

Biosensori – Primo Estivo 2018/19

Cognome e Nome:

n° di matricola:

11- 06 – 2019

La durata della prova è di 120 minuti. Non è possibile consultare né libri di testo né appunti.

E' consentito soltanto l'uso della calcolatrice

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

NON SARANNO CORRETTE PARTI DI COMPITO SCRITTE A MATITA

L'orale si terrà Venerdì 14 Giugno alle 14.00 in A26

Esercizio 1

Si vuole realizzare un sistema di misura di pH basato su elettrodo a vetro

- A. Descrivere lo schema di funzionamento del ph-metro, riportare le tensioni di elettrodo e la relativa tensione di uscita (VAB) in funzione del pH **[punteggio: 3]**
- B. Progettare e dimensionare un circuito di lettura in grado di soddisfare le seguenti specifiche (**richiesta la risoluzione del circuito, riportare i collegamenti tra cella elettrochimica e circuito di lettura, giustificare il collegamento e determinare i valori dei componenti**) :
 - 1) Uscita -12.065V per soluzione con pH neutro
 - 2) Sensibilità -0.295 V/pH**[punteggio: 5]**
- C. Determinare la curva di taratura e disegnarla nel range di misura pH [5;9]. Supponendo un errore di taratura pari a 1% (in termini ridotti su un fondo scala di 10 pH) determinare il misurando quando l'uscita dello strumento vale -11.77V **[punteggio 4]**.
- D. Descrivere lo schema di principio e il principio di funzionamento di un biosensore catalitico amperometrico **[punteggio 3]**.

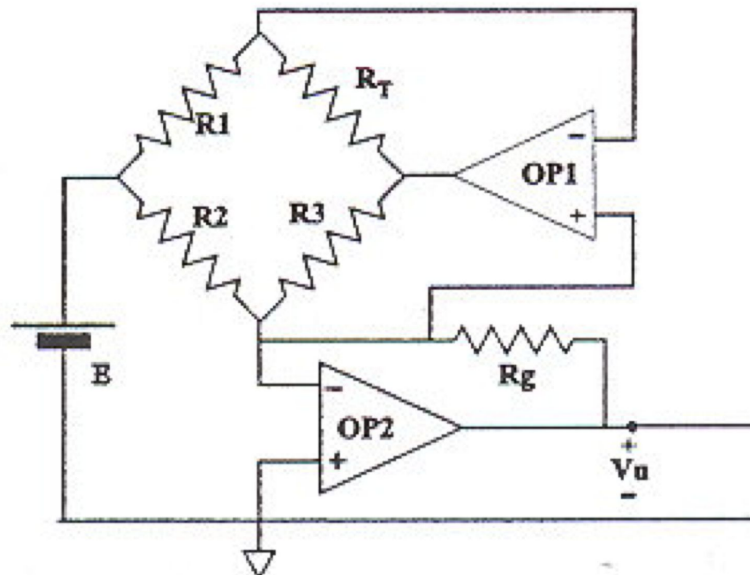
Nota=E0 elettrodo a vetro = 0.059V

Esercizio 2

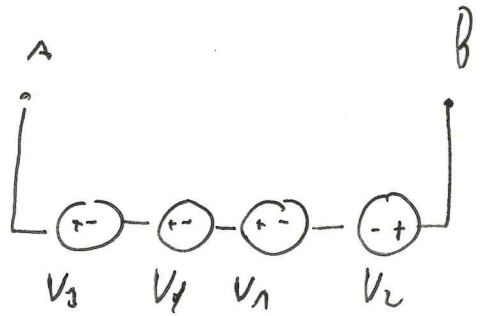
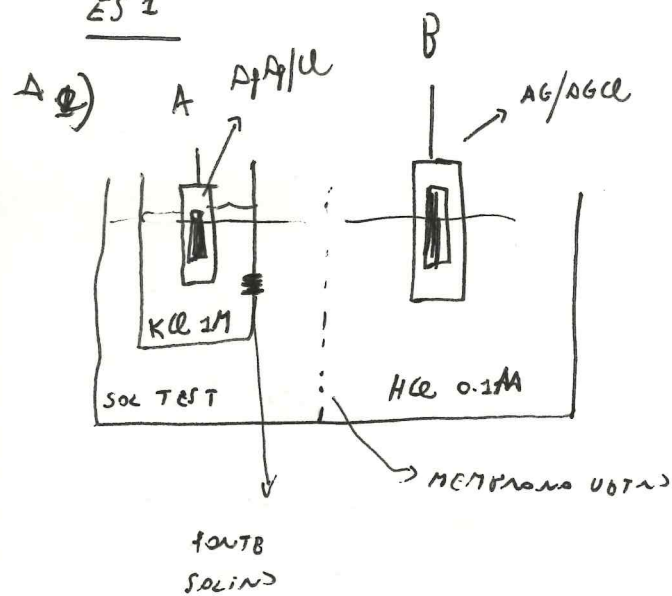
Con riferimento alla figura, R_1 e R_2 valgono $1\text{ k}\Omega$, $R_3=100\text{ }\Omega$, $R_g = 100\text{ k}\Omega$. R_T è uno strain-gage non ideale (fattore di Gage 2, valore di resistenza a deformazione nulla pari a $100\text{ }\Omega$ per $T=20\text{ }^\circ\text{C}$, TCR pari a $3\cdot 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$), $E=2.5\text{ V}$ e gli amplificatori OP1 e OP2 sono ideali.

- Se l'uscita dello strumento è pari a 0.5 V e la temperatura è pari a $25\text{ }^\circ\text{C}$: determinare la deformazione misurata (in unità di $\mu\epsilon$) e l'errore di misura. (Richiesta la risoluzione del circuito) **[punteggio: 5]**
- Considerando il sistema di figura come uno strumento lineare per la misura della deformazione: determinare la costante di taratura e disegnare la curva di taratura nel range di misura $[0; 1500\text{ }\mu\epsilon]$. **[punteggio: 2]**
- Determinare il range di temperatura per il quale l'errore di misura (in valore assoluto) è superiore a $20\text{ }\mu\epsilon$. Per compensare l'errore di misura determinare un opportuno dummy gage e indicarne il montaggio sul circuito riportato in figura **[punteggio: 4]**.
- Ricavare la relazione che lega la corrente di elettrodo al sovrapotenziale dovuto al trasferimento elettronico. In funzione della relazione trovata, discutere e graficare un caso di comportamento da elettrodo non polarizzabile ideale e un caso di polarizzabile ideale. **[punteggio: 4]**

Suggerimento: si trascuri nel calcolo il termine $(GF \cdot \epsilon \cdot TCR \cdot T)$



ES 1



$$V_{AB} = V_1 + V_p + V_1 - V_2 \quad V_p \rightarrow \text{Transmembrane}$$

$$V_1 = 0.22 - 0.0256 \ln([Cl^-]) = 0.22V$$

$$V_2 = 0.22 - 0.0256 \ln(0.1) = 0.22V + 0.059V$$

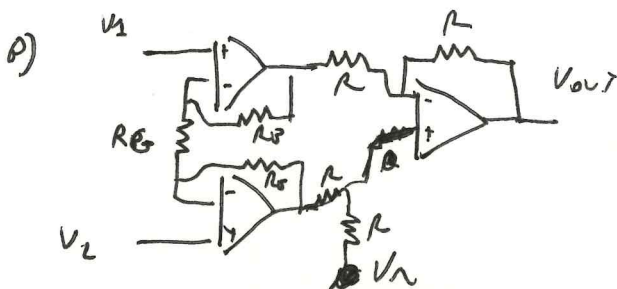
$-0.059V$

$$V_1 = \underbrace{\frac{-RT}{F} \ln(0.1)}_{E_0} - 0.059 pH$$

$$V_{AB} = 0.22V + 0.059V - 0.059 pH - 0.22V - 0.059V$$

$$V_{AB} = -0.059 pH$$

ANALOGUE CIRCUITO \rightarrow NEW VERSION



$$V_{out} = A (V_2 - V_1) + V_{ref}$$

$$A = 1 + \frac{2R_4}{R_5}$$

SPECIFICHE

$$pH = 7 \rightarrow V_{out} = 0 \text{ ~~12.065~~ } - 12.065V$$

$$S = -0.0295 V/pH$$

$$NOTA \ S < 0 \Rightarrow \begin{matrix} V_1 \rightarrow V_P \\ V_2 \rightarrow V_N \end{matrix}$$

$$V_{out} = A(V_2 - V_1) + V_N = AV_{NP} + V_N = -A \cdot 0.059 pH + V_N$$

$$S = -A \cdot 0.059 pH = -0.0295$$

$$A = \frac{0.0295}{0.059} = 5$$

$$-12.065 = -0.0295 \text{ pH} + V_N$$

$$V_N = -12.065 + 7 \cdot 0.0295 = -10V$$

$$A = 5$$

$$V_N = -10V$$

$$\begin{matrix} R_G = 1K\Omega \\ R_P = 2K\Omega \end{matrix}$$

$$A = 1 + 2 \frac{R_P}{R_G}$$

$$R_G = 1K\Omega$$

$$R_P = \frac{4}{2} R_G = 2K\Omega$$

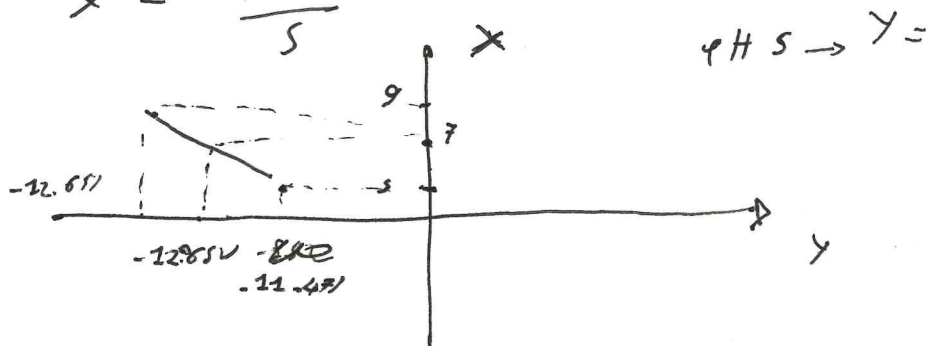
c)

$$S = 0.0295 V/pH$$

$$V_{out} = S \cdot pH + V_N$$

$$Y = S \cdot X + 0 \quad 0 = -10V$$

$$\Rightarrow X = \frac{Y - 0}{S} \rightarrow \text{CURVA TOROIDS}$$



$$Y = -11.77 V$$

$$X = \frac{Y - 0}{5} = 6$$

$$\Delta H = 6 \pm \epsilon/2 = 6 \pm 0.1$$

$$\epsilon = 0.01 \cdot 10 = 0.1$$

ESENCILLO 2

*) RESOLUZIONE CIRCUITO \rightarrow ESERCIZIO

$$V_U = \frac{R_G}{R_2} E \left(\frac{R_T}{R_3} - 1 \right)$$

$$R_T = R_0 (1 + GFE) (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\alpha = 3 \cdot 10^{-5} C^{-1} \quad \Delta T = T - 20^\circ C$$

||

SE

~~SE~~ ESERCIZIO

$$V_U = 100 \cdot \left(\frac{R_0}{R_3} \left(1 + \alpha \Delta T + GFE + \cancel{GF \alpha \Delta T} \right) \right) =$$

$$= 100 \cdot \left(GFE + \alpha \Delta T \right) = 5E + 5 \frac{\alpha}{GF} \Delta T$$

$$5 = 100 \cdot GF = 500 V/E$$

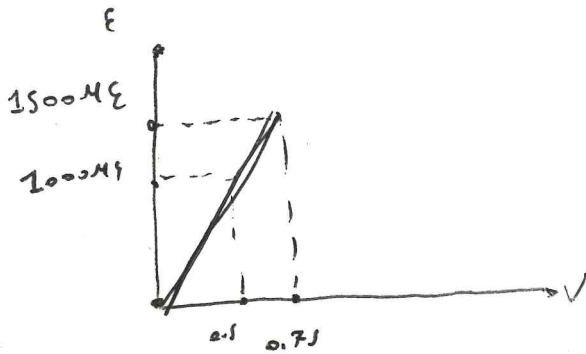
$$\epsilon_{risultato} = \frac{0.5 V}{5} = 0.001 = 10^{-3} \cdot 10^6 \mu f = 10^3 \mu f$$

$$\epsilon_{risultato} = \frac{\Delta V}{5} = \frac{5 \alpha / GF \Delta T}{5} = \frac{\alpha}{GF} \Delta T = 0.10^{-5} = 0.1 \mu f$$

$$\Delta T = 25 - 20^\circ C = 5^\circ C = 5 \cdot 10^{-5}$$

8)

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 0.002 \text{ V}^{-1}$$



$$V_0(1500 \mu\text{F}) = 500 \cdot 1500 \cdot 10^{-6}$$

0.75 V ✓

c)

$$|E| = \frac{\alpha}{GF} |\Delta T| > 20 \mu\text{V}$$

$$|\Delta T| > 20 \cdot 10^{-6} \frac{26^\circ\text{F}}{\alpha} = 1.33^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \boxed{T < 18.67^\circ\text{C} \cup T > 21.33^\circ\text{C}}$$