

n° di matricola:

27 - 07 - 2016

Cognome e Nome:

Biosensori – 3° appello estivo 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 18/30.

L'orale si terrà **Venerdì 29 Luglio (Aula A23) a partire dalle 9.00**, altrimenti potrà essere sostenuto nell'Appello di Settembre.

ESERCIZI

Esercizio 1

Si intende utilizzare una cella elettrochimica ad Antimonio per la misura del pH. Il potenziale standard dell'antimonio vale +0,152V e la temperatura di esercizio è di 25°C.

Riportare lo schema della cella elettrochimica, la reazione che avviene all'elettrodo Antimonio/Ossido di Antimonio, e le relazioni che permettono di determinare la differenza di potenziale misurata ai capi dello strumento (V_{ab}) in funzione del pH.

[punteggio 6]

Determinare la concentrazione di KCL presente nell'elettrodo di riferimento in modo tale da avere una curva di taratura con le seguenti caratteristiche: **sensibilità 0.33 V/pH e uscita pari a 4.31V per pH=7**. Sapendo che il circuito di lettura fornisce una **$V_r = +0.5 V$** , riportare lo schema del circuito usato, i collegamenti tra cella elettrochimica e circuito di lettura, e i valori delle resistenze R_g e R_B . **[punteggio 9]**

Nota: costante dei gas $R=8.314472 [J K^{-1}mol^{-1}]$, costante di Faraday $F=9.648534 \times 10^4 [C mol^{-1}]$.

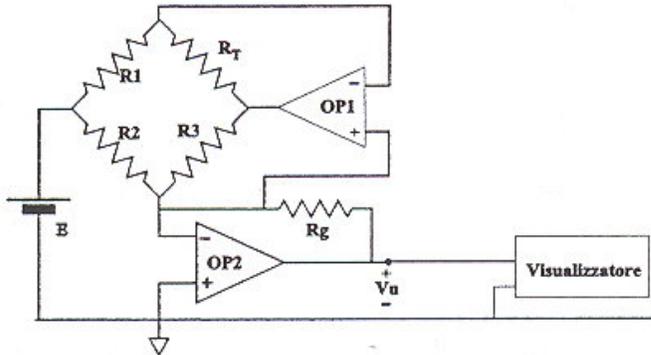
n° di matricola:

27 - 07 - 2016

Cognome e Nome:

Biosensori – 3° appello estivo 2015/2016

Esercizio 2



Con riferimento alla figura, R_1 e R_2 valgono $1\text{k}\ \Omega$, $R_3=100\ \Omega$, $R_g = 200\ \text{k}\Omega$. R_T è uno strain-gage con TCR nullo, fattore di Gage 3 e un valore di resistenza a deformazione nulla pari a $100\ \Omega$. $E=5\text{V}$ e gli amplificatori OP1 e OP2 sono ideali.

- 1) Determinare la deformazione misurata quando l'uscita dello strumento è pari a 0.3V . (Richiesta la risoluzione del circuito) [punteggio: 5]
- 2) Considerando il sistema di figura come uno strumento lineare per la misura della deformazione, si disegni la curva di taratura nel range di misura $[-500 ; 500\ \mu\epsilon]$. Determinare la sensibilità dello strumento. [punteggio: 5]
- 3) Lo strain gage R_T viene sostituito con un secondo strain gage R_{T1} avente stesso fattore di gage del precedente. R_{T1} ha un TCR di $2 \cdot 10^{-5}\ \text{°C}^{-1}$ e resistenza di $100\ \Omega$ per $T=25\ \text{°C}$ a deformazione nulla. Determinare l'intervallo di temperature in cui l'errore di misura è inferiore a $20\ \mu\epsilon$ [punteggio: 5].

Suggerimento: nel punto 3, si trascuri nel calcolo il termine $(GF \cdot \epsilon \cdot TCR \cdot T)$

close all
clear all

Esercizio 1 3° Appello Esame estivo 2016

Riportare la reazione che avviene all'elettrodo Antimonio/Ossido di Antimonio, e le relazioni che permettono di determinare la differenza di potenziale misurata ai capi dello strumento (V_{ab}) con il pH. [punteggio 6]

```
%Ea= 0.152-0.059*pH;  
%Eb= 0.22-0.0256*ln(Cl);
```

Determinare la concentrazione di KCL presente nell'elettrodo di riferimento

in modo tale da avere una curva di taratura con le seguenti caratteristiche: sensibilità 0.33 V/pH e uscita pari a $V_o=4.31V$ per $pH=7$. Sapendo che il circuito di lettura fornisce una $V_r = +0.5 V$, riportare lo schema del circuito usato, i collegamenti tra cella elettrochimica e circuito di lettura, e i valori delle resistenze R_g e R_B .

```
%definizioni variabili
```

```
S=0.33
```

```
Vo=4.31
```

```
Vr=0.5
```

```
%Vab=Eant-Eag/agCl
```

```
%Vab=0.152-0.059*pH - 0.22 +0.0256*ln(Cl);
```

```
%Vab= Eo - 0.059*pH + 0.0256*ln(Cl);
```

```
% Vo=A(Vab)+Vr;
```

```
% Vo=A(Eo - 0.059*pH + 0.0256*ln(Cl))+Vr;
```

```
% Vo=A*Eo-A*0.059*pH+A*0.0256*ln(CL)+Vr;
```

```
% Vo=S*pH+off
```

```
%Vab=Ea-Eb --> Devo invertire i collegamenti perch? la relazione ha costante di ta
```

```
%Vba=-Vab=Eb-Ea --> ottengo relazione con pH positivo
```

```
% Vo=A(Eo + 0.059*pH - 0.0256*ln(Cl))+Vr;
```

```
% Vo=A*Eo+A*0.059*pH-A*0.0256*ln(CL)+Vr;
```

```
% S*pH=A*0.059*pH
```

```
Eo=0.22-0.152
```

```
A=S/0.059
```

```
pH=7;  
  
% A*0.0256*ln(CL)=A*Eo+A*0.059*pH+Vr-Vo ;  
x_ln=(A*Eo+A*0.059*pH+Vr-Vo)/(A*0.0256)  
x=exp(x_ln)  
  
S =  
    0.3300  
  
Vo =  
    4.3100  
  
Vr =  
    0.5000  
  
Eo =  
    0.0680  
  
A =  
    5.5932  
  
x_ln =  
   -7.8196  
  
x =  
    4.0178e-04
```

Published with MATLAB® R2013b

ESERCIZIO 1

1) RISOLUZIONE CIRCUITO CONE A CEZIANO

$$V_U = \frac{R_G}{R_1} E \left(\frac{R_1}{R_3} - 1 \right) = \frac{R_G}{R_1} E \left(\frac{R_0(1+GFE)}{R_3} - 1 \right) = \frac{R_G}{R_1} E GFE$$

$$\frac{R_G}{R_1} E GFE \rightarrow \text{SENSIBILITA'} \rightarrow S = 3000 \text{ V}$$

IN ALTERNATIVA

$$\frac{3000 \text{ V}}{10^6 \text{ ME}} \rightarrow 3 \cdot 10^{-3} \text{ V/ME}$$

$$\frac{R_G}{R_1} = 200$$

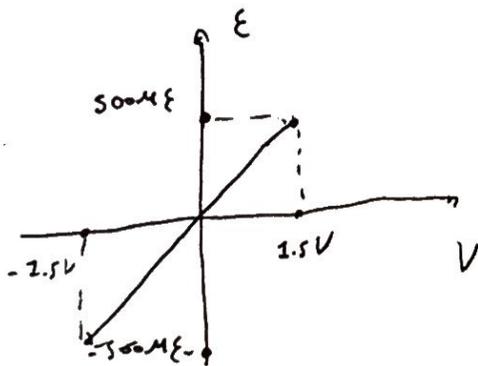
$$V_U = S E$$

$$0.3 \text{ V} = S E$$

$$E = \frac{0.3 \text{ V}}{S} = \frac{0.3 \text{ V}}{3000 \text{ V}} = \frac{3 \cdot 10^{-1}}{3 \cdot 10^3} = 10^{-4}$$

$$E = 10^{-4} \quad (100 \mu\text{E})$$

2)



$$V_U (\pm 500 \mu\text{E}) = \pm S \cdot 500 \cdot 10^{-6} = \pm 3 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} = \pm 15 \cdot 10^{-1} = \pm 1.5 \text{ V}$$

SENSIBILITA'

$$3) R_{T1} = R_0 (1+GFE) (1 + \tau_{CL} \frac{(T - T_0)}{\Delta T}) = R_0 (1+GFE) (1 + \tau_{CL} \Delta T)$$

$$|E| = \left| \frac{\Delta V}{S} \right| \quad V_U' = \frac{R_G}{R_1} E \left(\frac{R_0 (1+GFE) (1 + \tau_{CL} \Delta T)}{R_3} - 1 \right)$$

$$W' = \frac{R_G}{R_1} E \left(1 + \tau_{CL} \Delta T + GFE + \underbrace{GFE \cdot \tau_{CL} \cdot \Delta T}_{\text{TRANSCURSIVE}} - 1 \right) \rightarrow \text{VEVI SUGGERIMENTI}$$

$$\Delta V = W' - W = \frac{R_G}{R_1} E \tau_{CL} \Delta T \quad S = \frac{R_G}{R_1} E GFE$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V}{S} = \frac{\tau_{CL} \Delta T}{GF} \quad |E| = \frac{\tau_{CL} |\Delta T|}{GF} < 20^{\mu\text{E}}$$

$$|\Delta T| < \frac{GF}{\tau_{CL}} 20 \cdot 10^{-6} = \frac{3 \cdot 20 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^5} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$|T - T_0| < 3 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T \in [22; 25]$