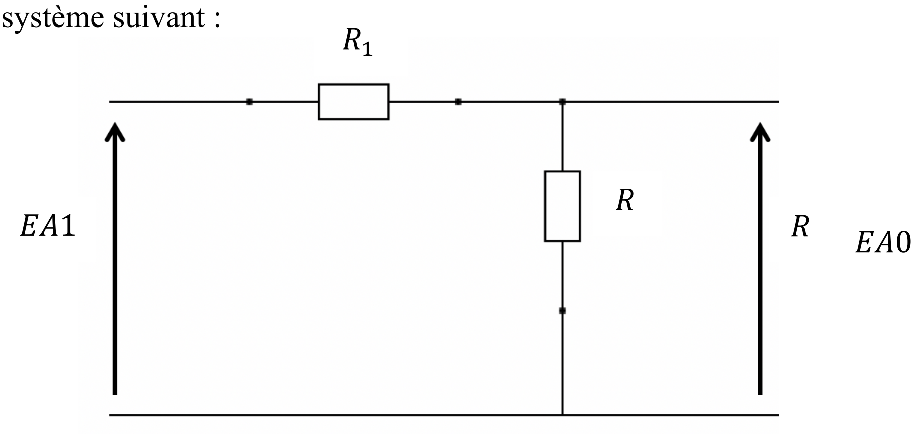
TP 12 : Réponse indicielle d’un système linéaire
Partie théorique (35 minutes)

I. De la tension aux bornes de la sonde de platine à la variation de la température du système :

On souhaite obtenir l’évolution au cours du temps, de la température θ du système (en degré Celsius) à partir de la tension mesurée sur la voie $EA0$ qui correspond à la tension aux bornes de la sonde de platine.

❖ 1ère étape : de la tension $EA0$ à la résistance R de la sonde de platine

Vous avez réalisé le système suivant :



A l’aide du *paragraphe VI.C du chapitre 06*, répondre aux questions suivantes :

a) Déterminer la formule littérale de la tension $EA0$ en fonction de $EA1, R\ et\ R_1$.

b) *Question facultative :* En déduire la formule littérale de la résistance de la sonde platine R en fonction de $EA0, EA1\ et\ R_1$.

❖ 2ème étape : de la résistance R de la sonde de platine à la température θ

<u>Document 01 : qu’est-ce qu’une sonde de platine Pt100 ?</u>

> Une sonde de platine $t100$ est un type de capteur de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance ou thermistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément $Pt100$ a une résistance de $100\ \Omega$ à $0\ °C$, et il est de loin le capteur de température le plus utilisé.
> Une sonde à résistance de platine est un type de thermistance qui permet de mesurer la température sur une plage allant de $-200\ °C$ à $+600°C$, et exceptionnellement jusqu’à $800°C$. Ce principe est basé sur un phénomène physique : la résistance électrique du platine varie selon sa température.
> La relation entre la température θ de la thermistance et sa résistance R est linéaire :
>
> $$R = R_0 \times (1 + b \times \theta)$$
>
> avec $R_0 = 100\ \Omega$
> $b = 3{,}9083 \times 10^{-3}\ °C^{-1}$

c) A l’aide du document 01, déterminer l’expression **littérale** de θ en fonction de $R, R_0\ et\ b$.

APPEL A : Appeler le professeur afin qu’il valide et note votre travail.

II. Étude théorique du système thermodynamique :

A. Mise en place de l’équation différentielle régissant le système :

Le dissipateur thermique à ailettes de surface S est chauffé par effet Joule. La résistance chauffante lui fournit une puissance thermique $P_{fournie} = U \times I$ (en watt)

d) Calculer la valeur numérique de la puissance thermique fournie $P_{fournie}$ par la résistance chauffante au dissipateur thermique.

Après l'instant $t = 0s$, la résistance chauffante est alimentée et le dissipateur thermique à ailettes est porté à l'instant t à la température $\theta(t)$. Le dissipateur thermique voit sa température augmenter. Son énergie interne stockée augmente.

La puissance thermique stockée par le dissipateur thermique à ailettes augmente aussi et a pour formule :

$$P_{stockée} = mc \times \frac{d(\theta - \theta_{ext})}{dt}$$

avec c : la capacité thermique massique du matériau constituant le dissipateur thermique à ailettes (en $J.°C^{-1}.kg^{-1}$)

Par convection forcée par le ventilateur, le dissipateur thermique à ailettes fournit une puissance thermique à l'extérieur. Cette puissance thermique perdue a pour formule :

$$P_{perdue} = h \times S \times (\theta - \theta_{ext})$$

avec θ_{ext}: température extérieure (celle de la salle) en degré celsius
h: coefficient de convection thermique (en $W.m^{-2}.°C^{-1}$)

e) À l'aide d'un bilan de puissance (lien logique entre $P_{fournie}, P_{stockée}\ et\ P_{perdue}$), déterminer que l'équation différentielle régissant ce système est :

$$\frac{d(\theta - \theta_{ext})}{dt} + \frac{hS}{mc}(\theta - \theta_{ext}) = \frac{P_{fournie}}{mc}$$

f) A l'aide des *paragraphes VII.C et VIII.B du chapitre 06*, choisir la forme canonique correcte de l'équation différentielle (faisant intervenir la grandeur τ) et l'écrire sur votre copie.

g) Quel est l'ordre du système ? Quelle nature de filtrage réalise le système thermodynamique étudié ici ?

h) Si toute la puissance reçue est directement perdue (c'est à dire sans stockage par le dissipateur thermique), démontrer que la température du système $\theta_{sans\ stockage} - \theta_{ext}$ a pour expression :

$$\theta_{sans\ stockage} - \theta_{ext} = \frac{UI}{hS}$$

APPEL B : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

B. Identification des grandeurs :

Cette variation de température $\theta_{sans\ stockage} - \theta_{ext} = \frac{UI}{hS}$ correspond à la hauteur de l'échelon du signal d'entrée de notre système. En d'autres termes, après l'instant $t = 0s$, on a :

$$e(t) = \frac{UI}{hS}$$

i) Par identification entre l'équation différentielle de la Q09 et sa forme canonique choisie en Q10, en déduire :
   - l'expression littérale du signal de sortie s en fonction de $\theta\ et\ \theta_{ext}$
   - l'expression littérale de la constante de temps τ en fonction de $h, S, m\ et\ c$.
   - la valeur de l'amplification statique H_0

APPEL C : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.