

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**].

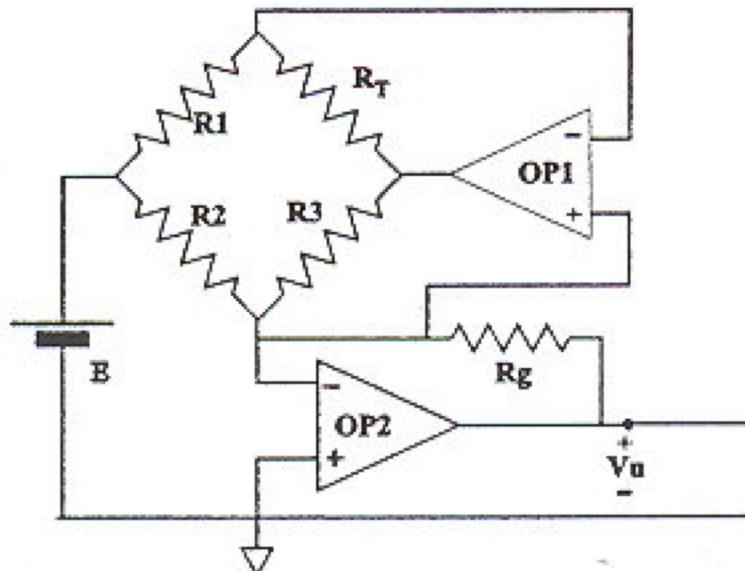
Nota=E0 elettrodo a vetro = 0.059V

Esercizio 2

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

- Se l'uscita dello strumento è pari a 0.5V e la temperatura è pari a $25\ ^\circ\text{C}$: 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 $[0; 1500\ \mu\epsilon]$. **[punteggio: 2]**
- Determinare il range di temperatura per il quale l'errore di misura (in valore assoluto) è superiore a $20\ \mu\epsilon$. 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 $(GF \cdot \epsilon \cdot TCR \cdot T)$



SPZIFICHE

$pH = 7 \rightarrow V_{out} = 0 \text{ ~~11.02~~ } - 12.065V$

$S = -0.0295 \text{ V/pH}$

NOTA $S < 0 \Rightarrow$
 $V_1 \rightarrow V_p$
 $V_2 \rightarrow V_n$

$V_{out} = A(V_2 - V_1) + V_n = A V_{np} + V_n = -A \cdot 0.059 \text{ pH} + V_n$

$S = -A \cdot 0.059 \text{ pH} = -0.0295$

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

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

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

$A = 5$

$V_n = -10V$

$R_G = 1 \text{ k}\Omega$
 $R_D = 2 \text{ k}\Omega$

$R_G = 1 \text{ k}\Omega$

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

$R_D = \frac{A-1}{2} R_G = 2 \text{ k}\Omega$

c)

$S = 0.0295 \text{ V/pH}$

$V_{out} = S \text{ pH} + V_n$

$Y = S X + 0$

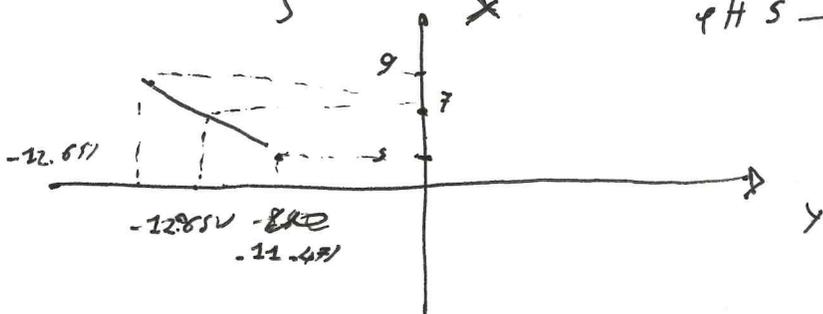
$0 = -10V$

\Rightarrow

$X = \frac{Y - 0}{S}$

→ CURVA TONOTUS

$pH \text{ S} \rightarrow Y =$



$$Y = -11.77 \text{ V}$$

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

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

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

ESENCILLO 2

*) RISOLUZIONE CIRCUITO → LEZ 1200

$$V_U = \frac{R_6}{R_2} \epsilon \left(\frac{R_T}{R_3} - 1 \right)$$

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

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

$$\parallel$$
$$5 \epsilon$$

~~822 1000~~

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

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

$$5 = 100 \cdot GF = 1000 \text{ V}/\epsilon$$

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

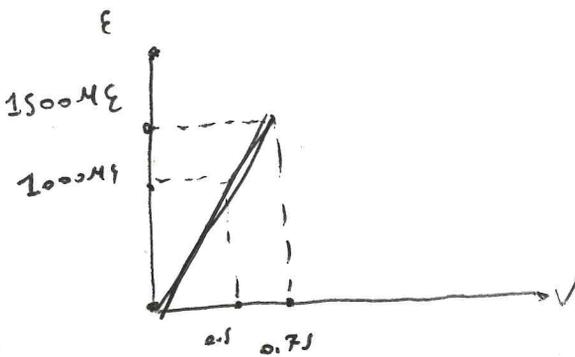
$$\epsilon_{\text{errore}} = \frac{\Delta V}{5} = \frac{5 \alpha / GF \Delta T}{5} = \frac{\alpha}{GF} \Delta T = 0.10^{-5} = 0.1 \mu\text{f}$$

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

b)

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

$$U_0(1500 \mu\text{F}) = 500 \cdot 1500 \cdot 10^{-6} = 0.75 \text{ V}$$



c)

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

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

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