Final MC51 – P2013

**Question de cours :**

1. Définir les termes suivants :
   - Mesurande
   - Corps d'épreuve
   - Mesurande primaire
   - Mesurande secondaire
   - Capteur composite
   - Erreurs systématiques
   - Erreurs aléatoires
   - Que signifie le terme « juste » pour un capteur ?
   - Que signifie le terme « fidèle » pour un capteur ?
   - Que signifie le terme « précis » pour un capteur ?

**Exercice n°1**

On considère le pont de la figure 15.1 où les quatre résistances sont des jauges d'extensomètre à trame pelliculaire collée sur une structure porteuse.

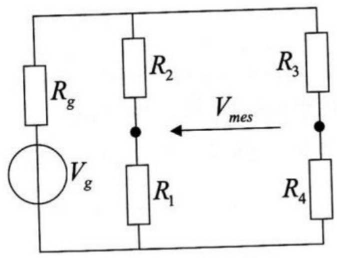


**Figure 15.1** Montage en pont

1 Donner l'expression de $V_{mes}$ en fonction de $V_g$, $R_1$, $R_2$, $R_3$ et $R_4$. On supposera que la résistance interne de la source de tension est totalement négligeable.

2 En l'absence de déformation de la structure sur laquelle les jauges sont collées, les quatre jauges présentent une résistance $R_O = 120\,\Omega$ . Donner l'expression et calculer dans ce cas les valeurs, notées $V_{mes0}$ , de la tension de mesure.

3 Selon la façon dont elles sont collées sur la structure, chaque jauge enregistre une déformation $\pm\varepsilon$ lorsque la structure porteuse est soumise à une contrainte. La convention choisie est la suivante $\Delta R_1 = \Delta R_3 = \Delta R$ et $\Delta R_2 = \Delta R_4 = -\Delta R$

3.1 Donner les expressions de $R_1$, $R_2$, $R_3$ et $R_4$ en fonction de $R_0$ et de $\Delta R$ , variation des résistances Ri par rapport à la valeur de référence $R_0$ provoquée par les déformations $\pm\varepsilon$ .

3.2 On note K le facteur de Jauge. Établir que les expressions de $R_1$, $R_2$, $R_3$ et

$R_4$ en fonction de K et $\pm\varepsilon$ vérifient $R_1 = R_3 = (1 + K.\varepsilon).R_O$ et $R_2 = R_4 = (1 - K.\varepsilon).R_O$ .

4 Établir l'expression de l'évolution de $\Delta Vmes = \frac{\Delta R}{Ro}.Vg$ de $V_{mes}$ par rapport à $V_{mes0}$ due aux déformations.

5 On change une des jauges défectueuses, ce sera $R_4$ (les autres étant inchangées). Malheureusement, celle-ci présente une résistance au repos non plus égale à $R_0$ mais à $R_0$+r, son facteur de jauge restant égal à K. Établir l'expression de la nouvelle valeur de la tension de mesure (au repos) que l'on notera $u_O = \frac{-\alpha}{2.(2+\alpha)} Vg$ . Pour alléger l'écriture, on pose $r = \alpha.R_0$ .

6 La structure porteuse subit de nouveau une contrainte entraînant une déformation des jauges. En posant $k = K.\varepsilon$ , Etablir la nouvelle expression noté $V'_{mes} = \frac{4.k - \alpha.(1-k)^2}{2.(2+\alpha.(1-k))}.Vg$ en fonction de k, α et $V_g$.

7 Le résultat peut se mettre sous la forme de la somme de l'expression de la tension $V_{mes}$ de la question 4, de $u_0$ et d'un troisième terme, noté $A = \frac{k.\alpha}{2} \frac{k.(2+\alpha) - \alpha}{(2+\alpha)(2+\alpha(1-k))} Vg$ fonction de k, α et $V_g$. α et k étant faibles, donner l'expression approchée **a** de A.

8 Donner l'expression de l'erreur relative $\delta V = V'_{mes} - V_{mes}$ commise sur la mesure.

9 Identifier les deux termes constituant l'erreur précédente. Pour $r = 10^{-2}.R_0, V_g = 5V, et\, \Delta R = 10^{-3}.R$ , calculer numériquement les trois termes de $V'_{mes}$ et conclure quant à la corrélation à apporter.

Final MC51 – P2013

**Exercice 2 :**

On considère une résistance thermométrique Pt100 de résistance $Rc(T) = Ro.(1+\alpha.T)$ où T représente la température en °C, $Ro = 100\,\Omega$ la résistance à 0°C et $\alpha = 3{,}85.10^{-3}\,°C^{-1}$ le coefficient de température. On dispose, pour alimenter cette résistance thermométrique, d'une carte de conditionnement fournissant une sortie de courant parfaite calibrée I=5 mA, les deux entrées différentielles d'un amplificateur d'instrumentation, la borne de sortie de ce dernier et une borne de masse. La résistance ajustable R permet de faire varier le gain G de l'amplificateur et les impédances d'entrée de ce dernier sont considérées infinies. La carte est schématisée figure 1.

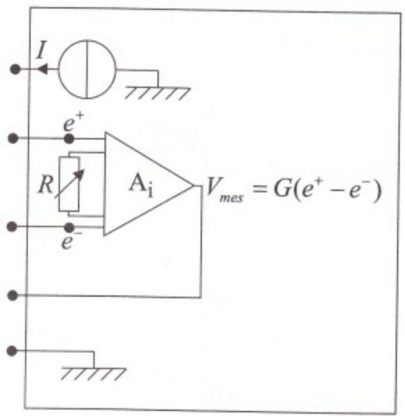


*Figure 1*

1. La Pt100 est directement connectée entre la source de courant et la masse et ses bornes (voir figure 2). Les fils de liaisons sont de longueur négligeable.

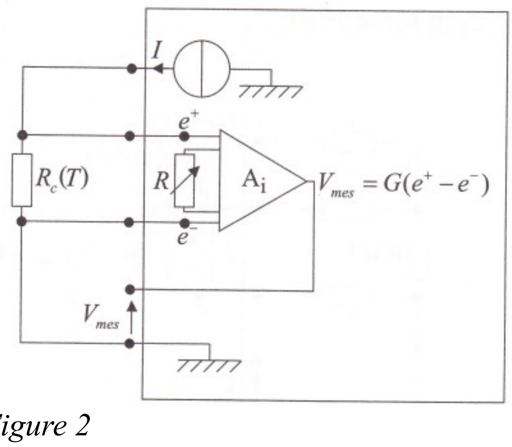


*Figure 2*

1.1. Déterminer l'expression littérale de la tension de mesure Vmes.

1.2. Déterminer l'expression littérale de la sensibilité de la mesure $S_{mes} = \dfrac{\Delta V_{mes}}{\Delta T}$ .

1.3. Quelle doit être la valeur de réglage du gain G de l'amplificateur d'instrumentation pour obtenir une sensibilité $S_{mes}=0,1\ V.C^{-1}$ .

2. La Pt100 est maintenant mise en service à distance de la carte et on doit tenir compte de la résistance des fils de liaison. Ces fils de liaison sont des fils de cuivre de résistivité $\rho=1,72.10^{-8}.\Omega.m$ , de diamètre d=0,5mm et de longueur l=5 m. Chaque fil est modélisé par sa résistance r (figure 3).

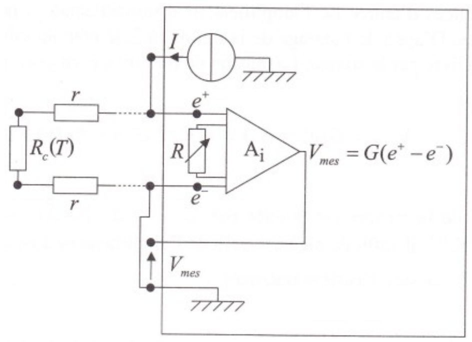


*Figure 3*

2.1. Déterminer l'expression littérale de la tension de mesure $V_{mes,2}$.

2.2. Déterminer l'expression littérale et la valeur numérique de l'erreur $\delta V_2=V_{mes,2}-V_{mes}$ sur la tension de mesure introduite par la résistance des fils de liaison.

2.3. Quelle est alors la valeur de l'erreur $\delta T_2$ engendrée sur la mesure de la température ?

3. Pour palier cette erreur, on modifie le montage pour obtenir un montage classique dit à quatre fils : deux fils amenant le courant à la résistance thermométrique et deux fils servant à la prise de tension aux bornes de celle-ci (figure 4).

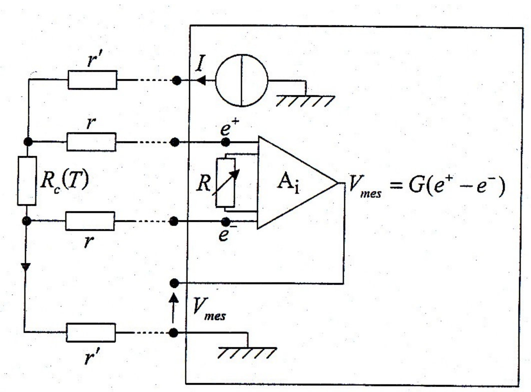


*Figure 4*

3.1. Déterminer l'expression littérale de la nouvelle tension de mesure $V_{mes,4}$.