

# TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA (RTD)

## 1.ª PARTE

De entre todas as grandezas físicas, a temperatura é provavelmente aquela que é medida com mais frequência. Neste capítulo começa por se apresentar o conceito de temperatura, indica-se as unidades em que esta se mede e qual a sua equivalência. Em seguida faz-se uma breve apresentação do princípio físico utilizado, descrevem-se alguns detalhes construtivos e circuitos utilizados.

### DEFINIÇÃO DE TEMPERATURA

Define-se temperatura como o grau de agitação térmica das moléculas. É um parâmetro físico associado à sensação de frio - quente.

### INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

A temperatura mede-se com instrumentos mecânicos de leitura local denominados termómetros, (de vidro, gás, bimetálico, entre outros) ou com equipamentos eléctricos denominados sensores, de leitura indirecta e remota.

### UNIDADES DE TEMPERATURA

Kelvin	K
Grau Celsius	° C
Grau Fahrenheit	° F

### CONVERSÃO DE UNIDADES DE TEMPERATURA

Tabela 1 · Tabela de conversão.

	K	° C	° F
K	1	K - 273,15	1,8 x K - 459,67
° C	° C + 273,15	1	1,8 x ° C + 32
° F	(° F + 459,67) / 1,8	(° F - 32) / 1,8	1

### TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA (RTD - RESISTANCE TEMPERATURE DETECTOR)

No termómetro de resistência ou termo - resistência a variação da resistência eléctrica de um condutor metálico com a temperatura não é linear e representa-se pela equação geral:

$$R_t = R_0 [1 + A.t + B.t^2 + C(t - 100).t^3] \text{ de } -200^\circ \text{ C} \sim 850^\circ \text{ C}$$

( $t \leq 0^\circ \text{ C} \Rightarrow C = 0$ )

em que A, B e C são coeficientes de temperatura com os seguintes valores (Tabela 2 e Tabela 3):

Tabela 2 · Coeficientes DIN/BS (IPITS-68) versus IEC 751 (ITS-90).

Coefficiente	Normas DIN 43760 (1980) e BS 1904 (1984) baseadas na IPTS-68	Norma IEC 751 baseada na ITS-90
A	$3.90802 \times 10^{-3} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$	$3.9083 \times 10^{-3} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$
B	$-5.802 \times 10^{-7} \text{ }^\circ \text{C}^{-2}$	$-5.775 \times 10^{-7} \text{ }^\circ \text{C}^{-2}$
C	$-4.2375 \times 10^{-12} \text{ }^\circ \text{C}^{-4}$	$-4.183 \times 10^{-12} \text{ }^\circ \text{C}^{-4}$

Tabela 3 · Coeficientes JIS C1604 versus IEC 751 (ITS-90).

Coefficiente	Norma JIS C1604	Norma IEC 751 baseada na ITS-90
A	$3.974778 \times 10^{-3} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$	$3.9083 \times 10^{-3} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$
B	$-5.877820 \times 10^{-7} \text{ }^\circ \text{C}^{-2}$	$-5.775 \times 10^{-7} \text{ }^\circ \text{C}^{-2}$
C	$-3.49445 \times 10^{-12} \text{ }^\circ \text{C}^{-4}$	$-4.183 \times 10^{-12} \text{ }^\circ \text{C}^{-4}$

Para muitas aplicações será suficiente a aproximação linear:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha.t)$$

em que:

$R_0$  - valor óhmico da resistência do sensor a 0° C pode ser de 25Ω, 50Ω, 100Ω, 200Ω, 500Ω ou 1.000Ω. No entanto, o sensor mais usado na indústria tem uma resistência de 100Ω a 0° C, e por isso é designado por Pt100.

$R_t$  - resistência em ohms a t° C

$\alpha$  - coeficiente de temperatura da termo-resistência cujo valor entre 0° C e 100° C é de 0.00385Ω/Ω° C segundo a norma DIN/IEC ou o valor coeficiente  $\alpha$  é de 0.003926 Ω/Ω° C e de 0.003916 Ω/Ω° C, respectivamente para as normas ANSI e JIS.

Na Figura 1 podem observar-se as curvas de resistência dos metais mais usados no fabrico de termómetros de resistência em função da temperatura:

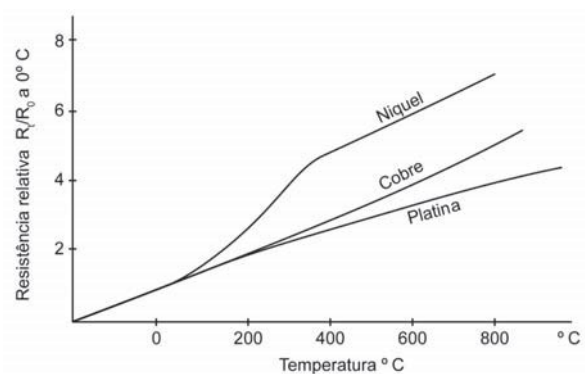


Figura 1 · Curvas de resistência relativa (cobre, níquel e platina) em função da temperatura.

Indica-se a seguir os valores característicos de vários metais:

Tabela 4 · Valores característicos de algumas termo-resistências.

Metal	Resistividade ( $\mu\Omega/cm$ )	Coefficiente Temperatura ( $\Omega/\Omega \text{ } ^\circ C$ )	Intervalo Útil Temperatura ( $^\circ C$ )	Resistência a $0 \text{ } ^\circ C$ ( $\Omega$ )	Exactidão $\pm \text{ } ^\circ C$
Cobre	1.56	0.00425	-200 ~ 120	10	0.10
Níquel	6.38	0.0064	-150 ~ 300	100	0.50
Platina	9.83	0.00385	-200 ~ 850	25	0.01
				100	
				200	

Assim a vantagem da utilização do **níquel** é o seu baixo custo e alta sensibilidade. A sua principal desvantagem é a baixa linearidade.

O **cobre** tem uma *variação* de resistência uniforme, é estável e barato. Mas tem o inconveniente de ter uma baixa resistividade. Quanto à **platina** é o metal mais utilizado na construção de termo-resistências, pela sua ampla faixa de utilização e boa linearidade.

O termómetro de resistência ou **termo-resistência** é constituído por um núcleo de cerâmica, de vidro ou de outro material isolante em volta do qual se encontra enrolada a resistência, que pode ser constituída por um fio ou por um filme metálico, de acordo com a aplicação, e por uma protecção (Figura 2 e Figura 3).

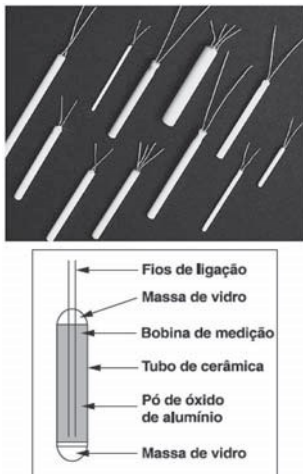


Figura 2 · Sensores Pt100 simples e duplos de diversos tamanhos e diâmetros.

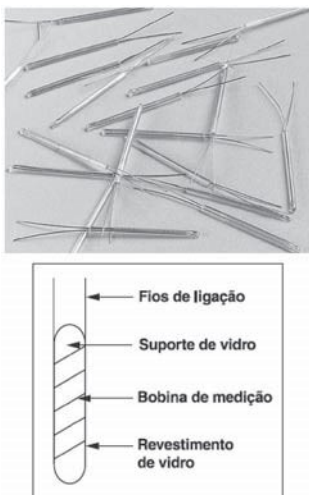


Figura 3 · Sensores Pt100 bobinados em cilindros de vidro.

Na Figura 4 e Figura 5 mostra-se o aspecto interno de uma pt100 montada numa camisa e na Figura 6 pode ver-se uma termo-resistência industrial com bainha de protecção, em que a resistência de medição está no interior da camisa e numa extremidade.

Finalmente na Figura 7 observa-se um conjunto de Pt100 em que no interior das cabeças de ligação estão os terminais de ligação.

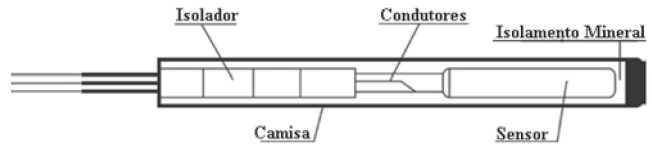


Figura 4 · Montagem da Pt100 na camisa.



Figura 5 · Sensor Pt100 a 3 fios com camisa metálica e placa de ligações em cerâmica.

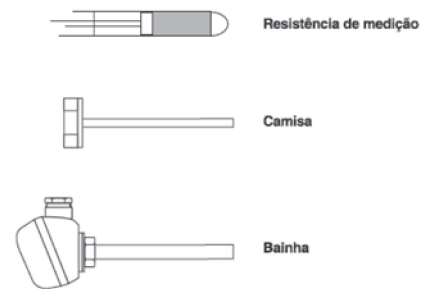


Figura 6 · Pt100 completa.



Figura 7 · Sensores Pt100 de diversos tamanhos e cabeças de ligação, com ligação ao processo por rosca 1/2" NPT.

[Continua na próxima edição]