Université Abou Bakr Belkaïd -Tlemcen - Faculté de Technologie - Département de Génie Biomédical

Examen Final Semestre 1 : 2018-2019	Parcours : Master Instrumentation Biomédicale M1 S7
Matière : Les capteurs biomédicaux et électronique associée	Code : EB 726

Questions de cours : 9Pts

1/ Définir brièvement ce qu'est :

a) un capteur (0.5Pt) b) un biocapteur (0.5Pt)

2/ Citer et expliquer brièvement les deux principales caractéristiques métrologiques d'un capteur ou biocapteur (1Pt)

3/ citer les principaux types de biocapteurs électrochimiques avec une brève explication (1Pt)

4/ Citer la loi de Nernst (brève explication pour chacun de ses paramètres) (1Pt)

5/ Définir brièvement les différents types de biocapteurs optiques (1Pt).

6/ Citer (sans explications) les différents types de biocapteurs à fibre optique (0.5Pt).

7/ a) Définir brièvement ce qu'est l'effet piézo-électrique (0.5Pt)

b) Définir brièvement le biocapteur « microbalance à quartz » (1Pt).

8/ Définir brièvement les enzymes et leurs possibilités dans le fonctionnement dans un biocapteur (0.5Pt).

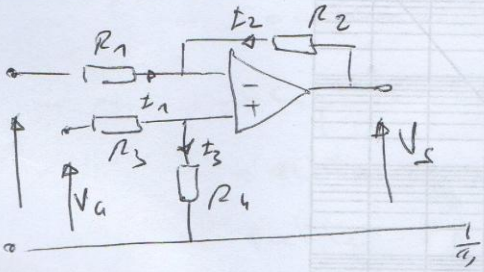
9/ a) Comment fonctionne la technique d'immobilisation (0.5Pt).

b) Citer (sans explications) les différents techniques d'immobilisation (0.5Pt)

c) ces dernières sont regroupées en deux sous-classes ; comment s'appellent –elles ? (0.5Pt)

Exercice A : 5.5Pts

Considérons le montage différentiel suivant :



$R1 = 10{,}04\ k\Omega$; $R2 = 99{,}88\ k\Omega$;

$R3 = 9{,}90\ k\Omega$; $R4 = 100{,}25\ k\Omega$.

1/ Montrer que la tension de sortie peut s'écrire sous la forme suivante : $Vs = AVa - BVb$. Donnez les expressions puis les valeurs numériques des constantes A et B. (1.5Pt)

2/ Déterminer les expressions puis les valeurs numériques de Ad et de Amc. (1.5Pt)

3/ En déduire la valeur numérique du rapport de réjection de la tension du mode commun RRMC. Quelles remarques peut-on faire sur la base du résultat trouvé ? (1Pt)

4/ On voudrait avoir $Vso = 10(Va - Vb)$ avec $R10 = R30 = 10{,}00\ k\Omega$; $R20 = R40 = 100{,}00\ k\Omega$. Sachant que $Va = 12{,}00$ V et $Vb = 11{,}85$ V calculer l'incertitude relative $\varepsilon v = \Delta Vs/Vso$. Procéder à sa comparaison à la précision effective des résistances ($\Delta R1/R10$, etc.). Conclusion. (1.5Pt)

Université Abou Bakr Belkaïd -Tlemcen - Faculté de Technologie - Département de Génie Biomédical	
Examen Final Semestre 1 : 2018-2019	Parcours : Master Instrumentation Biomédicale M1 S7
Matière : Les capteurs biomédicaux et électronique associée	Code : EB 726

Exercice 1 : 5.5 Pts

Considérons une thermistance dont la variation de sa résistance en fonction de la température est donnée par la relation suivante : $R(T) = Ro.\exp[B(1/T - 1/To)]$ $= R_o e^{B(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o})}$

La figure 1 donne une représentation en échelle semi-logarithmique de la variation de R(T) en fonction de 1/T et de T (simultanément).

1/ a)Déterminer graphiquement (en utilisant la figure 1) les valeurs de R(T) pour les températures Ta et Tb (aux points a et b). (0.5Pt)

b) Déterminer l'expression théorique de B = f (Ta, Tb). (0.5Pt)

c) En déduire sa valeur numérique. (0.5Pt)

2/ Donner l'expression puis la valeur numérique du coefficient de température α de la thermistance. (1Pt)

$\theta = 25°C$

3/ On cherche à linéariser la réponse de cette thermistance en mettant en parallèle avec R(T) une résistance Rp Notée R// = Rp//R(T). (Figure2 .Déterminer dans ce cas l'expression théorique de la résistance Rp = f (B, Tm, R(Tm)) permettant de linéariser la réponse de la thermistance à la température de mesure Tm par utilisation de la technique du point d'inflexion en annulant la deuxième dérivée de R//.) (2Pts).

4/ Pour une température Θ = 25°C en déduire la valeur numérique de Rp. (1Pt) $\theta \to T_m$

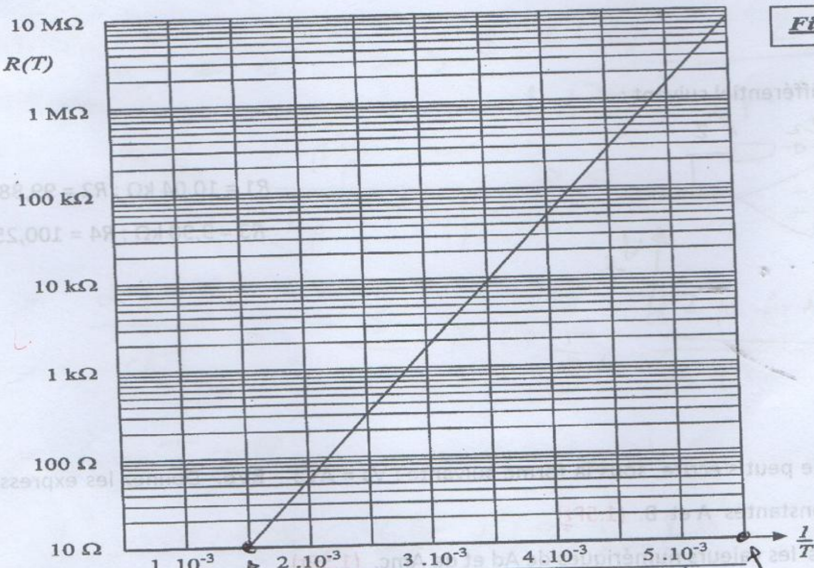


Figure 1

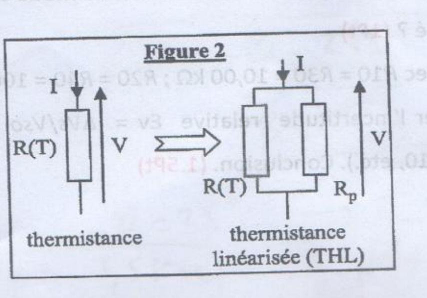


Figure 2

Correction examen FB 776 2018/2019

TP 1 INB

Questions de Cours : 9 pts (Voir Cours)

Exercice 1 : 5,5 pts

1/ $e^- = \dfrac{\dfrac{V_b}{R_1} + \dfrac{V_s}{R_2}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}}$; $e^+ = \dfrac{R_4 V_a}{R_3 + R_4}$ $\Rightarrow V_s = \dfrac{R_4}{R_3 + R_4}\left(1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right) V_a - \dfrac{R_2}{R_1} V_b$

$V_s = A V_a - B V_b$ avec $\boxed{A = \dfrac{R_4}{R_3 + R_4}\left(1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right) \quad B = \dfrac{R_2}{R_1}}$ 0,75

A.N : $\boxed{A = 9{,}9642 \quad B = 9{,}9482}$ 0,75

2/ $V_s = Ad\,(V_a - V_b) + Amc\left(\dfrac{V_a + V_b}{2}\right) = A V_a - B V_b$

par identification on aura

$$\begin{cases} Ad + \dfrac{Amc}{2} = 9{,}9642 = A \\ Ad - \dfrac{Amc}{2} = 9{,}9482 = B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Ad = 9{,}9562 \\ Amc = 0{,}016 \end{cases}$$

0,75 0,75

3/ $TRMC = 20 \log \dfrac{Ad}{Amc} \Rightarrow \boxed{TRMC = 56\ dB}$ 0,5

Remarque : 56 dB est petit. Pour avoir une bonne réjection de la tension du mode commun il faut avoir $TRMC \geq 100\ dB$. on l'obtient :

- en ajustant les valeurs de R_1, R_2, R_3, R_4
- en utilisant un amplificateur d'instrumentation à 3 AOP ou intégré

0,5

4/ $V_{S0} = 10\,(12-11,85) = 1,5\,V$

$V_S = 9,9562\,(12-11,85) + 0,016\left(\frac{12+11,85}{2}\right)$

$V_S = 1,684\,V$ $\quad \Delta V_S = 1,684 - 1,5$

$\Delta V_S = 0,184\,V$; et $\varepsilon_V = \frac{\Delta V_S}{V_{S0}} = \frac{0,184\,V}{1,5\,V} = 0,12$

$\Rightarrow \boxed{\varepsilon_V = 12\,\%}$

1

$\varepsilon_{R_1} = \frac{0,04}{10} = 0,4\,\%$; $\varepsilon_{R_2} = \frac{0,12}{100} = 0,12\,\%$

$\varepsilon_{R_3} = \frac{0,1}{10} = 1\,\%$; $\varepsilon_{R_4} = \frac{0,25}{100} = 0,25\,\%$.

$\boxed{\varepsilon_{R_i} \ll \varepsilon_V}$ 0,5

Les résistances n'introduisent pas beaucoup d'erreur dans le fonctionnement du montage différentiel.

Exercice 2 : 5,5 pts

1/a/ $R(T_a) = 10\,k\Omega$ $\quad \frac{1}{T_a} = 1,5.10^{-3}\,K^{-1}$ 0,5

$R(T_b) = 8\,M\Omega$ $\quad \frac{1}{T_b} = 5,5\;10^{-3}\,K^{-1}$

b/ $R(T_a) = R_0\, e^{B\left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_0}\right)}$

$R(T_b) = R_0\, e^{B\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_0}\right)}$

$\Rightarrow$ 0,5 $B = \dfrac{Log\,[R(T_b)/R(T_a)]}{\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_a}} \Rightarrow \boxed{B = 3,4.10^{+3}\,K}$

c/ $\boxed{B = 3,4.10^{+3}\,K}$ 0,5

8

2/ $\alpha = \frac{1}{R}\frac{dR(t)}{dT} = \frac{1}{R(t)}\left(-\frac{B}{T^2}\right)R(t)$

0,5 $\boxed{\alpha = -\frac{B}{T^2}}$ A.N $\boxed{\alpha = -3{,}83.10^{-2}/K}$ 0,5

3/ $R_4 = \frac{R_p . R(t)}{R_p + R(t)}$

$$\frac{dR_4(t)}{dT} = \frac{R_p^2}{(R_p+R(t))^2}\cdot\frac{dR(t)}{dT}$$

$$\frac{d^2R_4(t)}{dT^2} = \frac{R_p^2}{(R_p+R(t))^2}\left[\frac{d^2R(t)}{dt^2} - \frac{2}{R_p+R(t)}\left(\frac{dR(t)}{dt}\right)^2\right]$$

$$\frac{d^2R_4(t)}{dT^2} = 0 \Rightarrow \frac{d^2R(t)}{dt^2} = \frac{2}{R_p+R(t)}\left(\frac{dR(t)}{dT}\right)^2$$

Or $\frac{R_p^2}{(R_p+R(t))^2} > 0$

& $\frac{dR(t)}{dT} = -\frac{B}{T^2}R(t)$; $\frac{d^2R(t)}{dt^2} = \left(\frac{B^2}{T^4}+\frac{2B}{T^3}\right)R(t)$

à $T = T_m$ on écrit

$$\frac{B^2}{T_m^4}R(T_m) + \frac{2B}{T_m^3}R(T_m) - \frac{2B^2}{T_m^4}\cdot\frac{R(T_m)^2}{R_p+R(T_m)} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{R_p = \frac{B-2T_m}{B+2T_m}R(T_m)}$$ 2

5/ Figure 1 → $\theta = 25°C$ → $T_m \approx 300$ (298) → $R = 5k\Omega$

⇒ $\boxed{R_p = 3{,}5k\Omega}$ 1.