

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

**RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO E FIRMATO**

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

### **Appello del 3 settembre 2015**

#### DOMANDE

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

1. La misura della pressione: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Misure di portata dei fluidi
3. La risposta dinamica dei termometri. Leggi di funzionamento, analisi della risposta ad una variazione generica di temperatura.

#### PROBLEMA A

**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 10 bit e fondo scala  $\pm 10$  V:

$$y(t) = 4 \sin 8\pi t + 0.02 \sin 20\pi t + 3 \cos 43\pi t$$

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 la seconda armonica, che soluzioni si potrebbero 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.
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 che la stessa vibrazione produrrebbe da un trasduttore di spostamento con sensibilità di  $1 \text{ V/mm}$ .

#### PROBLEMA B

10. L'accelerazione di gravità viene misurata 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  $L = 23,103 \text{ mm}$  misurata con uno strumento avente uno scarto tipo di ripetibilità di  $1,5 \mu\text{m}$  si misura un periodo di oscillazione di  $497,165 \text{ ms}$  tramite un cronometro avente una risoluzione di  $0,085 \text{ ms}$ .
11. Inoltre indicare quale misuratore contribuisce maggiormente all'incertezza di misura.

**NB: le domande avranno la seguente valutazione e tempo previsto: 1 (5 punti, 10 min), 2 (7 punti, 20 min), 3 (7 punti, 20 min), problema A (7 punti, 25 min), problema B (7 punti, 25 min).**

Appello 3 settembre 2015

Bluzione

4)

#	$f$ [Hz]	$A$ [V]	$\varphi_{\cos}$ [°]
1	4	4	-90
2	10	0,02	-90
3	21,5	3	0

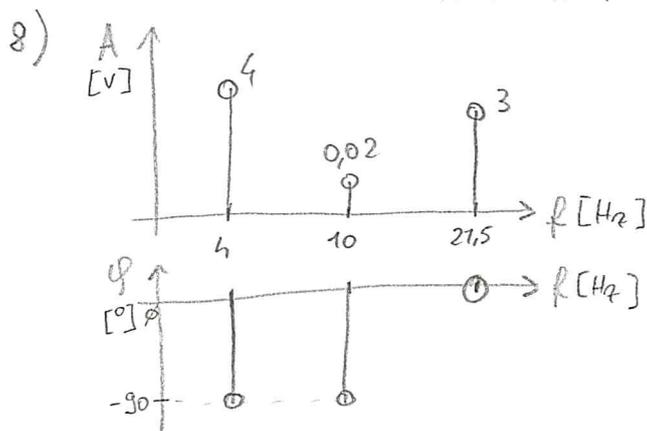
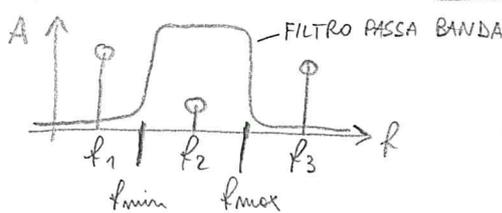
$f_c > 2f_{s,max} = 43 \text{ Hz} \Rightarrow$  scelgo  $f_c = 50 \text{ Hz}$

5) Il tempo m.c.m. dei periodi è  $T = \text{m.c.m.} \left( \frac{1}{f_1}, \frac{1}{f_2}, \frac{1}{f_3} \right) = 2 \Delta$

6)  $LSB = \frac{FS}{2^4} = \frac{20V}{2^{10}} = 19,5 \text{ mV}$  ;  $A_2 = 20 \text{ mV}$

d'LSB è circa uguale all'ampiezza della 2<sup>a</sup> armonica, che quindi non verrà acquisita adeguatamente. Dovrebbe essere  $LSB \ll A_{s,min}$

7) Si potrebbe impiegare un filtro passa banda con frequenza di taglio intorno a  $f_{min} = 6 \text{ Hz}$  e  $f_{max} = 15 \text{ Hz}$ . Quindi potrei ridurre  $f_c = 25 \text{ Hz}$  e diminuire il FS della scheda ad es. a  $\pm 0,5 \text{ V}$ .



9)  $S_a = 10 \text{ mV}/(\text{m/s}^2)$

$S_s = 1 \text{ V/mm}$

$A_{s1} = \frac{A_a \Delta_s}{\Delta_a \omega_1^2} = \frac{4 \text{ V} \cdot 1000 \text{ V/mm}}{0,010 \text{ V}/(\text{m/s}^2) \cdot (8\pi)^2 (\text{rad/s})^2} = 633,26 \text{ V}$

$A_{s2} = 0,51 \text{ V}$

$A_{s3} = 16,44 \text{ V}$

$\varphi_{s1} = \varphi_{a1} \pm 180^\circ = +90^\circ$  ;  $\varphi_{s2} = +90^\circ$  ;  $\varphi_{s3} = +180^\circ$

$\Rightarrow y_s(t) = 633,26 \cdot \cos(8\pi t + 90^\circ) + 0,51 \cdot \cos(20\pi t + 90^\circ) + 16,44 \cdot \cos(43\pi t + 180^\circ)$   
[in volt]

$$10) \quad a = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = 3,69000556 \text{ m/s}^2$$

$$i_L = \sigma_{\text{mis}} = 1,5 \text{ } \mu\text{m} \quad \Rightarrow \quad i_{L, \text{rel}} = \frac{i_L}{L} = 0,00650\%$$

$$i_t = \frac{12}{2\sqrt{3}} = \frac{0,085 \text{ ms}}{2\sqrt{3}} = 2,45 \cdot 10^{-5} \quad \Rightarrow \quad i_{t, \text{rel}} = 0,00494\%$$

Incertezza relativa combinata

$$i_{a, \text{rel}} = \sqrt{i_{L, \text{rel}}^2 + (2 \cdot i_{t, \text{rel}})^2} = \sqrt{4,23 \cdot 10^{-9} + \underbrace{9,76 \cdot 10^{-9}}_{\text{maggiore}}} = 0,0118\%$$

$$i_a = i_{a, \text{rel}} \cdot a = 4,36 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

$$a = (3,69001 \pm 0,00044) \text{ m/s}^2 \text{ (le 68\%)}$$

11) Il cronometro influisce maggiormente sull'incertezza di misura.