

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

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

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

**2° prova in itinere del 29 giugno 2015**

DOMANDE

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

1. La misura delle potenze: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Misure di portata di fluidi.
3. Misure di temperatura.

PROBLEMA A

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

Si vuole misurare il momento flettente agente su una trave tubolare in acciaio di diametro esterno 60 mm ed interno 50 mm.

4. Ipotizzando di avere a disposizione 4 estensimetri indicarne la disposizione sull'albero e sul ponte.
5. Determinare la sensibilità del dispositivo se la tensione di alimentazione del ponte è di 5 V, il fattore di taratura degli estensimetri  $G_f=1,85\pm 0,5\%$ ,  $R_o=120\ \Omega\pm 1\%$ , coefficiente di temperatura per effetto interferente  $k_i=3,1\ 10^{-6}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ , temperatura di riferimento  $20\ ^\circ\text{C}$ , modulo elastico del materiale  $E=206\ \text{GPa}$ , modulo di Poisson  $\nu=0,3$ . Si ricorda che la deformazione superficiale  $\varepsilon$  prodotta da un momento flettente  $M_f$  si calcola con  $\varepsilon=M_f/(E W)$ , dove

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$
 è il momento di resistenza alla flessione della sezione della trave ( $D$  è il diametro esterno e  $d$  il diametro interno).

6. Il siffatto ponte fornisce uno sbilanciamento di 2 mV con la trave ad una temperatura di  $60\ ^\circ\text{C}$ , ed in presenza di un carico di compressione di 2000 N. Determinare il momento flettente agente sull'albero.

PROBLEMA B

Per misurare la temperatura di un forno industriale a circa  $800\ ^\circ\text{C}$  si ha a disposizione un termometro con comportamento del primo ordine e costante di tempo nota  $\tau=50\ \text{s}$ . Inizialmente il termometro si trova a temperatura ambiente ( $20\ ^\circ\text{C}$ ).

7. Si vuole sapere quanto tempo bisogna attendere per ottenere una misura di temperatura che si discosti dal vero per non più dello 0,5%.

*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, 20 min), problema B (7 punti, 20 min).*

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

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

## Misure Meccaniche e Termiche - Prof. Gasparetto

### 1° appello del 29 giugno 2015

#### DOMANDE

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

1. La misura delle potenze: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Misure di portata di fluidi.
3. Risposta di un sismografo ai segnali variabili nel tempo.

#### PROBLEMA A

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

Si vuole misurare il momento flettente agente su una trave tubolare in acciaio di diametro esterno 60 mm ed interno 50 mm.

4. Ipotizzando di avere a disposizione 4 estensimetri indicarne la disposizione sull'albero e sul ponte.
5. Determinare la sensibilità del dispositivo se la tensione di alimentazione del ponte è di 5 V, il fattore di taratura degli estensimetri  $G_f=1,85\pm 0,5\%$ ,  $R_o=120\ \Omega\pm 1\%$ , coefficiente di temperatura per effetto interferente  $k_t=3,1\ 10^{-6}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ , temperatura di riferimento  $20\ ^\circ\text{C}$ , modulo elastico del materiale  $E=206\ \text{GPa}$ , modulo di Poisson  $\nu=0,3$ . Si ricorda che la deformazione superficiale  $\varepsilon$  prodotta da un momento flettente  $M_f$  si calcola con  $\varepsilon=M_f/(E W)$ , dove

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$
 è il momento di resistenza alla flessione della sezione della trave ( $D$  è il diametro esterno e  $d$  il diametro interno).

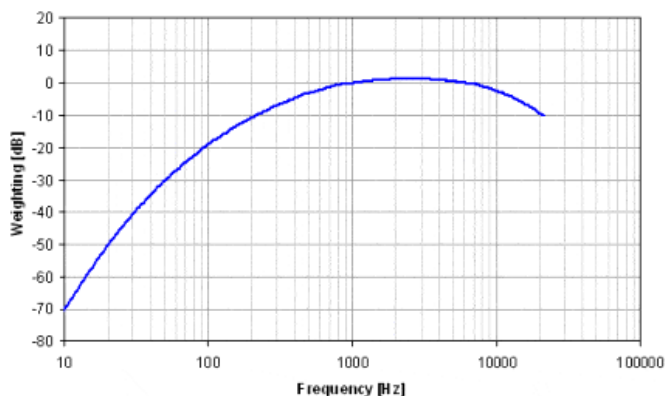
6. Il siffatto ponte fornisce uno sbilanciamento di 2 mV con la trave ad una temperatura di  $60\ ^\circ\text{C}$ , ed in presenza di un carico di compressione di 2000 N. Determinare il momento flettente agente sull'albero.

#### PROBLEMA B

Si fanno misure di suono con un microfono avente sensibilità 10 V/Pa, la cui uscita in tensione è:

$$y(t) = -2.5 \sin(500t - \pi/4) + 0.5 \cos(6000t + \pi/4) \quad [\text{in volt}]$$

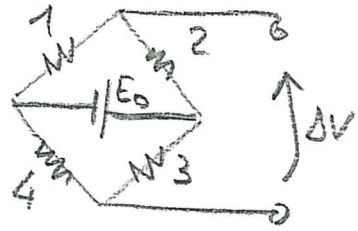
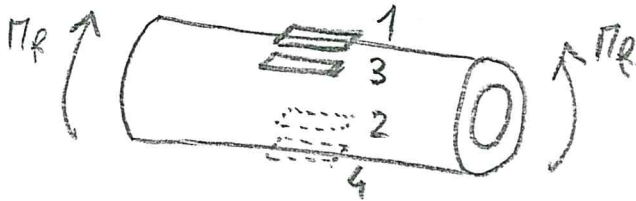
7. Disegnare lo spettro in termini di pressione sonora.
8. Calcolare il livello di pressione sonora delle componenti armoniche, ponderato secondo la curva A riportata in figura. Quale dei due suoni verrà udito maggiormente?
9. Il segnale in tensione viene acquisito tramite una scheda di acquisizione digitale; scegliere che frequenza di campionamento impostare. (giustificare)
10. Si ha il dubbio che nel suono siano presenti due armoniche con frequenze che differiscono di 3 Hz, e si vorrebbe vederle tramite una analisi dello spettro del segnale. Indicare quale parametro impostare e quanto deve valere.
11. Indipendentemente da quanto scelto sopra, indicare qual è il tempo minimo di acquisizione necessario per non commettere leakage.
12. Si esegue la FFT del segnale acquisito in volt tramite codice Matlab. Indicare che valore ci si aspetta di ottenere per l'armonica a frequenza più bassa e indicare in quale elemento del vettore si troverà (usare i parametri di acquisizione scelti alle domande 9 e 10).



*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 (5 punti, 20 min), problema B (9 punti, 40 min).*

# Problema A

4)



5)

$$S = \frac{\Delta V}{M_R} = \frac{E_0}{4} (4 G_p E_1) \cdot \frac{1}{M_R} = \frac{E_0 G_p}{E W} = 4,089812 \cdot 10^{-6} \frac{V}{Nm}$$

$$E_1 = E_3 = -E_2 = -E_4$$

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = 1,09792 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$i_{rel, S} = i_{rel, G_p} = \frac{0,5}{100} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 2,887 \cdot 10^{-3}$$

$$i_{abs, S} = 1,18 \cdot 10^{-8} \frac{V}{Nm}$$

$$S = (4,090 \pm 0,012) \cdot 10^{-6} \frac{V}{Nm} \text{ (lc 68\%)}$$

6) Azioni termiche e di carico di compressione sono compensate dalla disposizione degli estensimetri.

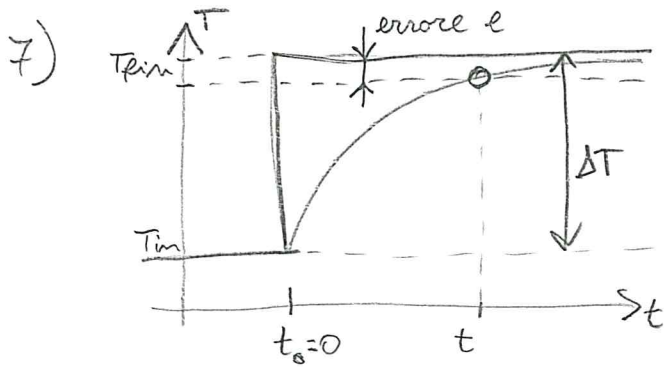
$$\Rightarrow M_p = \frac{\Delta V}{S} = 489,02 \text{ Nm}$$

$$i_{M_p, rel} = i_{S, rel}$$

$$i_{M_p, abs} = 1,41 \text{ Nm}$$

$$M_p = (489,0 \pm 1,4) \text{ Nm (lc 68\%)}$$

# Problema B (2<sup>a</sup> itinere)



$$\frac{T(t) - T_{\min}}{T_{\lim} - T_{\min}} = 1 - e^{-t/\tau}$$

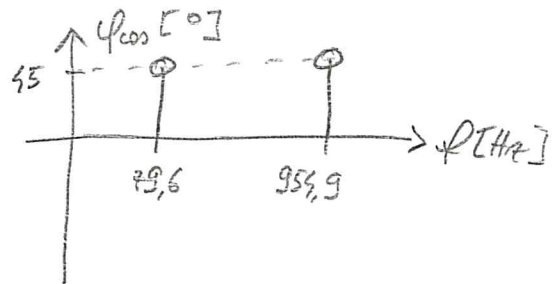
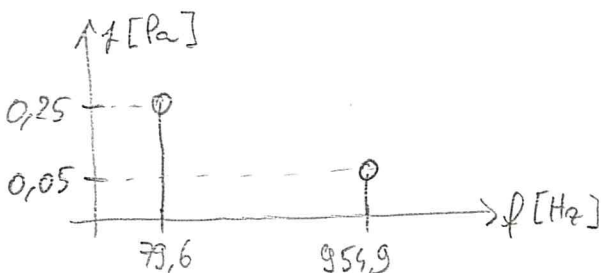
$$\Rightarrow t = -\tau \cdot \ln \left( 1 - \frac{T(t) - T_{\min}}{T_{\lim} - T_{\min}} \right) = -\tau \ln \left( \frac{T_{\lim} - T(t)}{T_{\lim} - T_{\min}} \right) =$$

$$= -\tau \ln \left( \frac{e}{\Delta T} \right) = 263,6 \text{ s}$$

# Problema B (1<sup>o</sup> appello)

7)

#	$f$ [Hz]	$A$ [V]	$\varphi_{\cos}$ [°]	$A$ [Pa]	$L_f$ [dB]	$T_{DBA}$ [dB]	$L_{fA}$ [dB]
1	79,6	2,5	+45	0,25	81,9	-24	57,9
2	954,9	0,5	+45	0,05	68,0	0	68,0



8)ponderando con la curva A, risulta più udibile l'armonica 2

9)  $f_c > 2 \cdot f_{\max} \Rightarrow f_c = 2 \text{ kHz}$

10) tempo di campionamento  $T_{\text{acq}} = \frac{1}{\Delta f} = \frac{1}{3 \text{ kHz}} = 0,333 \text{ s}$

11) Bisogna calcolare il m.c.m. dei periodi delle armoniche

$$T_{\min} = \text{mcm} \left( \frac{1}{f_1}; \frac{1}{f_2} \right) = \text{mcm} \left( \frac{2\pi}{500}; \frac{2\pi}{6000} \right) = \text{mcm} \left( \frac{12 \cdot 2\pi}{12 \cdot 500}; \frac{2\pi}{12 \cdot 500} \right) =$$

$$= \frac{\text{mcm} (12 \cdot 2\pi; 2\pi)}{500 \cdot 12} = \frac{12 \cdot 2\pi}{500 \cdot 12} = \frac{\pi}{250} = 0,01257 \text{ s}$$

12)  $N = T_{\text{acq}} \cdot f_c = 666 \text{ punti (arrotond. pari)}$

$$M_{\text{el}} = \frac{f_1}{\Delta f} + 1 = 26,53 + 1 \approx 28 \text{ (c'è la virgola)}$$

$$\text{valore} = \frac{N}{2} \cdot (A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_1 \cdot i) =$$

$$= (588,7 + 588,7 \cdot i)$$