

TD4 Résistance thermométrique dans un montage en pont de Wheatstone

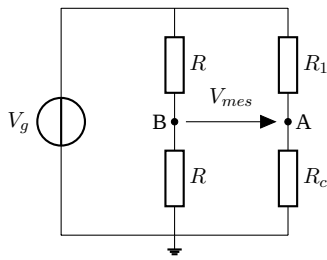


Figure 1. Montage en pont du capteur.

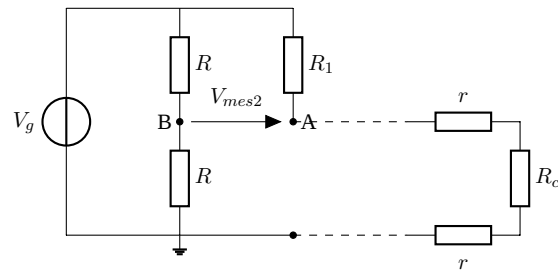


Figure 2. Montage en pont du capteur éloigné.

On considère une résistance thermométrique Pt100 de résistance $R_c(T) = (1 + AT)R_0$, où T représente la température en $^{\circ}\text{C}$, $R_0 = 100 \Omega$ la résistance à $T = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $A = 3,85 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ le coefficient de température. Cette résistance est placée dans un pont de Wheatstone alimenté par un générateur de tension V_g de résistance interne négligeable ($R_g = 0$). Le montage est celui de la figure 1.

On se limite à l'étendue de mesure $[0 \text{ }^{\circ}\text{C}; 100 \text{ }^{\circ}\text{C}]$ et on équilibre le pont pour la valeur $T_0 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, température pour laquelle on pose $R_{c0} = R_c(T = T_0)$. L'impédance des fils de liaison liant le capteur au reste du montage est considéré dans un premier temps totalement négligeable (le capteur est physiquement proche du pont).

1 Étude du montage en pont du capteur

1. Exprimer V_A en fonction de R_1 , R_c et V_g .
2. Exprimer V_B en fonction de V_g .
3. Donner l'expression littérale de la tension de mesure V_{mes} .
4. Déterminer la valeur de R_1 qui permet d'équilibrer le pont, c'est-à-dire, d'avoir $V_{mes}(T = T_0) = 0$.
5. On limite le courant I dans la Pt100 à moins de 5 mA afin de pouvoir négliger l'auto échauffement. Le courant maximal traversant R_c est donné par la valeur minimale de résistance de la branche potentiométrique. Dans ces conditions, calculer la valeur maximale de tension d'alimentation permettant cette limitation de courant.

2 Étude de la fonction V_{mes} et de la sensibilité de la mesure S

1. Donner l'expression de la variation ΔT de la température en fonction de T et T_0 .
2. Donner l'expression littérale de la variation ΔR_c de la résistance thermométrique en fonction de R_c et R_{c0} .
3. Exprimer V_{mes} en fonction de R_{c0} , ΔR_c et V_g .
4. On définit $\Delta V_{mes} = V_{mes}(T) - V_{mes}(T = T_0)$. En déduire une approximation linéaire de ΔV_{mes} si on suppose $\frac{\Delta R_c}{R_{c0}} \ll 1$.
5. Donner l'expression littérale de la sensibilité $S = \frac{\Delta V_{mes}}{\Delta T}$ en fonction de A , R_0 , R_{c0} et V_g . Calculer la valeur numérique de S .

3 Étude de l'effet de la résistance des fils de liaison du capteur

Le capteur est maintenant mis en service mais à grande distance de l'électronique constituée par le pont, de son alimentation et du système de mesure de la tension différentielle. La résistance des fils de liaison du capteur à son électronique n'est plus négligeable. La figure 2 montre la modélisation des fils de liaison par deux résistances r supplémentaires.

1. Donner l'expression de la tension de mesure V_{mes2} dans le pont puis celle de l'erreur $\delta V = V_{mes2} - V_{mes}$ entraînée par les fils de liaison.
2. Comment évolue δV par rapport à ΔR_c ?