

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.

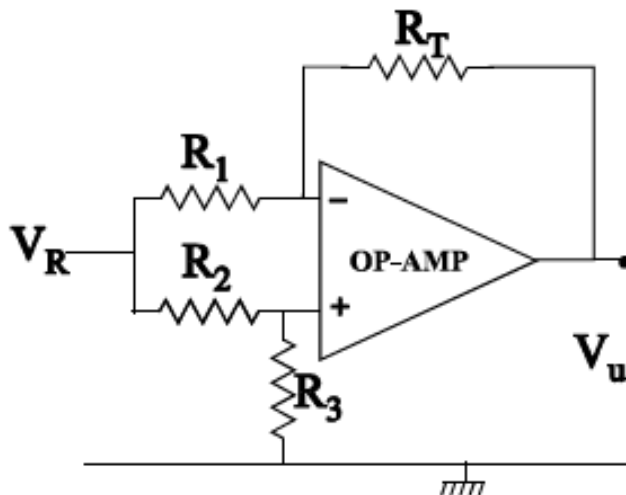
L'ammissione all'orale prevede un punteggio minimo di 18.

## **ESERCIZI**

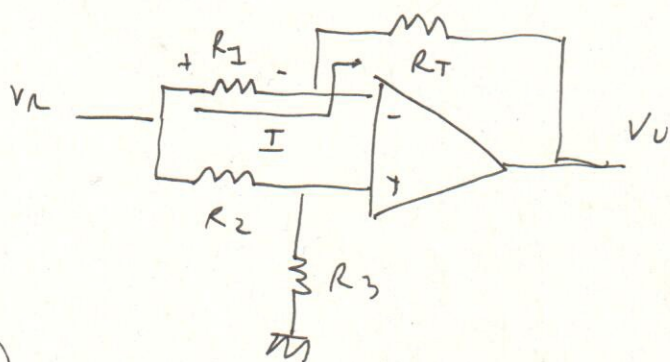
### **Esercizio 1**

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 dimensioni il circuito per rispettare le seguenti specifiche:  $V_u(37^\circ\text{C})=0.25\text{V}$ , costante di taratura pari a  $20\text{ }^\circ\text{C/V}$  (*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  $50\text{ K/W}$ , si determini l'errore di auto-riscaldamento del termistore quando il corpo sotto esame ha temperatura pari a  $38^\circ\text{C}$ . Determinare inoltre la temperatura misurata dal sistema **[punteggio: 4]**



(1)



$$c = 20^\circ\text{C}/\text{V} \Rightarrow S = 0.05 \text{ V}/^\circ\text{C}$$

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

1)

ERRORE NULO  $T_S = 37^\circ\text{C} \Rightarrow$  LINEARIZZAZIONE TERNISTORU  
ATTORNO A  $T_A = 37^\circ\text{C}$

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

$$\text{TCR}_A = - \frac{\rho}{(273 + 37)^2} = -0.0468 \text{ K}^{-1} (^\circ\text{C}^{-1})$$

$$R_L(T_S) = R_A \exp \left( \rho \left( \frac{1}{(273 + 37)} - \frac{1}{(273 + 60)} \right) \right) = 215.37 \Omega$$

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

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

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

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

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

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

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

$$0.25 = I (R_1 - R_T)$$

$$R_1 = \frac{0.25}{I} + R_T(37^\circ\text{C}) = 50 + 215.37 = 265.37 \Omega$$

$$R_1 = 265.37 \Omega$$

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

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

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

2) Massimo errore

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

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

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

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

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

3) AUTONISCALDAMENTO

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

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

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

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