

Durée : 3h / Régulation de température / Commande numérique

Objectifs de l'expérience

L'objectif du TP est d'étudier les éléments nécessaires à une régulation de température :

Partie A Capteur de température et mise en forme du signal (à réaliser sur plaquette de prototypage)

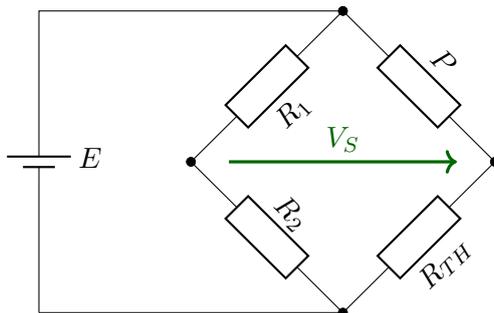
Partie B Mise en forme numérique et pilotage d'un moteur à courant continu (maquette fournie)

Le système final permettra de maintenir la température ambiante d'une pièce autour d'une valeur de température de consigne T_C , en pilotant un moteur à courant continu.

PARTIE A - Capteur et mise en forme du signal (DURÉE CONSEILLÉE : 90 MIN)

A1 - Etude du pont de Wheatstone

On s'intéresse au montage de type pont de Wheatstone suivant avec R_{TH} une thermistance de type CTN et les 3 autres résistances (R_1 , R_2 et P) de valeur $R = 10\text{ k}\Omega$, ainsi qu'une alimentation continue $E = 5\text{ V}$:



(a) Schéma du montage à réaliser



(b) Thermistance CTN

La thermistance de type CTN utilisée est un composant dont la résistance électrique vaut $R_0 = 10.0\text{ k}\Omega$ quand la température vaut $T_0 = 25.0^\circ\text{C}$ et dont la résistance électrique R_{TH} varie en fonction de la température T (en K) selon la loi de Steinhart-Hart (avec $B = 4300\text{ K}$) :

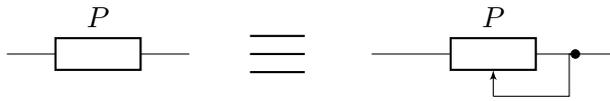
$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln\left(\frac{R_{TH}}{R_0}\right)$$

- Calculer la valeur de la thermistance R_{TH} pour la température ambiante actuelle et en déduire la valeur théorique de la tension de sortie du pont de Wheatstone. *Un thermomètre est à disposition dans la salle.*

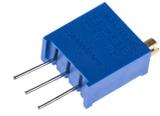
- Prendre 3 résistances $R = 10\text{ k}\Omega$ (pour R_1 , R_2 et P) et mesurer leurs valeurs exactes. Vérifier la pertinence des valeurs trouvées par rapport à la couleur des anneaux présents sur la résistance. En déduire la valeur de tension attendue en sortie du pont de Wheatstone en prenant en compte les valeurs exactes de ces résistances.

- Câbler le montage du pont de Wheatstone et vérifier par la mesure la tension en sortie de celui-ci.

On se propose de remplacer la résistance P par un **potentiomètre multitour** de valeur $P = 47\text{k}\Omega$, dont la résistance varie entre les broches 1 et 2 du composant de 0 à $47\text{k}\Omega$ selon la position du curseur.



(a) Câblage du potentiomètre

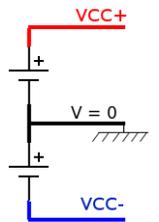


(b) Potentiomètre

- Que va permettre l'ajout de ce potentiomètre ? Modifier votre montage et régler la tension de sortie à une tension nulle pour la température ambiante actuelle.

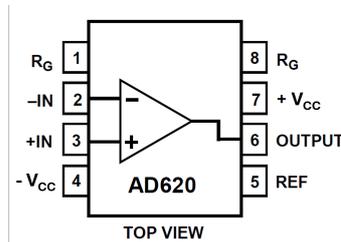
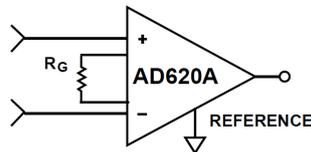
A2 - Alimentation symétrique

- Réaliser une alimentation symétrique de $+V_{CC} / -V_{CC}$ (avec $V_{CC} = 5\text{V}$) à l'aide de l'alimentation continue composée de deux blocs indépendants (voir document annexe *Description du matériel* et figure ci-contre).
- Proposer et mettre en oeuvre une méthode de validation de ces deux tensions (successivement).



A3 - Amplification du signal

Le composant AD620 est un **amplificateur d'instrumentation** dont le schéma de câblage est représenté ci-dessous :



Le gain $G = \frac{V_s}{V_+ - V_-}$ entre sa sortie V_s et ses entrées V_+ et V_- dépend de la valeur de la résistance externe R_g choisie selon l'équation :

$$G = \frac{49,4\text{ k}\Omega}{R_g} + 1$$

- Déterminer la valeur de R_g permettant d'obtenir une plage de tension comprise entre -5V et $+5\text{V}$ lorsque la température ambiante varie entre $15,0^\circ\text{C}$ et $40,0^\circ\text{C}$.
- Câbler le montage de l'AD620 en cascade avec le pont de Wheatstone avec une valeur approximative de R_g déterminé précédemment et vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble du circuit.

- Que pouvez-vous conclure sur les limites d'utilisation de ce "Suiveur" ?

B2 - Commande numérique

• Observer la sortie **PWM+** du boîtier en fonction de la valeur de la consigne (potentiomètre). Expliquer en détail le lien entre l'entrée et la sortie du boîtier. *La sortie **ERR_N** - dans le mode Suiveur uniquement - est une image de la tension en sortie du potentiomètre de consigne.*

B3 - Etage de puissance et moteur

On décide de placer un moteur à courant continu (simulant un système de ventilation) qui sera piloté par la sortie **PWM+**. On insère un étage de puissance (déjà inclus sur la maquette) composé d'un transistor entre cette sortie et les broches du moteur.

- Expliquer le rôle d'un étage de puissance à cet endroit du montage.
- En faisant varier la consigne (potentiomètre), expliquer le principe de pilotage du moteur à courant continu.

Le moteur doit être alimenté en 6 V entre la masse (GND) et l'entrée de puissance V_{MOT} .

On rappelle que le moteur à courant continu peut-être considéré comme un convertisseur électrique-mécanique avec un comportement de type passe-bas de faible fréquence de coupure.

B4 - Régulation

- Placer le boîtier en position "*Régulation*".
- Appliquer un signal sinusoïdal de 1 V d'amplitude crête à crête, de valeur moyenne nulle et de fréquence inférieure à 1 Hz sur l'entrée **MES_A**.
- Visualiser à l'oscilloscope les signaux **PWM+**, **SIG** et **ERR_N**. Expliquer le rôle de chacun de ces signaux.
- Relever les informations pertinentes pour expliquer l'intérêt de cascader l'ensemble de ces montages pour obtenir la régulation de température souhaitée. *L'amplitude du signal d'entrée (MES_A) peut être comprise entre 0 et 2 V.*
- Indiquer les limites de fonctionnement de ce système de régulation de température.
- Mettre en cascade les différents éléments et visualiser les signaux pertinents.