

| | | |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------|
| td | td AL 1.1 | TSI1 (Période 2) |
| | Alimenter : signaux constants | 1h |
| | Cycle 4 : Alimenter | 2 semaines |

MODELISER Modéliser le signal d'entrée.

RESOUDRE Proposer une démarche permettant de déterminer des grandeurs électriques.
Déterminer les signaux électriques dans les circuits.

Acquisition de température à l'aide d'une thermistance

Cahier des charges : mesurer la température d'une thermoformeuse :

- plage de températures : $20^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 60^{\circ}\text{C}$,
- précision attendue : 2%.

La thermistance utilisée pour évaluer la température a une résistance qui décroît avec la température θ :

$$R(\theta) = R_0 - a\theta \quad \text{où } \theta \text{ est la température en } ^{\circ}\text{C} \quad \text{avec } R_0 = 800\Omega \quad \text{et } a = 7,5 \Omega/^{\circ}\text{C}$$

On souhaite faire l'acquisition à l'aide d'une entrée analogique d'une carte Arduino dont la tension admissible est $V_{\text{max}}=5\text{V}$ et dont la précision de mesure en tension vaut $\Delta V = 5\text{mV}$.

La valeur maximale admissible du courant sur l'entrée analogique est $I_{\text{m}}=20\text{mA}$.

1 Compatibilité en courant de la thermistance et de la carte Arduino

- 1) Calculer les valeurs de résistances aux limites de la plage de variation de la température.
- 2) Tracer le schéma électrique représentant cette résistance variable alimentée par une source de tension $V_0=5\text{V}$. Placer sur ce schéma le courant I_0 associé. Calculer la valeur du courant I_0 délivré par la carte dans le pire des cas. Ce courant peut-il être maintenu longtemps sans risque pour la carte Arduino ?

2 Mesure du courant par pont diviseur de tension

L'entrée analogique mesure en réalité la tension entre la masse et le potentiel relié à cette entrée.

Afin d'évaluer la valeur du courant I_0 dans la thermistance, on place en série une résistance $R_1=650\Omega$ avec la thermistance et on les relie à la source de tension $V_0=5\text{V}$.

- 3) Tracer le schéma électrique de ce montage et placer le courant I_1 circulant dans le circuit ainsi que la tension U_R aux bornes de la thermistance et la tension U_1 aux bornes de R_1 .
- 4) Exprimer puis calculer l'intensité I_1 délivrée par la carte Arduino dans le pire des cas. La situation est-elle plus favorable qu'à la question 2)
- 5) Exprimer la valeur de la tension U_1 aux bornes de la thermistance en fonction de R_1 , a , θ et R_0 .
- 6) Calculer les tensions $U_1(21^{\circ}\text{C})$, $U_1(20^{\circ}\text{C})$. En déduire la variation de tension $\Delta U_1=U_1(21^{\circ}\text{C})-U_1(20^{\circ}\text{C})$ engendrée par une variation de température de $\Delta\theta=1^{\circ}\text{C}$. Cette variation de tension peut-elle être décelée par la carte Arduino ?

- 7) Calculer la tension $U_1(60^\circ\text{C})$. Cette tension est-elle acceptable pour la carte Arduino.

3 Problématique de la perturbation liée à la résistance des fils

Les capteurs sont reliés par des fils électriques de longueurs variables selon la distance entre le point de mesure et la centrale d'acquisition.

La résistance d'un fil R_f est donnée par la relation suivante :

$$R_f = \frac{\rho L}{s} \quad \text{où} \quad \rho_o = 17.10^{-9} \Omega m \text{ pour du cuivre à } 27^\circ\text{C}$$

$L=100\text{m}$: longueur du fil pour une connexion en bout d'usine,
 $s = 8.10^{-3} \text{ mm}^2$: section d'un fil très fin de connexion.

- 8) Calculer la résistance du fil R_f .
- 9) En déduire la nouvelle tension $U_{1f}(20^\circ\text{C})$ sachant que cette résistance est en série avec R et R_1 .
- 10) En déduire l'erreur relative $|U_{1f} - U_1|/U_1$ induite sur la tension par la présence d'un fil de connexion aussi résistif. Cette valeur semble-t-elle compatible avec le cahier des charges ?

4 Conditionneur à source de courant constant

Une solution pour s'affranchir de la résistivité des fils de connexion et d'utiliser un conditionneur qui impose un courant constant de $I_c = 7\text{mA}$ dans la thermistance.

- 11) Faire le schéma du système sachant que la thermistance en série avec le fil de connexion de résistance R_f est alimenté par une source de courant I_c . On placera sur la thermistance le symbole d'un voltmètre réalisé par l'entrée de l'Arduino et qui mesure directement la tension U_R .
- 12) Montrer que la tension U_R est indépendante de la résistance R_f .
- 13) Calculer les valeurs $U_R(20^\circ\text{C})$ et $U_R(60^\circ\text{C})$. Quel est l'intérêt d'un tel conditionneur sur la relation température- tension mesurée (en termes de précision ou de facilité de traitement).