



Sondas e sensores

Seminário Norma

NP4487:2009

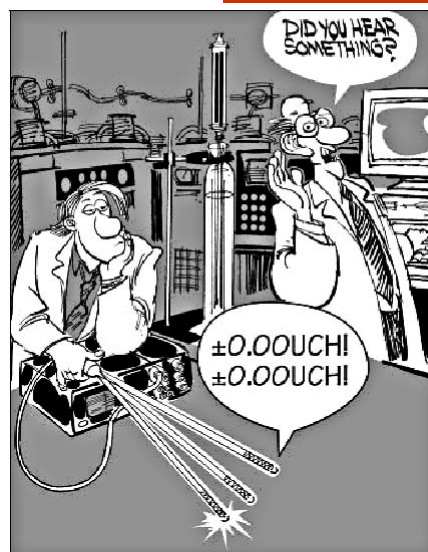
Luis Gonçaves

www.isq.pt

instituto de soldadura
e qualidade



Sondas e sensores



Sondas e sensores

Sensor (VIM 2008)

elemento de um sistema de medição que é directamente submetido ao fenómeno, corpo ou substância que fornece a grandeza a medir

EXEMPLOS

Bobina de um termómetro de resistência de platina, rotor de um caudalímetro, (...) líquido termosensível cuja cor varia com a temperatura.



Sondas e sensores

Os **sensores de temperatura**, são instrumentos de interpolação construídos a partir de um princípio físico (dilatação ou contracção de líquidos ou sólidos, variação das propriedades eléctricas dos condutores, etc.), função da temperatura, o qual, embora não seja termodinâmico, é reprodutível e unívoco.

Os processos de leitura da temperatura assentam, essencialmente, em três sistemas: **sistema físico**, **sistema eléctrico** e **sistema óptico**.



Sondas e sensores

NOTA IMPORTANTE:

Para diminuir o tempo de resposta e atingir facilmente um estado de equilíbrio:

- O sensor deverá ter uma capacidade térmica pequena;
- A condutância térmica entre o meio em estudo e o sensor elevada – a maximização da condutância é obtida com sensores sem protecção ou com material envolvente de pequena espessura e com uma imersão no meio elevada.



Sondas e sensores

Sistema físico

O “calor” faz com que os corpos se dilatam e se contraíam. Aproveitando o efeito dessa dilatação ou contracção, que nada mais é que uma força ou movimento, podemos medir a temperatura.

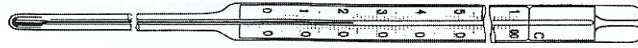
Seja a dilatação do comprimento de uma barra metálica, seja o aumento de volume de um líquido dentro de um recipiente.



Sondas e sensores

O exemplo mais familiar de termómetro de líquido é o termómetro de vidro. Este tem um pequeno reservatório, o bolbo, cheio de um líquido do qual deriva uma coluna capilar.

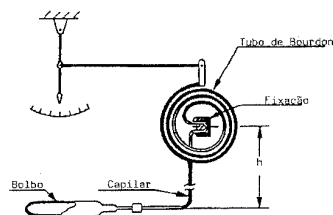
O calor faz com que o líquido dilate e penetre nesse capilar cuja altura é convenientemente calibrada em escala de temperatura. Normalmente, emprega-se mercúrio ou álcool colorido como líquido termométrico.



Sondas e sensores

- Termómetros de pressão a gás

O princípio de funcionamento de termómetros deste tipo baseia-se na conhecida lei de Boyle-Charles, isto é: "A pressão de um gás é proporcional à temperatura se mantivermos constante o volume do gás".

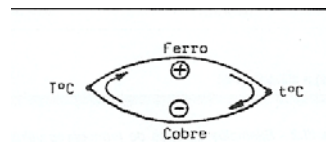


Sondas e sensores

Sistema eléctrico

- Termopares

Baseia-se no princípio descoberto por Seebeck de que qualquer diferença de temperatura entre as junções de dois metais diferentes gera uma diferença de potencial, isto é, força electromotriz entre essas junções.

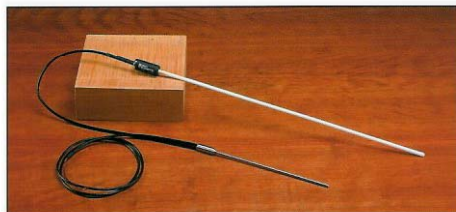


“Princípio de funcionamento dos termopares”



Sondas e sensores

O **termopar** é, talvez, o mais usado de todo o tipo de sensores para impulsos de temperatura, especialmente quando se trata de altas temperaturas (a faixa mais comum é de **200** a **1.000** °C) e quando se requer uma resposta rápida.



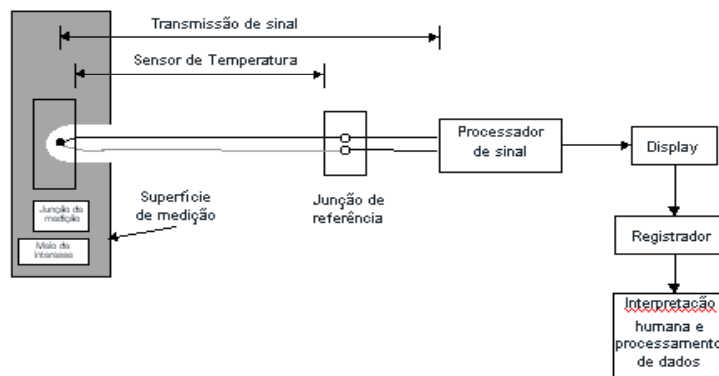
Sondas e sensores

Codigos de Cores

ANSI International CODE	International IEC 584-3 TIC 584-3	International IEC 584-3 Intrinsically Safe	CZECH BRITISH to BS 1843	NETHERLANDS GERMAN to DIN 43710	JAPANESE to JFC 42- 1610- 1981	FRENCH to NFC 42- 324	Comments Environment - Bare Wire	Maximum Temperature Useful Range
J							Reducing, Vacuum, Inert. Limited Use in Oxidizing at High Temperatures. Not Recommended for Low Temperatures.	0 to 750°C (32 to 1382°F) Therm, Grade 0 to 200°C (32 to 392°F) Ext. Grade
K							Clean Oxidizing and Inert. Limited Use in Vacuum or Radiation. Wide Temperature Range. Most Popular Calibration.	-200 to 1250°C (-328 to 2282°F) Therm, Grade 0 to 200°C (32 to 392°F) Ext. Grade
V*							Alternative to K* Type. Extension Wire for Low Temperatures. Not Recommended for General Use.	0 to 80°C (32 to 176°F) Ext. Grade
T							Mild Oxidizing - Reducing Vacuum or Inert. Good Where Moisture is Present. Low Temperature and Cryogenic Applications.	-200 to 350° C (-323 to 662° F) Therm, Grade -60 to 100°C (-76 to 212°F) Ext. Grade



Sondas e sensores



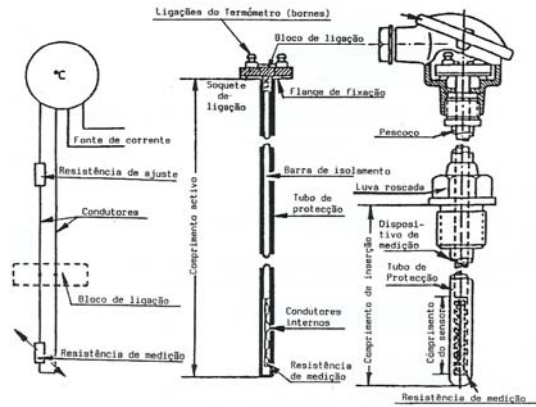
"Cadeia de medição com sensor tipo termopar"



Sondas e sensores

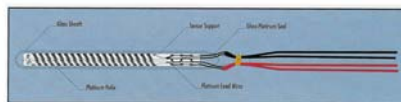
- Termómetros de resistência

A resistência eléctrica de um fio de metal puro varia proporcionalmente com a temperatura.



Sondas e sensores

Os termómetros de resistência de platina de 100 Ω , conhecidos por **PT100**, estão, tal como os termopares, caracterizados por normas internacionais. A sua gama de utilização vai de **-200 °C** a **850 °C**.



Sondas e sensores

- Termistores

Os termistores são semicondutores cuja resistência varia com a temperatura. A sensibilidade térmica destes é cerca de dez vezes superior à das resistências metálicas (valores em $M\Omega$). O seu coeficiente é em geral negativo (NTC – *negative temperature coefficient*) e depende da temperatura (varia inversamente a esta). Podem também ser proporcionais à temperatura (PTC). A sua gama de utilização vai tipicamente de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Sondas e sensores

Calibração de sensores



Sondas e sensores

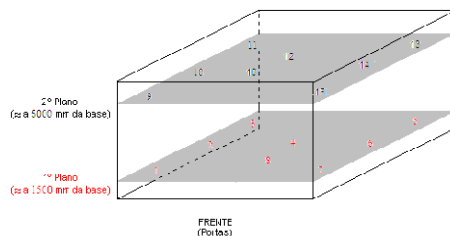
Calibração de sensores

[Certificado de calibração](#)



Sondas e sensores

Ensaio de Homogeneidade e Estabilidade a Estufas de Madeira



Sondas e sensores



"For \$1M, who invented the rectal thermometer? A) Gabriel Fahrenheit, B) Lord Kelvin, C) Anders Celsius, D) Ben Dover?"

