

Compte Rendu SAÉ PT100

Présentation de la PT100 :

Nous avons donc commencé par analyser les caractéristiques de cette sonde. Nous avons découvert en premier que la PT100 peut mesurer une température comprise entre -20°C et 100°C . La sonde utilise une résistance en platine qui change proportionnellement à la température. À 0°C , la résistance nominale est de $100\ \Omega$, d'où la désignation PT100.

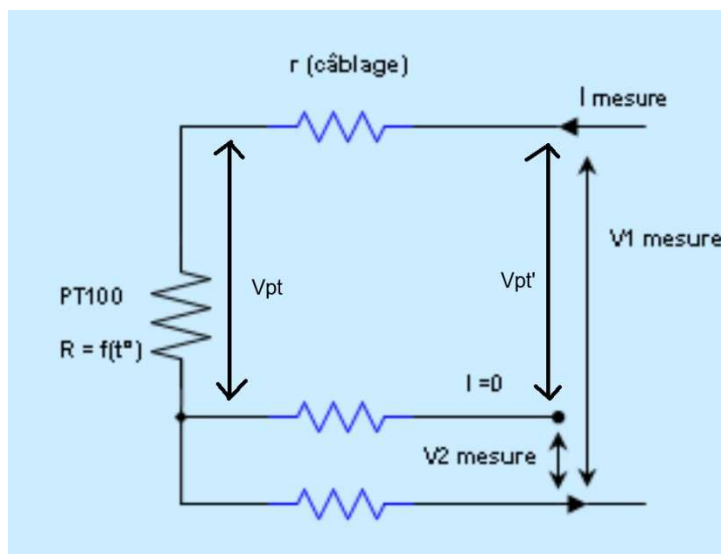


PT100 à 3 fils :

Le mode “3 fils” assure une précision très suffisante pour les câblages à longue distance. Le principe de ce mode repose sur l'hypothèse que les 3 fils ont la même valeur de résistance.



A partir de là, nous avons dû chercher comment nous pouvons l'alimenter. Nous avons donc exploré plusieurs pistes afin de déterminer le bon chemin à suivre. On a d'abord trouvé ce schéma, puis décidé de l'analyser pour comprendre son fonctionnement.



On sait que :

$$V_1 = V_{pt}' + V_2$$

$$\text{Donc } V_{pt}' = V_1 - V_2$$

On utilise la loi des mailles :

$$V_{pt} - V_{pt}' + V_2 = 0$$

$$V_{pt} = V_{pt}' - V_2$$

$$\Rightarrow (V_1 - V_2) - V_2$$

$$V_{pt} = V_1 - 2 \cdot V_2$$

Dans ce schéma nous pouvons voir que le courant “I” du deuxième fil est égal à 0. Ce fil simule l'impédance d'entrée infinie de l'AOP. Si l'impédance est infinie, le courant est nul.

Principe du pont de Wheatstone :

Un pont de Wheatstone est un circuit électrique qui permet de mesurer de très faible variation de résistance électrique.

Application :

On utilise le pont de Wheatstone sur une sonde PT100 pour mesurer avec précision la résistance de température de la PT100.

Pour des variations précises, choisissez $R_L \approx 100 \Omega$ (valeur proche de la PT100 à 0 °C).

$$V_2 = V_1 \left(\frac{R_{pt100}}{R_{pt100} + R_L} - \frac{R_L}{R_L + R_L} \right)$$

Nous mesurons la résistance d'un fil

Le capteur de température à résistance de platine standard on a pris le valeur $\rho_{platine}$

$$\rho_{platine} = 10,6 \cdot 10^{-8} \Omega m$$

$$S = 0,22 \text{ mm}^2 = 2,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$$

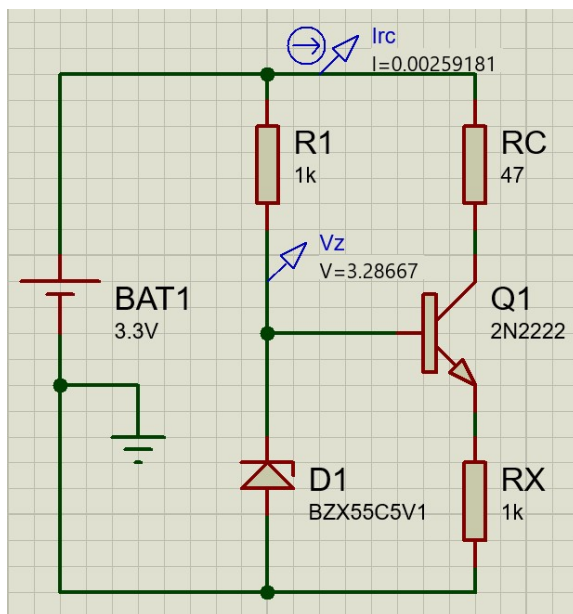
$$L = 1 \text{ m}$$

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S} \Rightarrow R_L = \frac{10,6 \cdot 10^{-8} \cdot 1}{2,2 \cdot 10^{-7}} \approx 0,5 \Omega$$

Pour effectuer nos tests nous avons utilisé Proteus 8 pour faire le montage.

Pour le circuit d'alimentation :

Nous avons utilisé un générateur de courant à transistors bipolaires comme un modèle de source courante de LM334. Le générateur de courant constant dont le schéma suit, permet de fournir un courant de quelques mA dans une charge dont une borne est relié côté positif de l'alimentation.



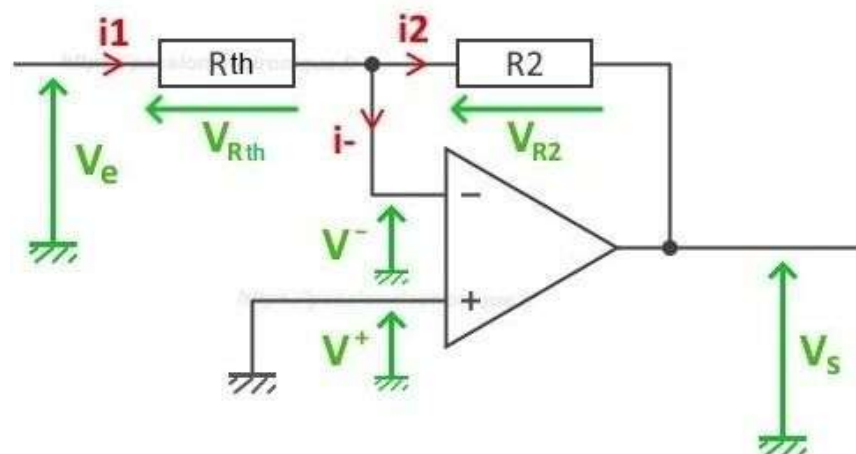
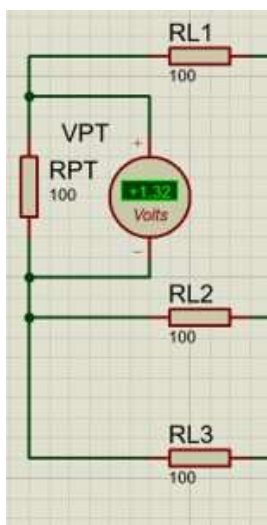
La valeur du courant circulant dans la charge (RC) est définie par la valeur de la tension de Zener de D1, et de la valeur de la résistance R1. Et comme la résistance RX est une résistance dont la valeur ohmique ne varie pas trop en temps normal, nous pouvons constater un courant relativement constant dans cette dernière.

$$I_{rc} = \frac{V_z - 0.7}{R_x} \Rightarrow \frac{3,28667 - 0,7}{1000} \approx 2.6\text{mA}$$

Vz est la tension de Zener de la diode Zener D1.

Pour la partie Amplificateur :

On a utilisé un AOP inverseur pour obtenir $-2 \cdot V_2$ dans la formule de $V_{pt} = V_1 - 2 \cdot V_2$.



On sait qu'on a une résistance équivalente de PT100 pour obtenir R_{th}

$$R_{th} = \left(\frac{R_{L1} * R_{L2}}{R_{L1} + R_{L2}} \right) + R_{pt}$$

De plus, comme les courants sur les bornes d'entrées d'un AOP idéal sont nuls, on peut donc en conclure que $i_1 = i_2$. Du coup, on peut écrire les équations suivantes :

Comme $i_1 = i_2$

$$\text{Alors } \frac{V_{R_{th}}}{R_{th}} = \frac{V_{R_2}}{R_2} \text{ (d'après la loi d'ohm qui dit : } U = R*i, \text{ d'où } i = \frac{U}{R} \text{)}$$

$$\text{D'où } \frac{V_e}{R_{th}} = - \frac{V_s}{R_2} \text{ (car } V_{R1}=V_e, \text{ et } V_{R2}=-V_s \text{)}$$

$$\text{D'où } \frac{V_s}{R_2} = - \frac{V_e}{R_{th}}$$

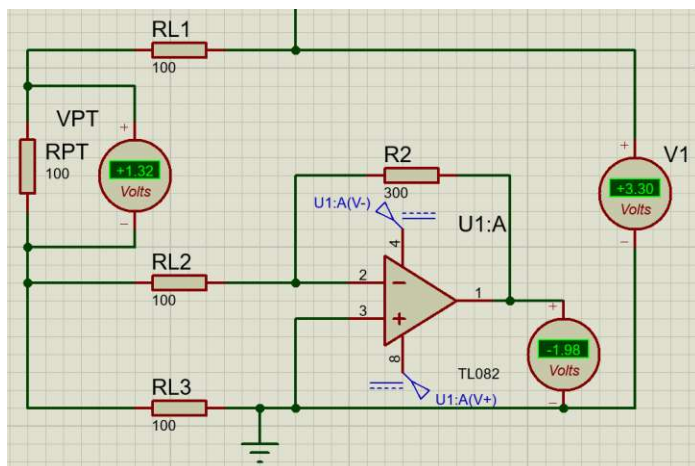
$$\text{Équation de sortie est } V_s = - \frac{R_2}{R_{th}} \cdot V_e$$

Application numérique de R_2 :

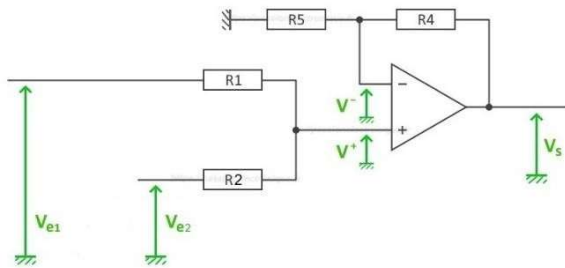
$$R_{th} = \left(\frac{100 * 100}{100 + 100} \right) + 100 = 150\Omega$$

$$-2 = - \frac{R_2}{R_{th}} \Rightarrow 2R_{th} = R_2 \Rightarrow R_2 = 2 * 150$$

$$R_2 = 300\Omega$$



On a utilisé un AOP sommateur et non inverseur pour obtenir V_{pt}



1) Application de la formule du pont diviseur de tension, sur l'entrée V^- de l'AOP

$$V^- = \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot V_s$$

2) Application du théorème de Millman, sur l'entrée V^+ de l'ampli op

$$V^+ = \frac{\frac{V_{e1}}{R_1} + \frac{V_{e2}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

3) Réunion des formules précédentes, du fait que $V^- = V^+$, en mode linéaire

Comme $V^+ = V^-$

$$\text{Alors } \frac{\frac{V_{e1}}{R_1} + \frac{V_{e2}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot V_s \Rightarrow V_s = \frac{\frac{V_{e1}}{R_1} + \frac{V_{e2}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot \frac{R_4 + R_5}{R_5}$$

4) Application numérique : prenons le cas où $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 1k$

$$V_s = \frac{\frac{V_{e1}}{1k} + \frac{V_{e2}}{1k}}{\frac{1}{1k} + \frac{1}{1k}} \cdot \frac{1k + 1k}{1k} \Rightarrow \frac{V_{e1} + V_{e2}}{1 + 1} \cdot 2$$

$$V_s = V_{e1} + V_{e2}$$

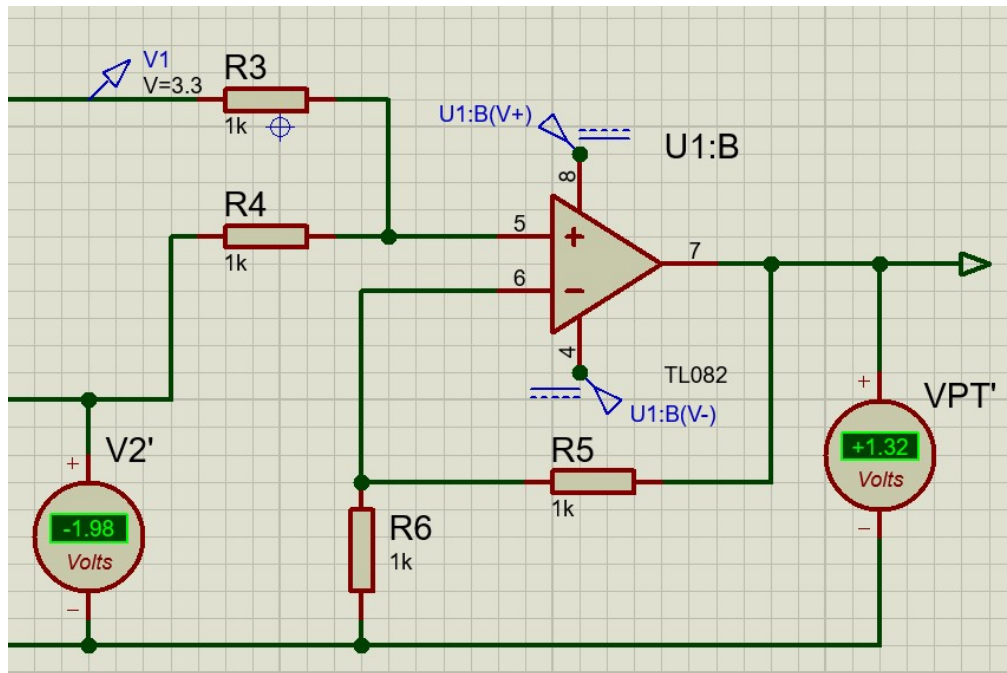
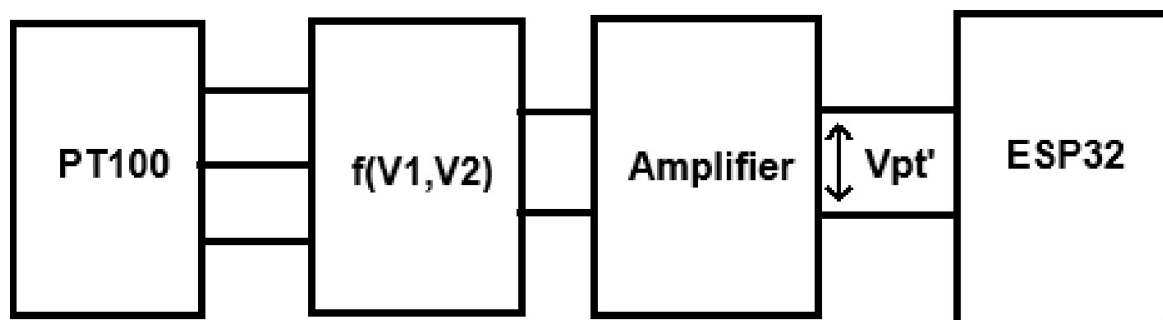
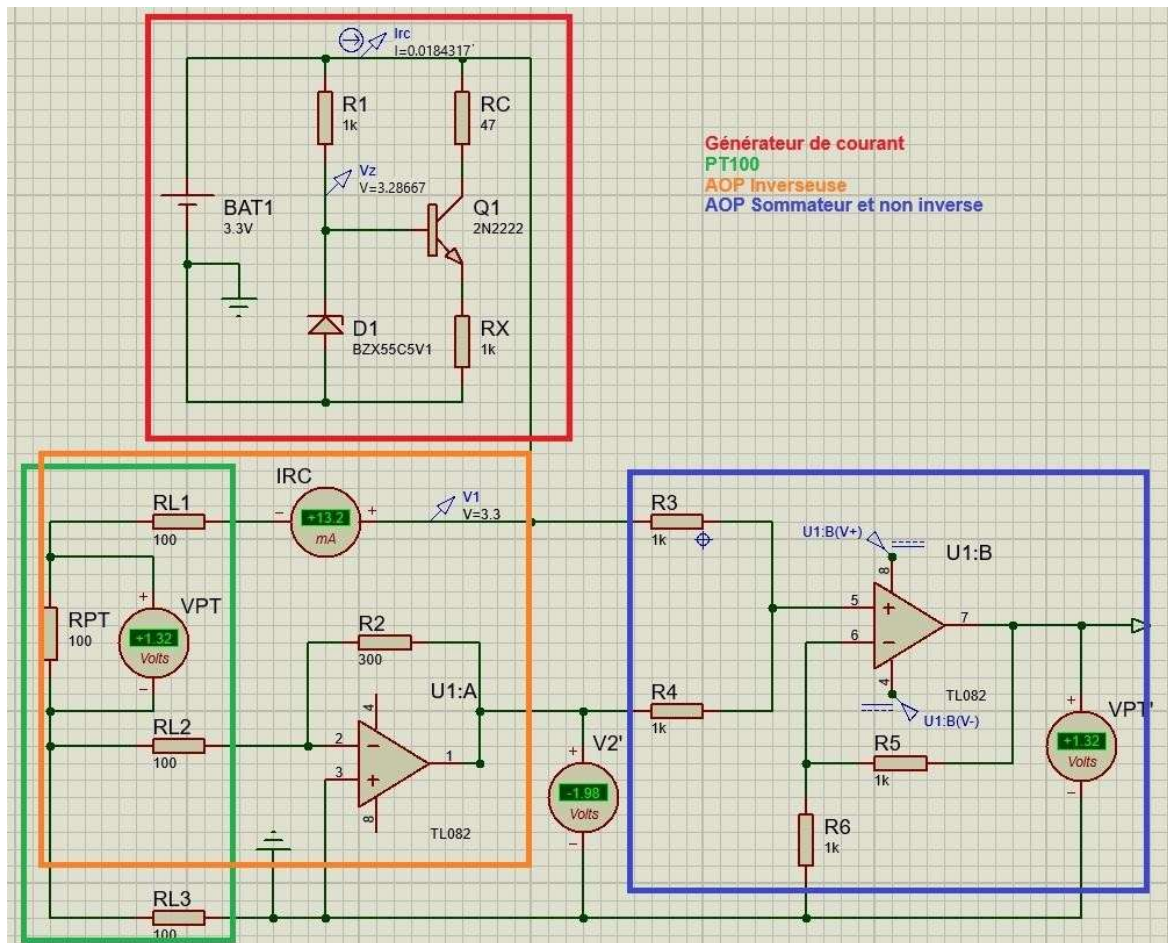


Schéma complet de fonctionnement de la PT100





Nous avons une PT100 à 3 fils, le câblage pour l'électronique que nous faisons est le suivant. Le courant maximum recommandé par broche GPIO est de 20 mA.

Nous avons un courant de $13.2\text{mA} < 20\text{mA}$.

Conclusion :

Malgré le fait que nous n'ayons pas pu disposer d'une sonde PT100, nous avons fait une caractérisation de cette sonde sur le plan théorique en utilisant le logiciel Proteus 8 couplé à des voltmètres.