

Examen blanc : capteurs et instrumentation

Date : 23 avril 2025

Durée : 1 heure et 30 minutes

Consignes : documents et calculatrice interdits

Au cours de votre rédaction, pensez à bien justifier vos réponses.

Exercice 1 Questions de cours

1) Exprimez dans un schéma la relation entre le mesurande, le corps à l'épreuve, le conditionneur.

2) Notons T la température et considérons que la tension en sortie du capteur est donnée par

$$V = \frac{V_{200} - V_{100}}{100} T$$

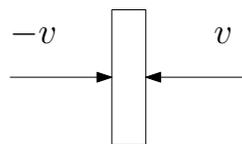
où V_{200} , V_{100} sont des valeurs de tension fixes. Quelle est la sensibilité du capteur ?

3) Considérons un capteur modélisé par une fonction f et supposons que le mesurande x qui varie sur un intervalle $[a, b]$. Quelle est l'expression de la sensibilité maximale du capteur ?

4) Considérons un capteur de pression fondé sur l'effet piézo-électrique. Dans certains cas, il peut s'exprimer par

$$V = k(P + P_0)$$

où k est une constante, P_0 est une pression extérieure appliquée dans une direction v et $P + P_0$ est la pression appliquée sur le capteur dans la direction $-v$.



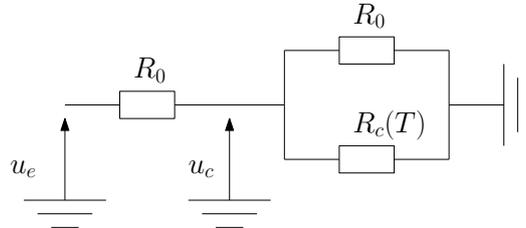
Quelle est la valeur de tension émise à l'équilibre ?

5) Modélisons la sortie du capteur pour la mesure x par la variable aléatoire S et supposons que

$$\mathbb{E}[S] = x.$$

Que peut-on dire sur la qualité du capteur ? Quelle est l'information manquante ?

Exercice 2 Soit le capteur de température décrit par le circuit ci-dessous



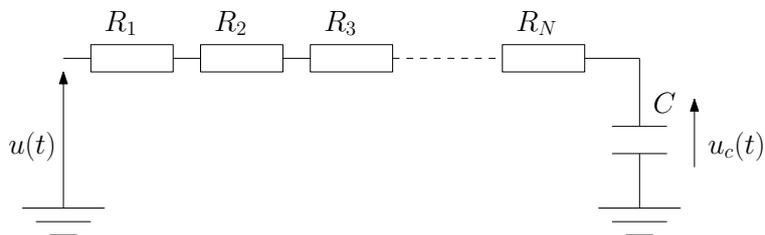
- 1) Déterminer u_c .
- 2) Considérons dans un premier temps que $R_c = R + \Delta R$. Donnez l'expression de la sensibilité du capteur par rapport aux variations de ΔR .
- 3) Considérer la variante du circuit en modifiant la valeur des résistances (autres que R_c). Quelle est la condition qui apparaît lorsque l'on souhaite obtenir la linéarité du capteur face aux variations de ΔR ?

Supposons que le R_c suive la relation simplifiée ci-dessous

$$R_c(T) = \alpha \exp(\beta(T_0 - T)).$$

- 4) Sachant que $T = T_0 + \Delta T$, étudier la sensibilité de R_c .
- 5) Exprimer la sensibilité en fonction de T du capteur de manière approchée autour de T_0 .

Exercice 3 Considérons un capteur modélisé par le circuit RC ci-dessous



- 1) Exprimer u par une équation différentielle du 1er ordre en u_c (il n'est pas demandé de la résoudre).

Nous avons vu en cours que la transformée de Fourier au sens suivant

$$\mathcal{F}x(\nu) := \int_{\mathbb{R}} x(t)e^{-2i\pi\nu t} dt$$

qui requiert que

$$\int_{\mathbb{R}} |x(t)| dt < \infty.$$

2) Dans un système électrique, on a parfois une tension alternative $u(t) = u_0 \cos(\omega t)$. Dans ce cas, $\mathcal{F}u$ est-elle bien définie ?

À partir de maintenant, nous considérons la transformée de Fourier en un sens plus général que celui vu en cours.

3) Exprimer l'EDO dans le domaine fréquentiel.

Comme le système est linéaire et invariant dans le temps, il se caractérise par

$$u_c(t) = (u * h)(t).$$

4) Exprimer l'égalité ci-dessus dans le domaine fréquentiel.

5) Déterminer l'expression de $\mathcal{F}h$ à partir de $\mathcal{F}u$ et $\mathcal{F}u_c$.