

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

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

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

### **Appello del 6 settembre 2012**

#### DOMANDE

*NB Ci si attendono risposte complete ed approfondite ad ogni singola domanda*

1. La misura degli angoli: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Le misure di portata di fluidi. Tipologie di trasduttori, leggi di funzionamento, applicazioni.
3. La risposta di termometri a segnali variabili nel tempo. Leggi di funzionamento, analisi di comportamento a segnali genericamente variabili.

#### PROBLEMA

*NB Ci si aspetta che vengano raggiunti tutti i risultati numerici richiesti*

Si vuole acquisire il seguente segnale (espresso in volt) con una scheda a 12 bit e fondo scala  $\pm 10$  V:

$$y(t) = 4 \sin 8\pi t + 0.02 \sin 20\pi t + 3 \cos 42\pi t$$

4. Scegliere una frequenza di campionamento adeguata allo scopo.
5. Scegliere la durata minima del tempo di campionamento in modo da annullare il leakage.
6. Determinare l'LSB del sistema di acquisizione e precisare se lo si ritiene adeguato allo scopo, giustificando.
7. Se si fosse interessati ad acquisire solo l'armonica a frequenza più bassa, che soluzione si potrebbe adottare, e quanto dovrebbero valere i parametri della soluzione scelta?

Si esegue la trasformata di Fourier sul segnale sopra descritto.

8. Disegnare lo spettro del segnale, in modulo e fase.
9. Il segnale indicato proviene da un accelerometro con sensibilità di  $10 \text{ mV}/(\text{m/s}^2)$ . Si richiede di scrivere quale sarebbe l'uscita da un trasduttore di spostamento con sensibilità di  $1 \text{ V}/\text{mm}$ .

#### PROBLEMA

Una trave di sezione rettangolare (larghezza = 30 mm, altezza = 5 mm, lunghezza = 0.2 m) in alluminio ( $E = 70000 \text{ MPa}$ ) è incastrata ad un estremo e sollecitata mediante una forza di taglio ortogonale alla base e applicata al suo estremo libero. Per valutare la forza applicata si utilizza un opportuno ponte estensimetrico, configurazione mezzo ponte, i cui estensimetri hanno una resistenza nominale pari a  $120 \Omega$  e  $k = 2$ . In fase di taratura viene utilizzata una resistenza di shunt di  $120 \text{ k}\Omega$  e la lettura corrispondente è pari a  $-2.2 \text{ V}$ .

10. Si indichi la posizione degli estensimetri sulla trave e il collegamento elettrico sul ponte di misura.
11. Si valuti la sensibilità del ponte utilizzato come trasduttore di forza.
12. Si valuti il valore della forza applicata sapendo che la tensione letta è pari a  $3.0 \text{ V}$ .
13. Si valuti se sono compensati gli effetti della temperatura e in caso negativo si suggerisca un modo per ottenere la compensazione.

## SOLUZIONE

4.

Frequenza di campionamento:

$$f_c \geq 2 \cdot f_{max} = 2 \cdot 21 \text{ Hz} = 42 \text{ Hz}$$

Dunque scelgo, ad esempio, una frequenza di campionamento pari a 50 Hz.

---

5.

Tempo di acquisizione per non incorrere in leakage:

$$m. c. m. \left( \frac{1}{f_1}, \frac{1}{f_2}, \frac{1}{f_3} \right) = m. c. m. \left( \frac{1}{4 \text{ Hz}}, \frac{1}{10 \text{ Hz}}, \frac{1}{21 \text{ Hz}} \right) = \frac{420}{420} \text{ s} = 1 \text{ s}$$

Oppure un qualunque multiplo intero del valore sopra riportato.

---

6.

$$LSB = \frac{20 \text{ V}}{2^{12}} = 4.88 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

La risoluzione del convertitore è quindi in grado di far apprezzare la componente di minima ampiezza del segnale.

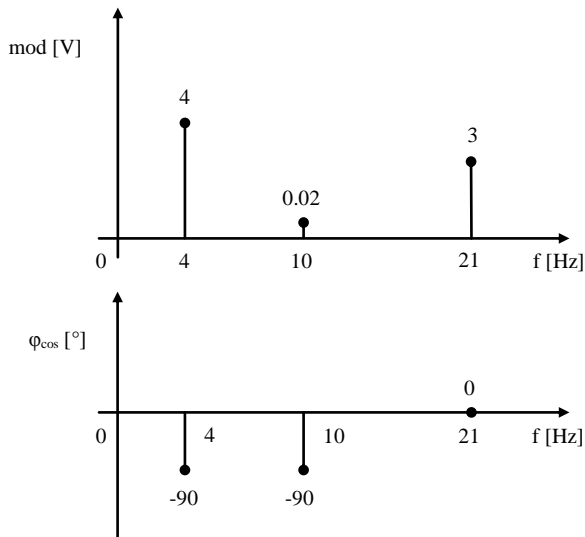
---

7.

- $f_c \geq 2 \cdot f_1 = 2 \cdot 4 \text{ Hz} = 8 \text{ Hz} \rightarrow f_c = 10 \text{ Hz}$ .
  - $T_c = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ s}$ , oppure un qualunque suo multiplo intero.
  - Il convertitore, ad esempio, potrebbe essere sostituito da un modello a 8 bit con fondoscala di  $\pm 5 \text{ V}$  (no saturazione).
- 

8.

- Spettro:



9.

$$S_a = 10 \frac{mV s^2}{m} \text{ (sensibilità dell'accelerometro)}$$

$$S_s = 1 \frac{V}{mm} \text{ (sensibilità del trasduttore di spostamento)}$$

$$A_{s_1} = \frac{A_{a_1} S_s}{S_a \omega_1^2} = \frac{4 V 1000 (V m^{-1})}{0.010 (V s^2 m^{-1}) (8\pi)^2 (rad s^{-1})^2} = 633.26 V$$

$$A_{s_2} = \frac{A_{a_2} S_s}{S_a \omega_2^2} = \frac{0.02 V 1000 (V m^{-1})}{0.010 (V s^2 m^{-1}) (20\pi)^2 (rad s^{-1})^2} = 0.51 V$$

$$A_{s_3} = \frac{A_{a_3} S_s}{S_a \omega_3^2} = \frac{3 V 1000 (V m^{-1})}{0.010 (V s^2 m^{-1}) (42\pi)^2 (rad s^{-1})^2} = 17.23 V$$

Per quanto riguarda le fasi, tutte cambiano di  $180^\circ$ , equivalente a un cambio di segno.

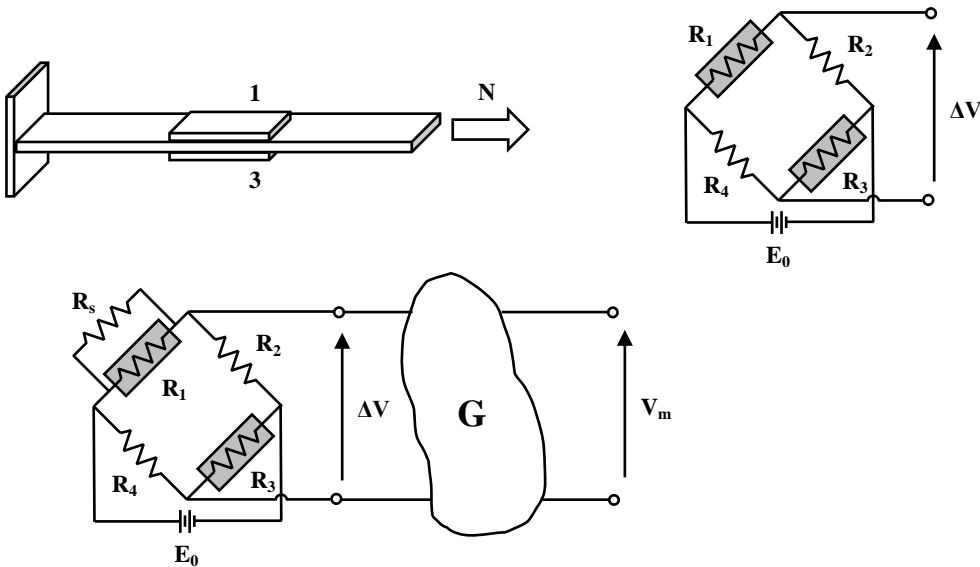
- Segnale acquisito dal trasduttore di spostamento (volt):

$$Y(t) = -633.26 \sin(8\pi t) - 0.51 \sin(20\pi t) - 17.23 \cos(42\pi t)$$

10.

Il testo non era chiaro nell'indicare il posizionamento della forza; si poteva quindi mettere come qui sotto, oppure anche in direzione perpendicolare.

- Posizionamento degli estensimetri:



Inserimento della resistenza di Shunt (indifferentemente su  $R_1$  o  $R_3$ ):

$$V_m = G \Delta V = G \frac{E_0 \Delta R_1}{4 R_1} = S' \cdot \frac{\Delta R_1}{R_1} = -2.2 V$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_s} = 0.0010$$

$$S' = |V_m| \cdot \left( \frac{\Delta R_1}{R_1} \right)^{-1} = 2202.2 \frac{V}{(\Omega/\Omega)}$$

11.

Sensibilità del ponte estensimetrico:

$$\Delta V = S' \cdot 2k\varepsilon = S' \cdot 2k \frac{N}{EA}$$

$$S = \frac{\Delta V}{N} = S' \cdot \frac{2k}{EA} = 8.383 \cdot 10^{-4} V/N$$

12.

Carico applicato:

$$N = \frac{V_m}{S} = 3580 \text{ N}$$

---

13.

Non sono compensati; per ottenerla si devono aggiungere 2 estensimetri trasversali e collegati ai lati 2 e 4 del ponte.