

LAB. 03 (<http://diana.uceh.ualg.pt/Inst/lab03.pdf>)

Condicionamento em ponte de Wheatstone de um termistor.

Material

Termistor 4.7K Ω Amplificador operacional 741 (ou similar) Resistências diversas

Objectivos

Familiarizar-se com a utilização de termistores como sensores de temperatura
Introdução ao condicionamento de sinal utilizando a ponte de Wheatstone

Introdução

Um dos sensores de temperatura mais populares é sem dúvida o termistor. O termistor é um dispositivo com dois terminais realizado num material semiconductor. Mostra-se na Figura 1 o aspecto do que se vai usar neste laboratório.

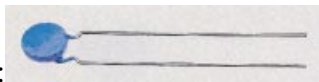


Figura 1:

Um semiconductor tem à temperatura ambiente, relativamente a um bom condutor, um número de electrões livres pequeno (silício intrínseco: $\sim 10^{11}/\text{cm}^3$, metal: $\sim 10^{23}/\text{cm}^3$). No entanto, pequenos aumentos/diminuições de temperatura são suficientes para aumentar ou reduzir significativamente este número.

A explicação física é que um pequeno aumento de temperatura é suficiente para aumentar a energia potencial dos electrões nas ligações covalentes acima da energia de ligação e libertá-los, diminuindo a resistividade do material. *Assim a característica principal do termistor é ter um coeficiente de variação da resistência com a temperatura negativo e elevado.*

Numa gama de variação elevada a resistência R_T do termistor diminui exponencialmente com a temperatura

$$R_T = R_A \exp(\alpha T)$$

onde T é a temperatura absoluta, e α , R_A são constantes.

A constante α é o coeficiente térmico do sensor e é determinada experimentalmente numa gama de temperaturas ΔT

$$\alpha = \frac{\Delta R_T / R_T}{\Delta T}$$

O valor para α é na ordem de 0.03/C a 0.05/C. A resistência nominal do termistor é também uma característica do sensor (4.7K Ω a 25C no caso do sensor em estudo)

É importante notar que os termistores têm algumas desvantagens relativamente a outros sensores de temperatura. Para além da forte não linearidade, a sua curva característica não é reproduzível com precisão elevada (porque há alterações permanentes no sensor com temperatura). No entanto, as vantagens—baixo custo, elevada sensibilidade, pequenas dimensões—superam largamente as desvantagens em muitas aplicações.

Montagem Experimental

Pretende-se neste trabalho, além de familiarizar o aluno com o sensor, *condicionar* a saída deste de forma a produzir um sinal de tensão entre 0 V e 5 V, num intervalo de temperatura entre a temperatura ambiente (+-18 C na primavera...) e a temperatura do corpo humano (+- 37 C).

Assim a tensão gerada pelo circuito condicionador deve ser

1. $V_{out1}=V_{out}(18\text{ C}) = 0\text{ V}$,
2. $V_{out2}=V_{out}(37\text{ C}) = +5\text{ V}$

Como sempre na síntese de um circuito existem várias soluções possíveis. Com este sensor vamos utilizar um circuito condicionador em ponte de Wheatstone [1].

Apresenta-se na Figura 2 a ponte de Wheatstone composta por 4 resistências iguais em que uma delas é o sensor (caso mais vulgar)

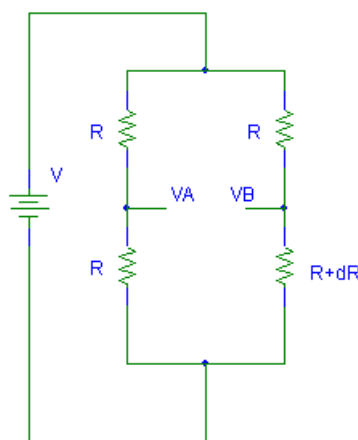


Figura 2:

Se calcularmos a diferença de potencial V_{AB} entre os pontos A e B temos

$$V_{AB} = V \frac{-\Delta R}{4R + 2\Delta R}$$

o que mostra que V_{AB} é proporcional à variação da resistência do termistor ΔR em torno do valor nominal R à temperatura de referência, *mas infelizmente este circuito condicionador não é linear porque ΔR também aparece no denominador*. Um outro inconveniente (porventura menor) deste circuito é que a saída é diferencial, e não *single-ended* como desejariamos.

Para podermos observar a não linearidade intrínseca do termistor, vamos em alternativa utilizar uma ponte de Wheatstone com componentes activos (OPAMPS) como se mostra na Figura 3:

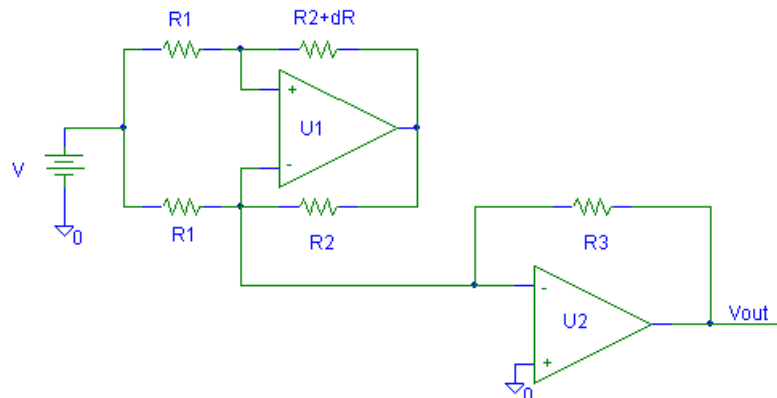


Figura 3:

É fácil provar [1] que a tensão de saída deste circuito V_{out} é

$$V_{out} = \frac{R3}{R1} \frac{\Delta R}{R2} V$$

ou seja V_{out} é linear com ΔR , em que as restantes resistências proporcionam amplificação (no caso mais simples $R1=R2=R3$).

Dimensione este circuito de forma a obedecer às especificações acima referidas. Em alternativa desenhe um circuito semelhante, que seja menos sensível às tensões de offset dos OPAMPS.

Bibliografia

- [1] J. Bastos, Instrumentação - apontamentos manuscritos (<http://diana.uceh.ualg.pt/Inst/chap101.pdf>)
- [2] D. Wobschall, Circuit Design for Electronic Instrumentation - Analog and Digital Devices from Sensor to Display, McGraw-Hill 1987