

• Indiquer les points équivalents au la courbe d'étalonnage de la PT100

Anis Hnia

Valentin Ferrari

Oéline Dechardon

Hubin Jousseth

Camille Dahau

Groupe B01

• Polarisation du capteur par la source de courant :

- Le bruit n'est pas reprochable de l'autre - échauffement !  
- Vérification exp. du courant de l'ivre ?

• Amplification + construction : OK

• Comparaison à hybridation + transition :

- Schéma ?

- Choix des résistances ?

- Test ?

- f

Capteurs intelligents

Robot doseur

paire n°4

Thème 1 : Produire un liquide à une température donnée

## Introduction :

L'objectif de ce projet, est de concevoir un robot doseur en utilisant uniquement le matériel mis à notre disposition. Ce robot doseur est du type " bar à cocktails et à boissons chaudes ". Il doit être capable de réaliser des boissons froides et chaudes (de 0°C à 50°C), de différentes concentrations (de 0% à 100%) et de différents volumes (de 50 ml à 300 ml).

La première étape est de mettre en place le système de chauffage du robot doseur. Pour cela, nous avons à disposition une sonde de type PT100, une résistance de chauffage 12V/10A, un agitateur 3V/2,5A et un thermomètre électronique à base de thermistance.

Nous avons dans un premier temps effectué l'étalonnage de la sonde PT100, avant d'établir le schéma de conception pour le conditionnement du capteur PT100 et obtenir des tensions variables entre 0 et 3V en fonction du capteur. Pour finir, nous avons mis en place le chauffage avec une commande TOR.

## I. Etalonnage :

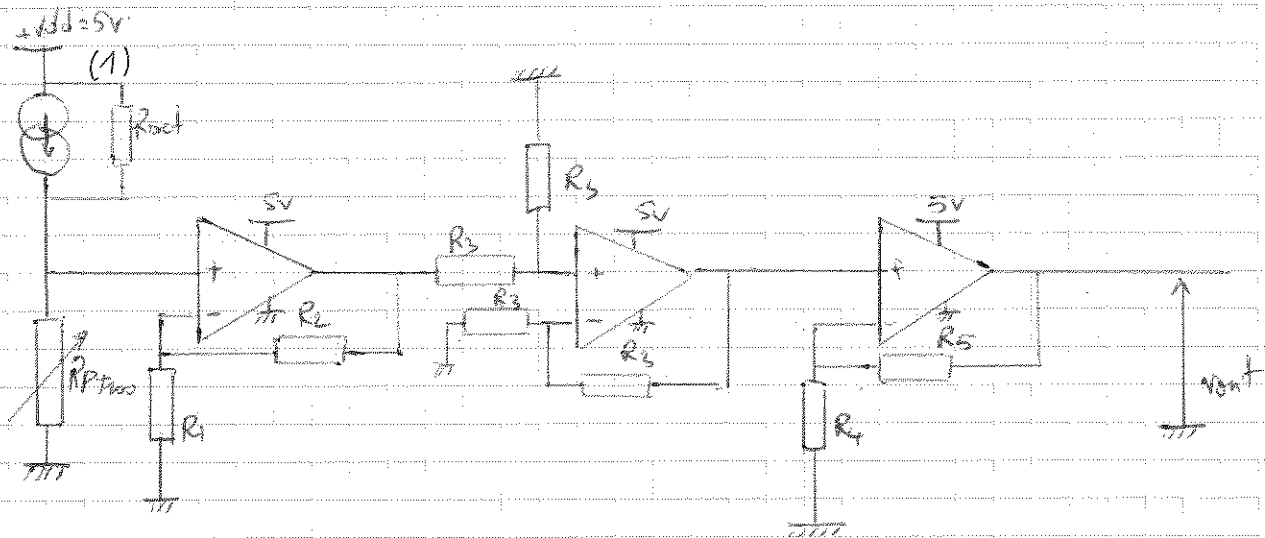
Afin de produire notre boisson, nous avons besoin d'une sonde de température PT100 afin de gérer sa température avec une action de chauffage. Nous avons donc étalonné la sonde entre 0°C et 50°C. Cet étalonnage est mesuré à l'aide d'un thermomètre électrique, chauffé à l'aide d'une résistance chauffante et pour améliorer la précision nous avons ajouté un agitateur pour homogénéiser la température (voir Annex n°1).

On a ainsi obtenu la courbe  $R_{PT100} = f(T^{\circ}C) = R_0 + \alpha T$  (voir Annex n°1).

On détermine les coefficients  $\alpha$  et  $R_0$  grâce à cette courbe, on a :

$\alpha = 0,388 \Omega \cdot T^{-1}$  et  $R_0 = 100 \Omega$ ,  $\alpha$  est en  $\Omega \cdot T^{-1}$  soit  $[a] = [T^{-1} \Omega]$   
 $\alpha$  est le coefficient de température  $\alpha$  résistance et  $R_0$  est la résistance à 0°C

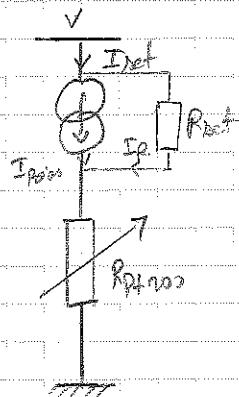
## II Schema de conception:



$$R_1 = 100 \Omega; R_2 = 33 \text{ k}\Omega; R_3 = 1 \text{ k}\Omega; R_4 = 10 \text{ k}\Omega; R_5 = 39 \text{ k}\Omega; R_{act} = 680 \Omega$$

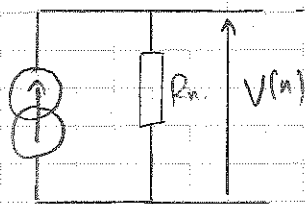
## III Conditionnement du capteur PT100:

A l'aide de la documentation technique de la source de courant LM344 nous pouvons proposer le montage (1) qui permet de polariser le capteur de température:



$$I_{act} = I_R + I_{pt100}$$

### ⊛ Polarisation du capteur PT100:



$$V(n) = \frac{R R(n)}{R + R(n)} I_{ref} = R(n) I_{ref}$$

avec  $R$  la résistance de la source de courant et  $R(n) \ll R$ .

Et d'après la préparation nous avons pu déterminer que :

$$R_{PT100} = R_0 + \alpha T = 100 + 0,385 T$$

$$\text{d'où } V_{PT100} = (100 + 0,385 T) * I_{ref}$$

$$\text{ainsi } \frac{\Delta V(mV)}{\Delta T} = 0,385 I_{ref} \Rightarrow I_{ref} = \frac{0,0385 \times 10^{-3}}{0,385} = 0,1 \text{ mA}$$

$$\text{par la suite } V_{PT100} = (100 + 0,385 T) \times 0,1 \text{ mA}$$

$$\text{d'où } \begin{cases} A = 10 \text{ mV} \\ B = 0,0385 \times 10^{-3} \Omega / ^\circ\text{C} \end{cases}$$

Le courant qui quille le sense de courant doit être faible pour que le capteur ne s'échauffe pas. Mais le courant ne doit pas être trop faible sinon on aura naissance d'un bruit que le capteur se tient et donc on aura Montée et chauffage du capteur.

Grâce à la documentation nous pouvons choisir une valeur de  $R_{ext} = 680 \Omega$  pour  $100 \mu\text{A}$ . OK -

### ⊗ Analyse et commentaire :

D'après la partie II, nous avons pu déterminer  $V_{PT100} = A + BT$  mais nous voulons une variation linéaire de la forme :  $V_{PT100} = BT$  comprise entre 0 et 3V quand la température varie de  $0^\circ\text{C}$  à  $50^\circ\text{C}$ .

Pour cela nous devons utiliser un soustracteur pour retirer la composante A, mais en sortie du capteur nous avons quelques mV ( $\sim 10 \text{ mV}$ ) donc il est impossible de générer une tension très faible à l'entrée d'un soustracteur.

L'idée était, donc, d'amplifier cette tension en respectant le résultat demandé en valeur des charges et le MC de soustracteur. Pour cela nous réalisons un montage non inverseur car son impédance d'entrée est infinie donc le courant qui quitte la source de courant passe seulement par la résistance  $R_{PT100}$ .

Cette étape réalise un gain de 330 donc notre nouvelle composante A sera égale à 3,3V.

Nous avons ainsi décidé d'utiliser l'A0672 car son mode commun est le plus élevé ( $V_{DD} + 0,15 = 5,15V$ ).

En sortie du soustracteur nous nous retrouvons donc avec :

$$V_{PT100} = BT = 0,127T \text{ avec } B = 0,127 V/^{\circ}C$$

or le cahier des charges nous impose 3V à  $50^{\circ}C$ .

Nous avons réalisé donc une seconde amplification avec un non inverseur (gain = 4,9). Nous avons vérifié la valeur finale obtenue.

La partie amplification est donc vérifiée et fonctionnelle.

### III. Action le chauffage avec une commande de type "TOR" /

Nous allons maintenant proposer une solution permettant de réaliser une boucle à une température définie entre 20 et  $50^{\circ}C$ . Cette solution activera le relais en fonction de la valeur seuil choisie nous avons donc utilisé un montage à hystérésis inverseur ainsi qu'un potentiomètre. Cependant, le courant en sortie du montage à hystérésis n'est pas assez important pour commander le relais, c'est pourquoi nous avons également utilisé un transistor afin d'amplifier le courant.

Capteurs intelligents  
Robot classeur

Pour calibrer les grandurs de notre montage à hystérésis nous avons deux caractéristiques à prendre en compte : la taille de l'hystérésis du montage que l'on définit à  $1^\circ\text{C}$  soit  $0,07\text{V}$  et la température sur laquelle la commutation est centrée qui est variable de  $20$  à  $50^\circ\text{C}$  soit  $1,25$  à  $3,11\text{V}$  en entrée du montage à hystérésis. les équations pour calibrer ce montage sont les suivantes :

$$V_B = V_{\text{ref}} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) - V_{\text{OL}} \left( \frac{R_1}{R_2} \right)$$

$$V_H = V_{\text{ref}} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) - V_{\text{OH}} \left( \frac{R_1}{R_2} \right)$$

avec  $V_{\text{OL}} = 0\text{V}$  $V_{\text{OH}} = 5\text{V}$ 

5 K

ON trouve  $3,11\text{V} \leftrightarrow 50^\circ\text{C}$  $1,28\text{V} \leftrightarrow 20,5^\circ\text{C}$  $1,21\text{V} \leftrightarrow 19,5^\circ\text{C}$ 

$$V_{\text{ref}} = \frac{5}{6} \times 1,28 = 1,07 \text{ avec } \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{5}$$

Il faut également penser à câbler une résistance entre la sortie du comparateur et VCC afin de palier au collecteur ouvert présent à la sortie du comparateur LT1311 ( $R = 800\Omega$  d'après la datasheet).

Nous avons ensuite utilisé un transistor NPN 2N2222 afin d'amplifier le courant qui était trop faible en sortie du montage à hystérésis pour commander le relais.

A cause de la continuité d'inductance du relais, nous avons besoin d'une diode roue libre car le courant dans une inductance ne peut pas être coupé brutalement. Lors d'une coupure brutale, le courant décroît progressivement à l'aide de la diode de roue libre.

afin d'éviter un surchauffement

### Conclusion:

À l'issue des huit heures de TP plus quelques heures de travail en autonomie nous avons réussi à réaliser le montage permettant le chauffage d'une boisson. Pour cela, nous avons utilisé deux montages ~~intégrés~~ au montage existant et les comparateur à hystérésis. Plus que trois étapes avant le succès !

amplificateurs

Noms : Ferrari / Deschandon / Dahan / Sousselin / Hnia

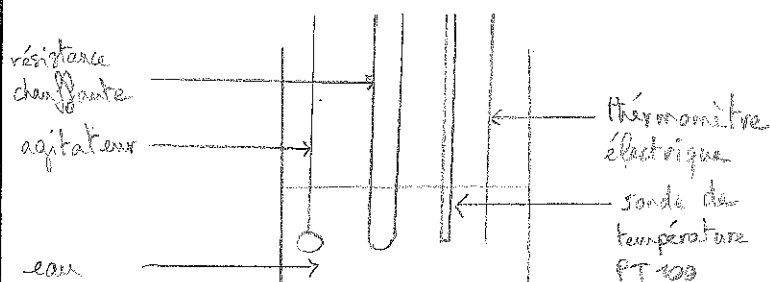
Groupe : B

Date : 29/09/17

Poste : 4

Objet de la manipulation : Réalisation de la courbe d'étalonnage

## Schéma du montage et points de mesure :



## Protocole de travail (si nécessaire) :

Après avoir introduit de l'eau avec des glaçons approximant  $0^{\circ}\text{C}$  dans le bécher, nous alimentons les différents éléments du montage ainsi la température va augmenter au fur et à mesure. Nous allons ainsi relever la valeur de la résistance de la PT100 en fonction de la température.

Pour des raisons de sécurité, il faut arrêter le chauffage à  $50^{\circ}\text{C}$ .

## Mesures + Conditions de mesure :

On alimente la résistance de chauffage en  $12\text{V}/10\text{A}$ , l'agitateur en  $3\text{V}/2,5\text{A}$  et on mesure la variation de la résistance de la sonde PT100 à l'aide d'un ohmmètre.

Noms : DÉCHANDON / FERRARI / DAHAN / HNIAT / SOUSSOUN

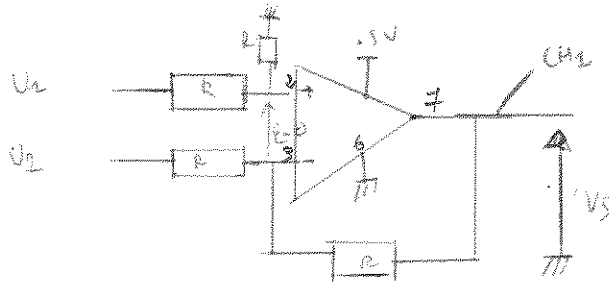
Groupe : A

Date : 6/10/17

Poste : 3 et 4

Objet de la manipulation : Réalisation d'un montage soustracteur pour obtenir la caractéristique A (ordonnée à l'origine)

Schéma du montage et points de mesure : schéma de l'amplificateur opérationnel soustracteur



$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$V_2 = 3.3 \text{ V}$$

$$\text{AO : } \mu\text{CP 6272}$$

#### Protocole de travail (si nécessaire) :

Choix de l'AO a été fait à l'aide de la documentation nous avons regardé le mode commun de l'AO qui nous semblait le plus intéressant, le 6272 nous paraissait être celui qui nous conviendrait le mieux.

#### Mesures + Conditions de mesure :

$$V_3 = \frac{R}{R} (V_2 - V_1) = (V_2 - V_1)$$

$$\text{Donc notre } V_3 = \underline{V_3 = A \cdot B \cdot T - A = B \cdot T}$$



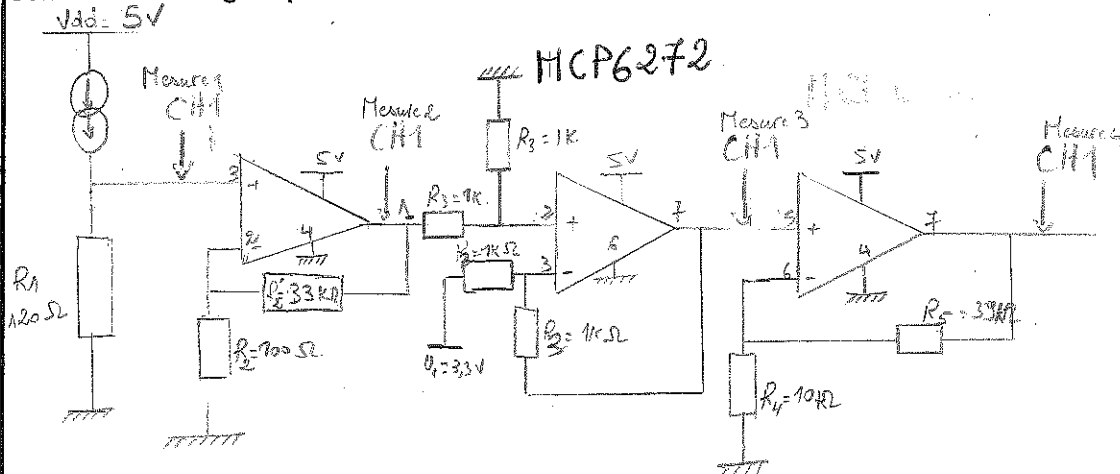
Noms : Ferrari / Dechandon / Dahan / Jousset / HNDIA Groupe : B04

Date : 29/09/2017

Poste : 3

Objet de la manipulation : Conditionnement du signal  $V_{PT100}$ 

Schéma du montage et points de mesure :



Protocole de travail (si nécessaire) :

On a réalisé le montage en classeur pour amplifier la tension qui arrive à  $V^+$  ( $G=330$ ) on a choisi  $R_2 = 100 \Omega$  et  $R_1 = 33 k\Omega$ . Ensuite, on a fait la soustraction en utilisant MCP6276, on a choisi toutes les résistances à  $1 k\Omega$  afin d'avoir un gain  $G=1$ . Finalement, on a besoin d'une deuxième amplification pour avoir  $3V \pm 50^\circ C$ .  $R_4 = 10 k\Omega$  et  $R_5 = 33 k\Omega$

Mesures + Conditions de mesure :

Mesure 1:  $V^+ = 10,3 mV$  (l'entrée (+) de l'AO MCP602)Mesure 2:  $V_{in} = 3,94 V$  (la sortie de l'AO MCP602)Mesure 3:  $V_{out} = 628 mV$  (la sortie de soustracteur MCP6272)Mesure 4:  $V_{out} = 3,1 V$  (la sortie de l'AO MCP6272).

Noms : DECHANDON/FERRARI/DAHAN/ LINA/ JOUSSELYN

Groupe : 6041

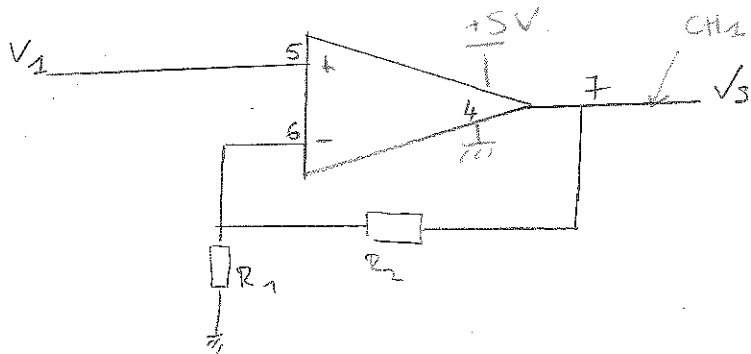
Date : 6/10/2017

Poste : 3er4

Objet de la manipulation : Amplification du signal  $V_1$  pour obtenir une tension de l'ordre de  $V_5$  ainsi pouvoir utiliser le soustracteur.

Schéma du montage et points de mesure :

AO non inverseur... NCP602.



Protocole de travail (si nécessaire) :

Mesures + Conditions de mesure :

Conditions de mesure :

AO utilisée : NCP602

 $V_1 = 10,3 \text{ mV}$  $R_1 = 100 \Omega$  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$ 

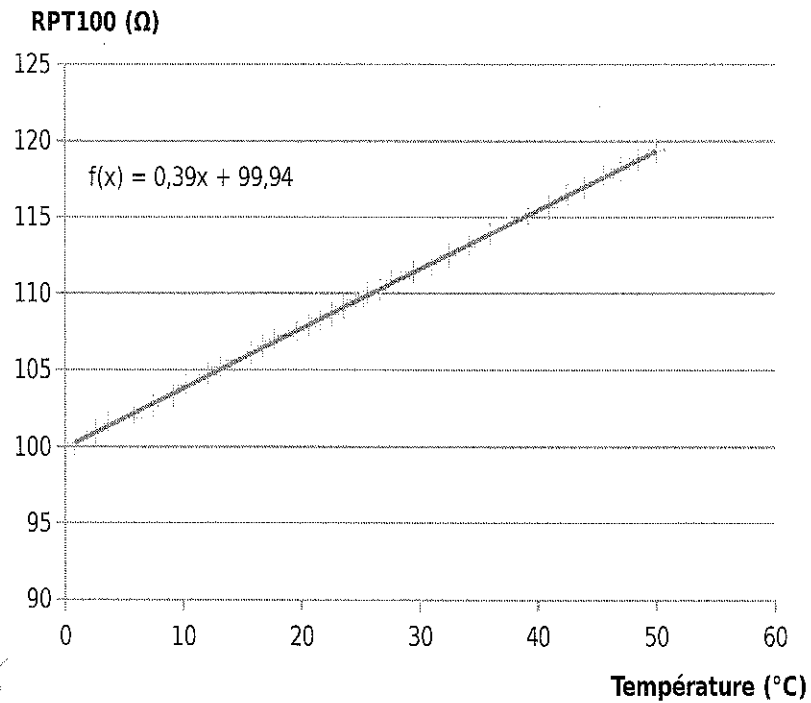
Gain de l'amplificateur :

 $G = 330$ 

Mesure

 $V_{CH2} = 3,41 \text{ V}$

## Courbe d'étalonnage du PT100 avec $RPT100 = R_0 + \alpha.T$



indiquez  
les points  
expérimentaux

Courbe d'étalonnage du PT100