

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

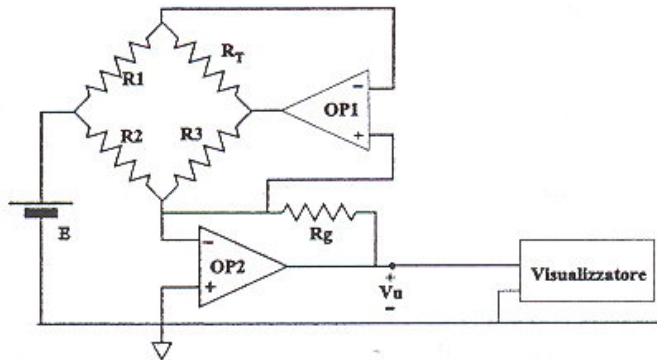
n° di matricola:

27 - 07 - 2016

Cognome e Nome:

Biosensori – 3° appello estivo 2015/2016

Esercizio 2



Con riferimento alla figura, R_1 e R_2 valgono 1k Ohm, $R_3=100$ Ohm, $R_g = 200$ KOhm. R_T è uno strain-gage con TCR nullo, fattore di Gage 3 e un valore di resistenza a deformazione nulla pari a 100 Ohm. $E=5V$ 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 $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e resistenza di 100 Ohm per $T=25 \text{ } ^\circ\text{C}$ 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 $V_r=+0.5V$, 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

ESENCIPIO 1

1) RISOLUZIONE CIRCUITO CONE A CEZIO

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

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

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

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

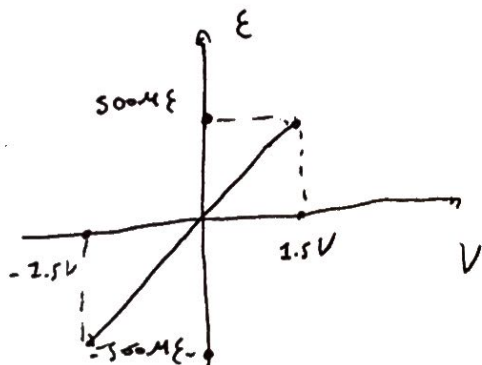
$$V_U = S E$$

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

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

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

2)



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

$$3) R_{T1} = R_0 (1+GFE) (1 + TCR \Delta T) = R_0 (1+GFE) (1 + TCR \Delta T)$$

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

$$V_U' = \frac{R_G}{R_1} E \left(1 + TCR \Delta T + GFE + \underbrace{GFE \cdot TCR \cdot \Delta T}_{\text{TRANSCURSIVE}} - 1 \right) \rightarrow \text{vedi suggerimento}$$

$$\Delta V = V_U' - V_U = \frac{R_G}{R_1} E TCR \Delta T \quad S = \frac{R_G}{R_1} E GFE$$

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

$$|\Delta T| < \frac{GF}{TCR} 20 \cdot 10^{-6} = \frac{3 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-5}} = 3 \cdot 10^{-1} = 0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$|T - T_0| < 3 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow T \in [22; 28]$$