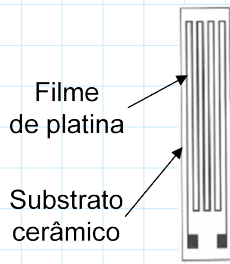
sob temperatura máxima

Construção

bobina



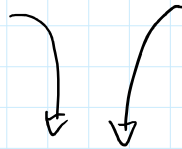
filme



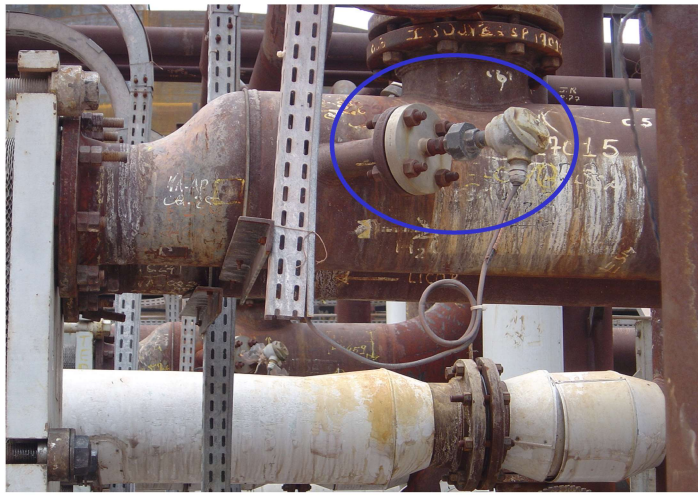
Bainha de proteção → aço inoxidável, quartzo, vidro, alumina

Bainha de metal pode contaminar a platina em altas temperaturas

Formato industrial



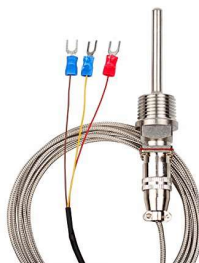
Cabecote com Pt 100 remo ví vel



2 fios



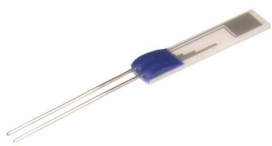
3 fios



4 fios



filme



Equação de Callendar-Van Dusen

$$R_T = R_0 [1 + AT + BT^2 + C(T-100)T^3] \quad p/ \quad T < 0^\circ \text{C}$$

$$R_T = R_0 (1 + AT + BT^2) \quad p/ \quad T \geq 0^\circ \text{C}$$

Forma alternativa:

$$R_T = R_0 \left\{ 1 + \alpha \left[T + \delta \frac{T}{100} \left(1 - \frac{T}{100} \right) + \beta \left(\frac{T}{100} \right)^3 \left(1 - \frac{T}{100} \right) \right] \right\} \quad p/ \quad T < 0^\circ \text{C}$$

$$R_T = R_0 \left\{ 1 + \alpha \left[T + \delta \frac{T}{100} \left(1 - \frac{T}{100} \right) \right] \right\} \quad p/ \quad T \geq 0^\circ \text{C}$$

Coeficiente de temperatura

$$\alpha = \frac{R_{100^\circ \text{C}} - R_{0^\circ \text{C}}}{R_{0^\circ \text{C}} \cdot 100} \quad ^\circ \text{C}^{-1}$$

Exemplo: PT100 "versão 385"

$$\alpha = \frac{138,51 - 100}{100 \cdot 100} = 3,85 \cdot 10^{-3} \quad ^\circ \text{C}^{-1}$$

IEC 60751

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3}$$

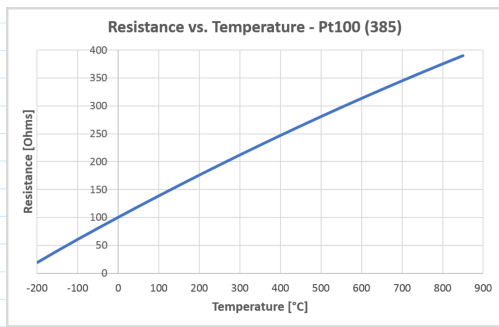
$$B = -5,775 \cdot 10^{-7}$$

$$C = -4,183 \cdot 10^{-12}$$

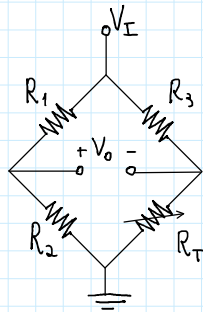
$$\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3}$$

$$\beta = 0,1086$$

$$\delta = 1,5$$



O valor de R_T é tipicamente medido através da ponte de Wheatstone

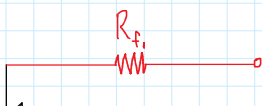


$$V_o = V_I \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_T}{R_3 + R_T} \right)$$

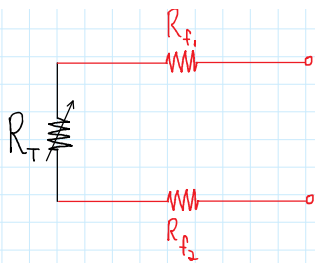
A corrente sobre o Pt100 deve ser inferior à 1mA para evitar o autoaquecimento

O valor de R_T fica em torno de 100 Ω em $^{\circ}\text{C}$ e sua sensibilidade é baixa

↳ Nesse caso, a resistência dos fios do Pt100 deve ser levada em conta para uma leitura mais precisa de R_T

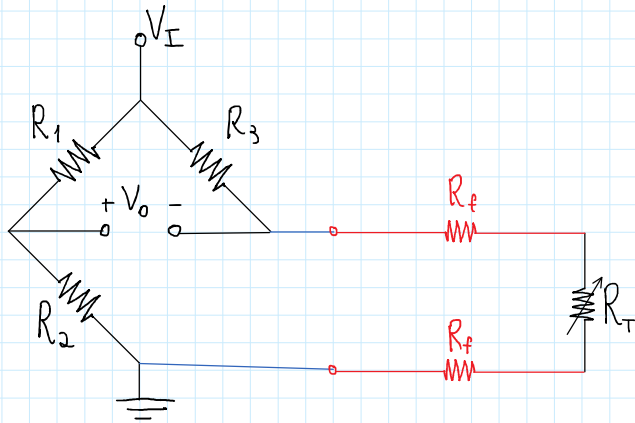


$$R_o \approx R_i = R$$



$$R_{f1} \approx R_{f2} = R_f$$

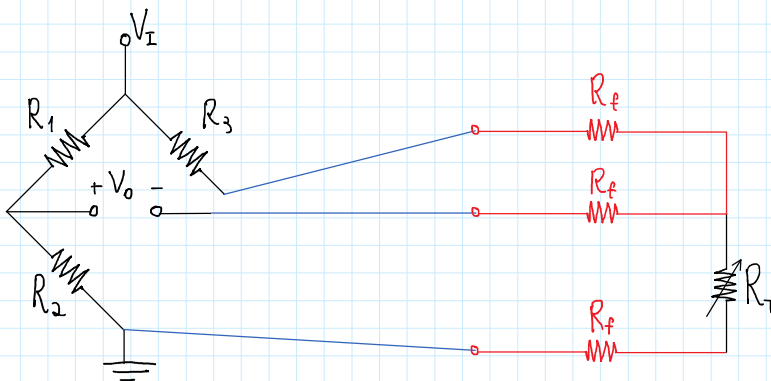
Medição com 2 fios



$$V_o = V_I \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_T + 2R_f}{R_3 + R_T + 2R_f} \right)$$

↳ R_f introduz um erro na medição da temperatura

Medição com 3 fios



$$V_o = V_I \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_T + R_f}{R_3 + R_T + 2R_f} \right)$$

↳ Para $R_3 = R_T$, o erro introduzido

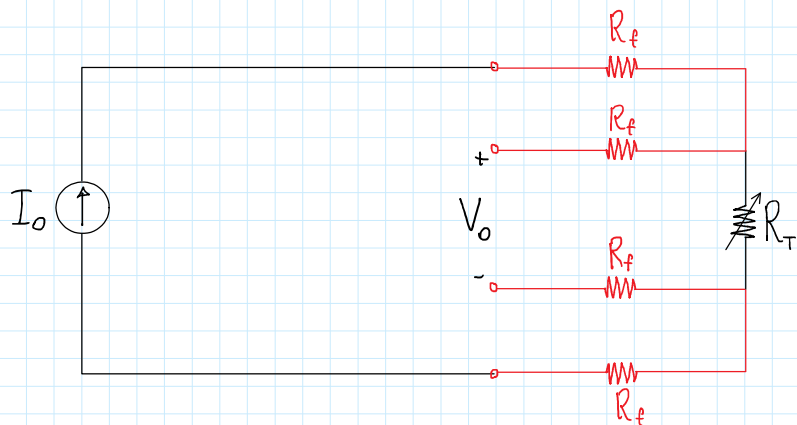
por R_f é eliminado

Na prática, R_3 é dado por

$$R_3 = \frac{R_{Tmin} + R_{Tmax}}{2}$$

↳ Erro introduzido pelos fios é minimizado, mas não é eliminado

Medição com 4 fios



$$V_0 = I_0 R_T$$

↳ V_0 não depende de R_f

Valores de incerteza de medição
IEC 60751:2008

Classe

Exatidão

AA

$$\pm (0,1^\circ\text{C} + 0,17\% \text{ de } T)$$

A

$$\pm (0,15^\circ\text{C} + 0,2\% \text{ de } T)$$

B

$$\pm (0,3^\circ\text{C} + 0,5\% \text{ de } T)$$

C

$$\pm (0,6^\circ\text{C} + 1\% \text{ de } T)$$