

Cognome Nome Matricola..... Firma.....
COMPILARE E CONSEGNARE QUESTO FOGLIO, PENA ANNULLAMENTO DELL'ESAME

Appello Misure Meccaniche e Termiche

1 Settembre 2016

Parte 1

1. Dalla taratura statica di un termometro in un bagno termico si è ottenuta la retta ai minimi quadrati descritta dalla equazione riportata di seguito, dove x rappresenta la temperatura in gradi Celsius e y l'uscita in tensione del termometro, espressa in mV: $y = 10.08 x + 0.0028$, cui corrisponde uno scarto tipo di linearità 0.24 mV.
 - a) Indicare la sensibilità statica del traduttore e l'incertezza strumentale considerando che l'incertezza sulla misura della temperatura del bagno di taratura sia pari a 0.15°C con livello di confidenza 99.7%. [$u_s = 0.0554^\circ\text{C}$]
 - b) Commentare l'adeguatezza del sistema di taratura adottato.
 - c) Scrivere la misura corrispondente ad una uscita di 2.580V [$x = 255.952^\circ\text{C}$]

2. Per la misura della conducibilità termica di una piastra di materiale si utilizza la relazione $k = Q s / (A (T_2 - T_1))$. In condizioni di regime la misura di potenza è $Q = 500 \text{ mW} \pm 0.5\%$ (LC 99.7%). La piastra ha uno spessore $s = 9.82 \text{ mm}$, misurato con un calibro centesimale, e area di scambio termico A è un quadrato il cui lato misurato 30 volte con un calibro ventesimale, ha fornito un valore medio di 0.12567 m e scarto tipo di 1.2 mm. Le misure delle temperature T_1 e T_2 sono rispettivamente 20.00°C e 40.00°C ottenute con un termometro avente risoluzione 0.01 K.
 - a. Scrivere la misura della conducibilità termica con livello di confidenza del 95%.
[$k = 0.0155449 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$; $u_k = 6.0331 \cdot 10^{-5} \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (LC 68%)]
 - b. Indicare quale intervento si dovrebbe apportare al sistema di misura se si volesse migliorarne l'accuratezza.

3. Si utilizza per un sistema di misura di accelerazione un accelerometro con sensibilità $10 \text{ mV}/(\text{m}/\text{s}^2)$, campo di misura $\pm 800 \text{ m}/\text{s}^2$, linearità pari a 0.2% del fondoscala.
 - a) Determinare la risoluzione del sistema di misura sapendo che il trasduttore è accoppiato ad un convertitore analogico digitale con campo di conversione $\pm 5\text{V}$ e numero di bit pari a 14;
[$RIS_{AD} = 0.000610352 \text{ V}$]
 - b) Valutare il valore massimo di accelerazione misurabile con la catena di misura a disposizione e l'incertezza relativa della corrispondente misura.
[$a_{\max} = 500 \text{ m}/\text{s}^2$; $u_{a_{\max}}/a_{\max} = 0.1848\%$]
 - c) Se il sistema di misura viene utilizzato per la misura di un segnale di vibrazione composto da componenti armoniche a 15, 31 e 120 Hz. Identificare i parametri di campionamento da utilizzarsi per ricavare in modo corretto lo spettro del segnale di vibrazione, sapendo che la frequenza può essere impostata sui valori delle potenze di 2;
[$f_c = 256 \text{ Hz}$; $df = 1 \text{ Hz}$]
 - d) Dalla FFT (eseguita con Matlab) di un segnale di accelerazione, acquisito con i parametri di campionamento definiti al punto precedente, si rileva che il 25° elemento del vettore risultante è pari a $0.35 + 0.75i$. Quanto valgono la frequenza, l'ampiezza e la fase della vibrazione corrispondenti a tale componente?
[$\text{modulo} = 0.8276$; $\text{fase} = 64.98^\circ$; $f = 24 \text{ Hz}$]

4. Errori di deriva, in cosa consistono e come si quantificano.
5. Errore di inserzione, in cosa consiste, come si quantifica con un esempio per le misure di corrente elettrica.

Cognome Nome Matricola..... Firma.....
COMPILARE E CONSEGNARE QUESTO FOGLIO, PENA ANNULLAMENTO DELL'ESAME

Appello Misure Meccaniche e Termiche
1 Settembre 2016

Parte 2

1. Un accelerometro piezoresistivo ha rapporto di smorzamento, $h=0.5\%$ e frequenza propria, $f_n=4.5$ kHz, sensibilità statica $10\text{mV}/(\text{m}/\text{s}^2)$;
 - a) Tracciarne il diagramma di Bode
 - b) Determinare la banda passante a 0.5 dB e verificare se l'errore di fase in tale banda si mantiene inferiore a 5° [$f_1=6274.1651$ Hz $f_2=1064.3436$ Hz]
 - c) Se si misura in uscita dal trasduttore il segnale $y = \cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ V, scrivere l'accelerazione in ingresso corrispondente. [$A_{\text{ingresso}}=100$ m/s²; $\phi=11.0472$ rad]
2. Viene posto a valle dell'accelerometro dell'esercizio precedente, un filtro passa basso del primo ordine con costante di tempo $\tau=0.1$ ms.
 - a) Determinare la frequenza a cui si ottiene un'attenuazione del filtro di almeno 60 dB [$f=1591548.6$ Hz]
 - b) Valutare modulo e fase della catena in corrispondenza dell'estremo della banda passante determinata nell'esercizio precedente [modulo=0.831251; $\phi=-0.589441$ rad]
 - c) (*Facoltativo*) Determinare la costante di tempo del filtro che consentirebbe di mantenere la banda passante a 0.5 dB della catena inalterata rispetto al solo accelerometro. [$\tau=7.609E-05$ ms]
3. Si vuole realizzare un dinamometro utilizzando come elemento elastico una trave a sezione quadrata incastrata ad un estremo (lunghezza 100 mm, larghezza 12 mm, altezza 20 mm in lega di alluminio $E=70$ GPa, $\nu=0.3$) volendo misurare forze applicate all'estremo libero ortogonali all'asse della trave e nel piano che contiene l'altezza della sezione della trave. Per la misura di deformazione si hanno a disposizione degli estensimetri a resistenza elettrica ($G_f=1.98 \pm 0.5\%$, $K_i=0.1$ $\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$, $\beta=10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$, $R_o=350$ $\Omega \pm 0.1\%$.)
 - a) Scegliere il numero di estensimetri che si intende utilizzare e indicarne la posizione sulla trave e nel ponte di misura, discutendo le possibili configurazioni e motivando la scelta di quella adottata.
 - b) Determinare la sensibilità del dinamometro sapendo che il ponte di Wheatstone è alimentato con un generatore di tensione a 2.5 V avente una stabilità pari allo 0.2% del valore impostato. [$S=8.83929E-06$ V/N]
 - c) Si introduce un amplificatore nella catena di misura con guadagno pari a 1500 ± 10 . Determinare lo sbilanciamento del ponte nel caso in cui si carichi il dinamometro con una forza di 200 N e l'ambiente di misura si trovi ad una temperatura di 60 $^\circ\text{C}$ quando la temperatura di riferimento sia 20 $^\circ\text{C}$ [$V_u=2.66$ V; $u_{V_u}=1.32E-02$ V]
4. Caratteristiche dei trasduttori di spostamento a correnti parassite.
5. Sensori infrarossi di tipo termico, caratteristiche positive e limiti.