

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)

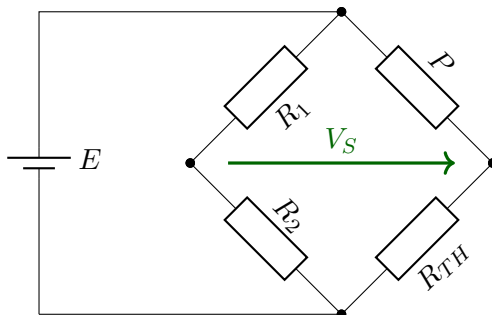
Partie B Mise en forme numérique et pilotage d'un moteur à courant continu (maquette fournie)

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 $B = 4300\text{ K}$) :

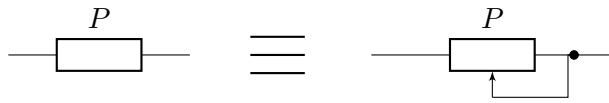
$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \left(\frac{R_{TH}}{R_0} \right)$$

- 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.*

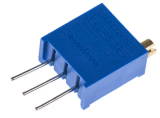
- Prendre 3 résistances $R = 10\text{ k}\Omega$ (pour R_1 , R_2 et P) et mesurer leurs valeurs exactes. Vérifier la pertinence des valeurs trouvées par rapport à la couleur des anneaux présents sur la résistance. En déduire la valeur de tension attendue en sortie du pont de Wheatstone en prenant en compte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

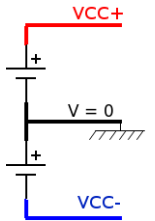


(b) Potentiomètre

- 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.

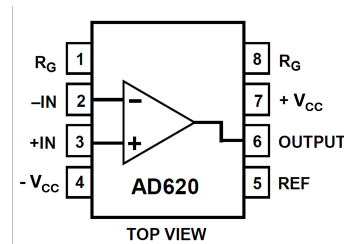
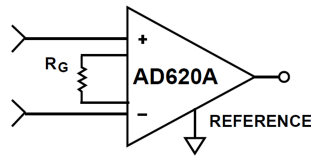
A2 - Alimentation symétrique

- 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 :



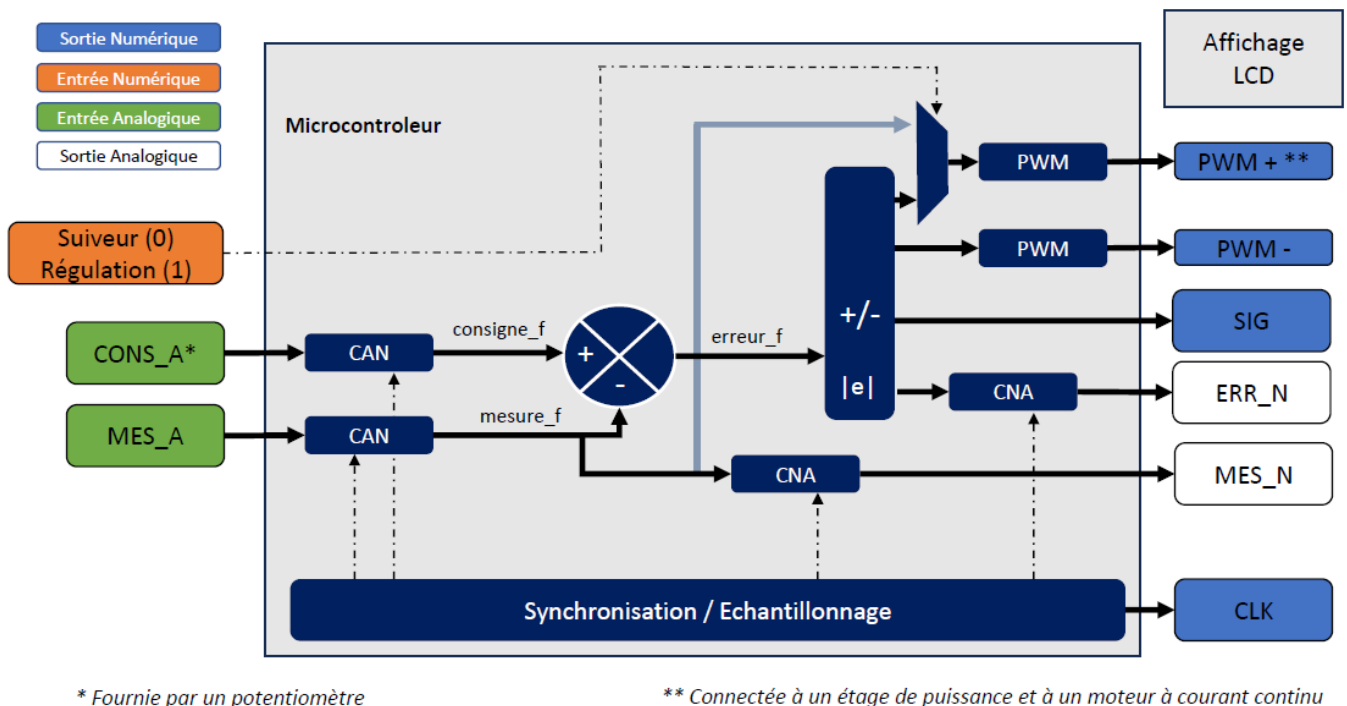
Le gain $G = \frac{V_s}{V_+ - V_-}$ entre sa sortie V_s et ses entrées V_+ et V_- dépend de la valeur de la résistance externe R_g choisie selon l'équation :

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

- Déterminer la valeur de R_g permettant d'obtenir une plage de tension comprise entre -5 V 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.

PARTIE B - Commande en puissance (DURÉE CONSEILLÉE : 90 MIN)

On se propose maintenant d'étudier le **boitier annexe** fourni qui intègre un **composant numérique** ainsi qu'un composant de puissance.



ATTENTION : LE BOITIER DOIT ÊTRE ALIMENTÉ ENTRE 0 ET 5V. AUCUNE TENSION NÉGATIVE N'EST TOLÉRÉE SUR L'ALIMENTATION !

L'entrée **MES A** accepte des tensions pouvant aller entre -1.5 V et 1.5 V .

Mode de fonctionnement

Le mode de fonctionnement peut être choisi à l'aide d'un interrupteur sur le boîtier :

Position 0 "*Suiveur*" numérique - la sortie **PWM+** est directement contrôlée par le signal appliqué sur l'entrée *CONSIGNE* (potentiomètre).

Position 1 "*Régulation*" - la sortie **PWM+** est pitotée par le signal d'erreur entre la consigne et la mesure.

B1 - Etude de la sortie de mesure numérique du boîtier

- Placer le boîtier en position "*Suiveur*".
 - Appliquer un signal sinusoïdal de 1 V d'amplitude crête à crête, de valeur moyenne nulle et de fréquence 1 kHz sur l'entrée **MES_A**.
- Vérifier au préalable votre signal à l'oscilloscope, pour ne pas endommager le boîtier annexe.**
- Observer la sortie **MES_N** du boîtier.
 - Analyser le signal obtenu et indiquer les valeurs numériques des grandeurs caractérisant le fonctionnement de ce type de système. Faire une étude fréquentielle (basée sur la FFT) en testant plusieurs fréquences pour le signal d'entrée.

- 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.