

LAB. 04 (<http://diana.uceh.ualg.pt/Inst/lab04.pdf>)

Condicionamento em ponte de Wheatstone de extensómetros. Aplicação de amplificadores de instrumentação

Material

Extensómetros (4) Amplificador operacional 741 (ou similar) Resistências diversas

Objectivos

Familiarizar-se com a utilização de extensómetros como sensores de deslocamento

Introdução

Os extensómetros (*strain gauges*) são muito utilizados para medir pequenos deslocamentos (strain) associados com a pressão exercida num sólido, (por exemplo, numa barra torcida).

Os extensómetros consistem tipicamente numa folha fina (ou um fio) de metal fixos num suporte de plástico ou outro material isolador eléctrico, como se pode ver na Figura 1

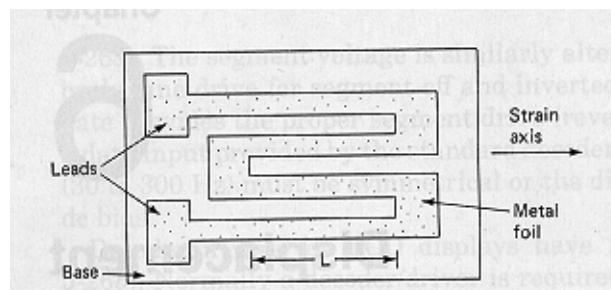


Figura 1

O extensómetro é colado à superfície do objecto em estudo, e está sujeito à mesma pressão que a referida superfície.

Se um objecto metálico for alongado, então a sua resistência varia do valor em repouso R para

$$R + \Delta R = \rho(L + \Delta L) / (A + \Delta A)$$

onde ρ é a resistividade do material, L é o comprimento do objecto (mais precisamente, a distância entre dois pontos de referência no objecto), e A é a sua secção quadrada.

O deslocamento ε é definido como

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

e a variação em R, ΔR é dada em função de ε por

$$\frac{\Delta R}{R} = G\varepsilon$$

onde G é uma constante de proporcionalidade (*gauge factor*). No caso ideal de um metal incompressível tem-se que $\Delta A / A = -\Delta L / L$, donde resulta que $G=2$.

Note-se que se o extensómetro for realizado num material semiconductor, a resistividade passa a ser uma função da pressão (é o efeito piezoresistivo) e G atinge valores bem mais elevados (30 é um valor típico).

Assim tem-se a relação linear entre a variação da resistência e a variação no comprimento:

$$\frac{\Delta R}{R} = 2 \frac{\Delta L}{L}$$

O condicionamento em ponte é muito utilizado em aplicações com extensómetros. É habitual utilizarem-se 4 extensómetros, como se mostra na Figura 2

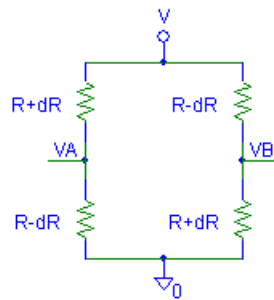


Figura 2

É fácil ver (fórmula do divisor de tensão) que

$$V_A = \frac{R - \Delta R}{2R} V$$

$$V_B = \frac{R + \Delta R}{2R} V$$

logo

$$V_B - V_A = \frac{\Delta R}{R} V$$

isto é a diferença de potencial nos braços da ponte é linear com a variação de resistência. Note-se que dois extensómetros estão em compressão (variação da resistência negativa) e dois extensómetros estão em extensão (variação da resistência positiva).

Montagem Experimental

Para este trabalho, 4 extensómetros já foram colados a uma barra de alumínio, como se mostra na Figura 3

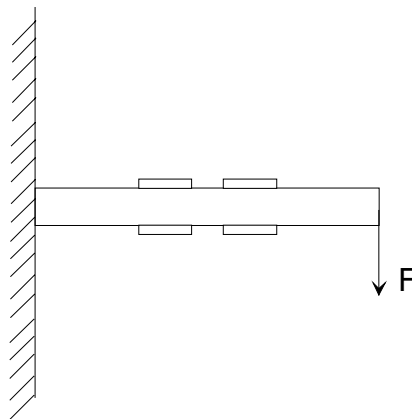
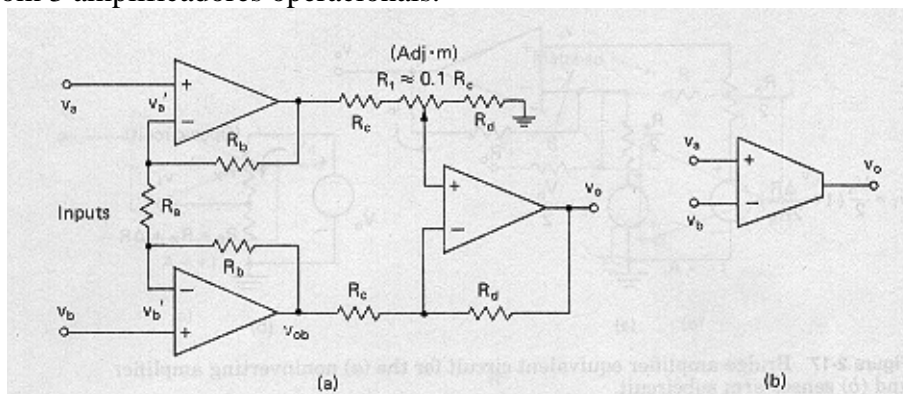


Figura 3

Ligue os extensómetros em ponte de forma conveniente.

O sinal proveniente da ponte é um sinal *diferencial* e de amplitude da ordem do milivolt. Para amplificar sinais diferenciais, de pequena amplitude, e potencialmente em ambientes ruidosos (sinais de modo comum elevados) utilizam-se preferencialmente *amplificadores de instrumentação*.

Mostra-se na Figura 4 um amplificador de instrumentação realizado na configuração típica com 3 amplificadores operacionais.



Dimensione as resistências do circuito de forma a que o ganho diferencial seja (aproximadamente) 100. Lembre-se que o par de resistências Rc e o par de resistências Rd deve ser tão igual quanto possível (o factor de rejeição de modo comum CMRR é tão grande quão perfeitos forem os pares!)

Aplique uma pequena deformação na barra e deixe-a oscilar livremente. Com o auxílio de um osciloscópio determine a frequência de oscilação.

Bibliografia

- [1] J. Bastos, Instrumentação - apontamentos manuscritos (<http://diana.uceh.ualg.pt/Inst/chap104.pdf>)
- [2] D. Wobschall, Circuit Design for Electronic Instrumentation - Analog and Digital Devices from Sensor to Display, McGraw-Hill 1987