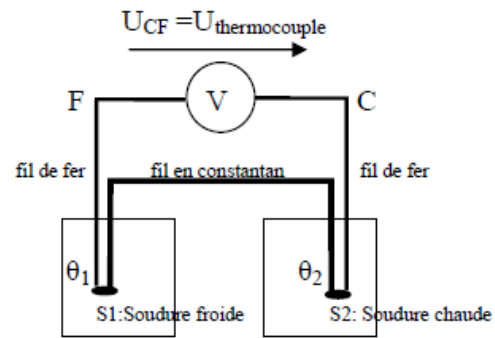


## I. On utilise un thermocouple fer-constantan.

Les deux fils, le fer métallique et l'alliage constantan sont soudés à leurs extrémités. Lorsque les deux soudures  $S_1$  et  $S_2$  sont portées à des températures différentes, on peut constater l'existence d'une tension  $U_{\text{thermocouple}}$  entre les deux soudures. Si la soudure dite froide reste à température fixe, la température de la soudure  $S_2$  dite chaude varie, selon la température que l'on désire mesurer.



1. La soudure froide  $S_1$  étant dans les deux cas à la température  $\theta_1$  de  $20^\circ\text{C}$ , on fait les deux mesures suivantes:

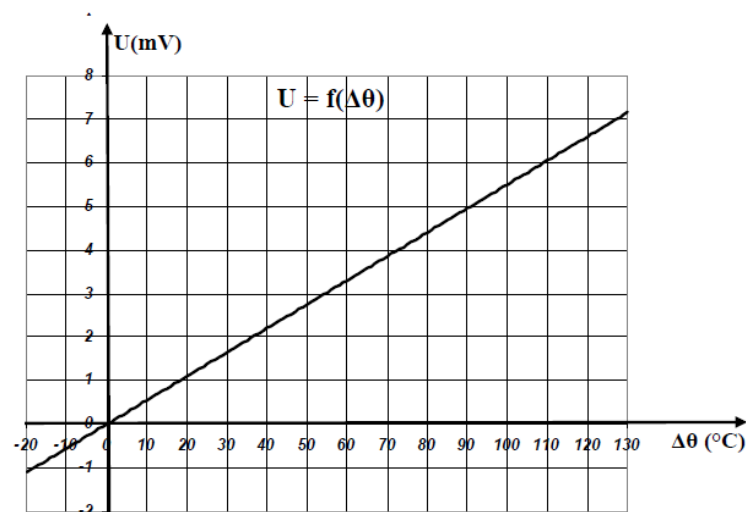
premier cas: Température de  $S_2$ :  $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$   $U_{\text{thermocouple}} = -1,10 \text{ mV}$

deuxième cas: Température de  $S_2$ :  $\theta_2 = 600^\circ\text{C}$   $U_{\text{thermocouple}} = 33,75 \text{ mV}$

Calculer la sensibilité moyenne  $s_{\text{moy}} = \frac{\Delta U}{\Delta \theta}$  du thermocouple entre  $0$  et  $600^\circ\text{C}$  en  $\mu\text{V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

$$S_{\text{moy}} = \frac{33,75 - (-1,10)}{600 - 0} (\text{mV}/^\circ\text{C}) \Rightarrow S_{\text{moy}} = 58,08 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$$

2. Pour mieux connaître le fonctionnement du thermocouple, on fait une série de mesures, en faisant varier la température de la soudure chaude entre  $0^\circ\text{C}$  et  $150^\circ\text{C}$ , la soudure froide étant toujours maintenue à  $20^\circ\text{C}$ . Le graphique ci-dessous représente les variations de la tension  $U_{\text{thermocouple}}$  en fonction de  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$



- a. Peut-on considérer que le thermocouple est capteur de température linéaire pour  $-20^\circ\text{C} < \Delta\theta < 130^\circ\text{C}$  ?

Oui car la courbe  $U(\theta)$  est une droite passant par  $(0,0)$

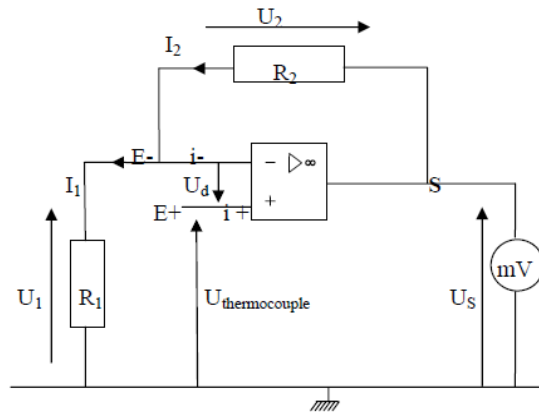
- b. A partir du graphique, déduire la sensibilité  $S$  du capteur. Donner son unité.

$$S = (5,5-0)/(100-0) \rightarrow S = 55 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$$

c. Le thermocouple a-t-il un comportement linéaire pour  $\Delta\theta > 130^\circ\text{C}$  ? Justifier.

**Non car S est différent de  $S_{\text{moy}}$**

3. La tension  $U_{\text{thermocouple}}$  étant faible, on l'envoie sur l'une des deux entrées d'un amplificateur opérationnel pour l'amplifier.



3.1. Donner l'expression du gain en tension du montage en fonction de  $R_1$  et  $R_2$  ;

$$U_d = 0 = U^+ - U^-$$

$$U^+ = U_{\text{therm}} \text{ et } -U^- = \frac{\frac{0}{R_1} + \frac{U_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \text{ on a } U_s = U_{\text{therm}} * (R_1 + R_2) / R_1$$

$$\text{Le gain} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

3.2. On désire que le millivoltmètre affiche 100mV, lorsque la différence de température entre les deux soudures,  $\Delta\theta$ , est de  $100^\circ\text{C}$ . La valeur de  $R_1$  est  $2 \text{ k}\Omega$ . Quelle valeur doit-on donner à  $R_2$  pour obtenir le réglage désiré ?

$$\Delta\theta = 100^\circ\text{C} \rightarrow U_{\text{therm}} = S * \Delta\theta ; U_{\text{therm}} = 5,50 \text{ mV}$$

$$R_2 = \left( \frac{U_s}{U_{\text{therm}}} - 1 \right) * R_1 \rightarrow R_2 = 34,36 \text{ k}\Omega$$

3.3. La soudure froide étant toujours à  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ , on mesure la température d'un four à  $550^\circ\text{C}$ . La valeur de  $U_s$  lue est 560mV. Est-ce normal ?

Pour S on a  $U_s = 530 * 0,055 * (1 + 17,18)$  soit  $U_s = 530 \text{ mV}$  normal car le capteur n'est pas linéaire pour  $\Delta\theta > 130^\circ\text{C}$