

Cognome.....Nome.....Matricola.....Firma.....

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

## **Misure Meccaniche e Termiche - Prof. Gasparetto**

### **Prova in itinere del 2 maggio 2012**

#### DOMANDE

1. La misura della potenza: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Gli effetti della temperatura nelle misure estensimetriche. Descrivere le procedure per eliminarli o tenerne conto.

#### PROBLEMA

3. Si vuole misurare lo sforzo longitudinale su di una trave soggetta a trazione. Nel caso in cui si abbiano a disposizione 2 estensimetri indicarne la collocazione sulla trave ed i collegamenti nel ponte di misura quando si voglia compensare il momento flettente. Date le caratteristiche per gli estensimetri  $G_f=2.05\pm 0.5\%$ ,  $R_o=120\ \Omega\pm 0.5\%$ ,  $k_f=1.5\cdot 10^{-6}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ , noto che la trave ha una sezione circolare cava di diametro esterno 20 mm e spessore 1.5 mm, modulo elastico  $E=70\ \text{GPa}$ ,  $\nu=0.3$  e che il ponte viene alimentato a 1 V, determinare la sensibilità nella misura dello sforzo longitudinale.
4. Al fine di ottenere una maggiore sensibilità, si decide di utilizzare un amplificatore della tensione, con guadagno G incognito. Pertanto si esegue la taratura del sistema tramite l'impiego di una resistenza di Shunt del valore di 90 k $\Omega$ . Dopo aver azzerato il ponte, si inserisce la resistenza di Shunt e si misura uno sbilanciamento pari a 3.547 V. Si chiede di determinare il guadagno G.
5. Con il sistema dotato di amplificatore, viene applicato un carico e viene rilevato uno sbilanciamento di 0.543 V. Determinare la misura del carico applicato.

#### PROBLEMA

6. Una sonda sulla superficie di Marte misura l'accelerazione di gravità tramite il periodo di oscillazione di un pendolo dalla relazione:  $a=4\pi^2 L/T^2$ . Scrivere la misura dell'accelerazione se con una lunghezza  $L=85.7454\ \text{mm}$  misurata con uno strumento avente uno scarto tipo di ripetibilità di 7.5  $\mu\text{m}$  si misura un periodo di oscillazione di 957.80 ms tramite un cronometro avente una risoluzione di 0.02 ms. Indicare quale misuratore contribuisce maggiormente sull'incertezza di misura.

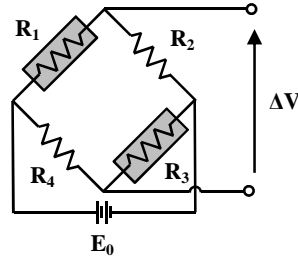
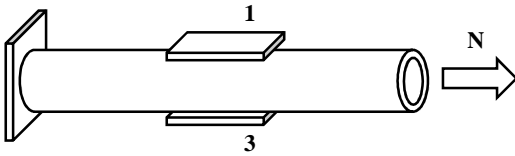
#### PROBLEMA

7. Un termometro avente sensibilità 20 mV/ $^\circ\text{C}$  e uno scarto tipo di linearità di 5 mV fornisce un'uscita di 1.256 V che viene acquisita con un convertitore A/D a 12 bit avente campo di misura da 0 V a 10 V. Scrivere la corrispondente misura con livello di confidenza del 95% e indicare se il convertitore è adeguato allo scopo.

MISURE MECCANICHE E TERMICHE I  
Prof. M. Gasparetto

TEMA D'ESAME DEL 02/05/2012

3.  
• Posizionamento degli estensimetri:



Equazione del ponte di Wheatstone:

$$\Delta V = \frac{E_0}{4} \left( \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_3}{R_3} \right)$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta R_3}{R_3} = G_f \varepsilon = G_f \frac{N}{EA}$$

$$A = \frac{\pi(D_e^2 - D_i^2)}{4}$$

$$\Delta V = \frac{E_0}{2} G_f \frac{\sigma}{E}$$

- SENSIBILITA' DEL PONTE:

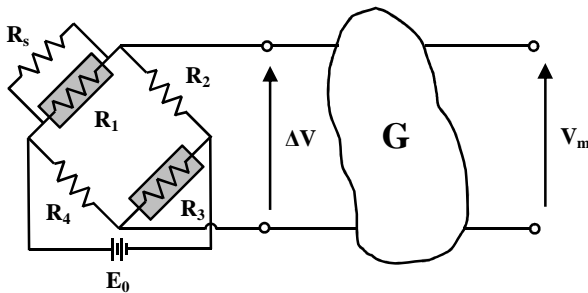
$$S_1 = \frac{\Delta V}{\sigma} = \frac{E_0 G_f}{2E} = 1.46428571 \cdot 10^{-5} \text{ V/MPa}$$

$$i_{S_1,rel} = i_{G_f,rel} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

$$i_{S_1} = 4.23 \cdot 10^{-8} \text{ V/MPa}$$

$$S_1 = (1.4643 \pm 0.0042) \cdot 10^{-5} \text{ V/MPa (l.c. 68\%)}$$

4.



Inserimento della resistenza di Shunt (indifferentemente su  $R_1$  o  $R_4$ ):

$$V_m = G \Delta V = G \frac{E_0 \Delta R_1}{4 R_1}$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_s} = 0.0013$$

$$G = \frac{4 V_m}{E_0} \left( \frac{\Delta R_1}{R_1} \right)^{-1} = 10655.19$$

$$i_{G,rel} \cong i_{R,rel} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

$$i_G = 30.76$$

$$G = 10655 \pm 31 \text{ (l.c. 68\%)}$$

Calcolo della nuova sensibilità:

$$S_2 = G \cdot S_1 = 1.56022396 \cdot 10^{-1} \text{ V/MPa}$$

$$i_{S_2, \text{rel}} = \sqrt{i_{G, \text{rel}}^2 + i_{S_1}^2} = 0.41\%$$

$$i_{S_2} = 6.37 \cdot 10^{-4} \text{ V/MPa}$$

$$S_2 = (1.5602 \pm 0.0064) \cdot 10^{-1} \text{ V/MPa (l.c. 68\%)}$$

---

5.

Carico applicato:

$$\sigma = \frac{V_m}{S_2} = 3.48 \text{ MPa}$$

$$N = \sigma A = 303.41 \text{ N}$$

$$i_{N, \text{rel}} = i_{S_2, \text{rel}} = 0.41\%$$

$$i_N = 1.24 \text{ N}$$

$$N = (303.4 \pm 1.2) \text{ N (l.c. 68\%)}$$

---

6.

$$i_L = 7.5 \cdot 10^{-6} \text{ m (scarto tipo di ripetibilità (incertezza tipo))}$$

$$i_{L, \text{rel}} = \frac{7.5 \cdot 10^{-6}}{85.7454 \cdot 10^{-3}} = 0.0087\% \text{ (incertezza relativa)}$$

$$i_{\Delta t} = \frac{0.02 \cdot 10^{-3}}{2\sqrt{3}} = 5.77 \cdot 10^{-6} \text{ s (scarto tipo B)}$$

$$i_{\Delta t, \text{rel}} = \frac{5.77 \cdot 10^{-6}}{957.80 \cdot 10^{-3}} = 0.00060\% \text{ (incertezza relativa)}$$

• Incertezza (relativa) combinata:

$$i_{c, \text{rel}} = \sqrt{i_{L, \text{rel}}^2 + ((-2) \cdot i_{\Delta t, \text{rel}})^2} = 0.0088\%$$

$$i_c = 3.26 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$$

• Accelerazione:

$$a = (3.68995 \pm 0.00033) \text{ ms}^{-2} \text{ (l.c. 68\%)}$$

Il misuratore di lunghezza contribuisce maggiormente sull'incertezza di misura.

---

7.

$$i_T = 5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$i_{AD} = \frac{10}{2\sqrt{3} \cdot 2^{12}} = 0.7 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

• Incertezza combinata:

$$i_c = \sqrt{i_T^2 + i_{AD}^2} = 5.0 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

• Incertezza estesa (distribuzione gaussiana):

$$i_{\text{est}, V} = 2 \cdot i_c = 10.1 \cdot 10^{-3} \text{ V (l.c. 95\%)}$$

$$i_{\text{est}, T} = \frac{i_{\text{est}, V}}{S_T} = 0.50 \text{ }^\circ\text{C (l.c. 95\%)}$$

• Misura di temperatura:

$$T = (62.80 \pm 0.50) \text{ }^\circ\text{C (l.c. 95\%)}$$

•  $\frac{i_T}{i_{AD}} = 7.1$

Il convertitore risulta adeguato per l'acquisizione del segnale; la sua incertezza è 7 volte più piccola di quella del termometro.