

n° di matricola:

18 - 2 - 2016

Cognome e Nome:

Biosensori – 3° appello invernale 2015/2016

Modalità d'esame:

Non è possibile consultare né libri di testo né appunti.

La durata della prova è di 120 minuti.

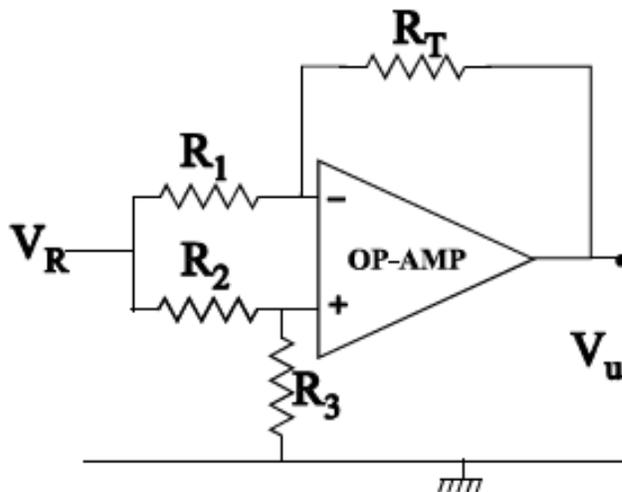
L'ammissione all'orale prevede un punteggio minimo di 18.

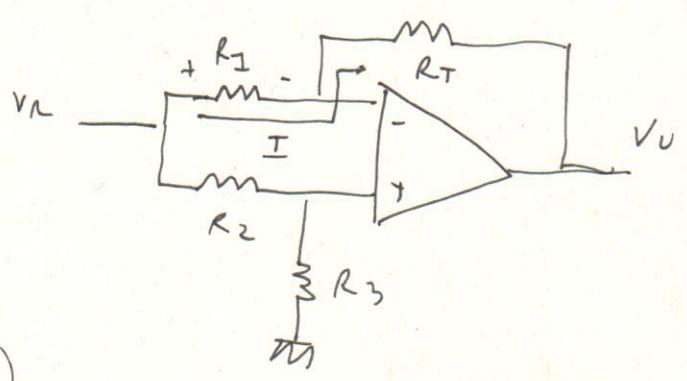
ESERCIZI

Esercizio 1

Il circuito riportato nella figura sottostante è utilizzato per realizzare un sistema lineare per misura della temperatura corporea avente errore di linearità nullo a 37°C. R_T è un termistore avente le seguenti caratteristiche: $R(T_0)=500 \text{ Ohm}$, $T_0 = 20^\circ\text{C}$ e $B=4500 \text{ K}$. Sapendo che $R_3= 1\text{k}\Omega$ e $R_2= 1\text{k}\Omega$,

- Si dimensiona il circuito per rispettare le seguenti specifiche: $V_u(37^\circ\text{C})=0.25\text{V}$, costante di taratura pari a $20 \text{ }^\circ\text{C}/\text{V}$ (*Richiesta la risoluzione del circuito*)
[punteggio: 6]
- Si determini il massimo errore (in valore assoluto) di linearità nell'intervallo $[32-42]^\circ\text{C}$ [punteggio: 5]
- Considerando la resistenza termica tra sensore e corpo pari a 50 K/W , si determini l'errore di auto-riscaldamento del termistore quando il corpo sotto esame ha temperatura pari a 38°C . Determinare inoltre la temperatura misurata dal sistema [punteggio: 4]





$c = 20^{\circ}\text{C}/\text{V} \Rightarrow S = 0.05 \text{ V}/\% \text{C}$
 $V_U(37^{\circ}\text{C}) = 0.25 \text{ V}$

1) ERRORE NULO $T_S = 37^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ LINEARIZZAZIONE IL TERNISTORU
 ATTORNO ALLA $T_A = 37^{\circ}\text{C}$

$$R_L(T_S) = R_A \left(1 + \text{TCR}_A (T_S - T_A) \right)$$

$\uparrow 37^{\circ}\text{C}$

$$\left[- \frac{\rho}{(273+37)^2} = -0.0468 \text{ K}^{-1} (\text{C}^{-1}) \right]$$

$$R_0 e^{\left(\rho \left(\frac{1}{(273+37)} - \frac{1}{(273+60)} \right) \right)} = 215.37 \Omega$$

~~$V_U(37^{\circ}\text{C}) = 0.25 \text{ V}$~~

$$I = \left(V_N - V_U \frac{R_3}{R_2+R_3} \right) \frac{1}{R_1} = \frac{V_N}{R_1} \left(\frac{R_2+R_3 - R_3}{R_2+R_3} \right) = \frac{V_N}{R_1} \left(\frac{R_2}{R_2+R_3} \right)$$

$$V_U = V^- - R_T I = V^+ - R_T I = V_N \frac{R_3}{R_2+R_3} - R_T I =$$

$$= \frac{V_N}{R_1} \frac{R_2}{R_2+R_3} \frac{R_2 R_3}{R_2} - R_T I = I \left(\frac{R_2 R_3}{R_2} - R_T \right) \quad R_3 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$V_U = I (R_1 - R_T) \rightarrow$ FUNZIONE NON LINEARE
 di $T_S!$

STRUMENTO LIN. SI OTTIENE SOSTITUENDO $R_T \rightarrow R_L(T_S)$

$S = 0.05 \text{ V}/\% \text{C} \quad S = -I \cdot \text{TCR}_A R_A \quad I = - \frac{S}{\text{TCR}_A R_A} = 5 \text{ mA}$

$0.25 = 5 I (R_1 - R_T) \quad R_1 = \frac{0.25}{I} + R_T(37) = 50 + 215.37 = 265.37 \Omega$

$$R_1 = 265.37 \Omega$$

$$I = \frac{V_R}{2R_1} = 5 \text{ mA}$$

$$V_R = 5 \text{ mA} \cdot 2R_1 = 2.65 \text{ V} \quad (2)$$

$$V_U = I(R_1 - R_T) \Rightarrow V_U(37) = 5 \text{ mA} \left(\frac{265.37}{265.37} - 215.37 \right) = 50 \cdot 5 \text{ mA} = 0.25 \text{ V}$$

2) MASSIMO ERRORE

$$|E| = \left| \frac{\Delta V}{S} \right| \Rightarrow \text{massimo per } 32^\circ\text{C e } 42^\circ\text{C}$$

$$\left| \frac{\Delta R}{T \cdot R_0} \right|$$

$$\Delta R(32) = 273.24 - 265.77 = 7.47 \Omega \rightarrow \text{MAX ERRORE}$$

$$\Delta R(42) = 171 - 164.97 = 6.03 \Omega$$

$$|E|_{\text{max}} = \frac{7.47}{T \cdot R_0} = 0.74 \text{ C}$$

3) AUTORISCALDAMENTO

$$\Delta T = \frac{R_T^{XS} R_T(38) I^2}{1 - TCR(38) R_T(38) I^2} = 0.25^\circ\text{C}$$

$$1 - TCR(38) R_T(38) I^2$$

$$R_T(38) = 205.55 \Omega$$

$$TCR(38) = 0.0465 \text{ K}^{-1}$$

Per la temperatura misurata, stesso calcolo del punto precedente (utilizzando l'approssimazione lineare attorno a 37°C), valutare l'errore $= |\Delta R|/|S|$ alla T_s del sensore autoriscaldato. Poi scrivere $T_{\text{misurata}} = T_s - \text{errore}$.