



EI2 & EI2-PassMed– ISTIA
Capteurs – Vendredi 23 juin 2017
Amphi A : 10h00-12h00



La rédaction et la présentation sont des éléments importants d'appréciation des copies. Les choix découlant d'une interprétation personnelle du cahier des charges devront faire l'objet de justifications pertinentes. Le barème est donné à titre indicatif et susceptible de modifications.

NOM Prénom	LES REPONSES DOIVENT ETRE FOURNIES SUR LE SUJET AUCUN AUTRE DOCUMENT NE SERA RENDU A L'ENSEIGNANT
------------	--

Exercice 1 : (4 points)

Dans une conduite cylindrique parcourue par un fluide chaud, le coefficient de transfert de chaleur h [$W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$] entre le fluide chaud et les parois internes de la conduite est donné par la relation suivante:

$$h = 0.023 \frac{\lambda}{D} Re^{0.8} Pr^{\frac{1}{3}}$$

où

λ : la conductivité thermique du fluide ($\lambda = 0.4 W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$),

D : le diamètre du tube en mètre,

Re : le nombre de Reynolds caractérisant l'écoulement (sans unité),

Pr : le nombre de Prandtl caractérisant les transferts thermiques dans la conduite (sans unité),

Afin de déterminer le coefficient h , plusieurs mesures du diamètre, du nombre de Reynolds et du nombre de Prandtl sont effectuées.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci après. :

Mesure n°	D [mm]	Re	Pr
1	18.6	2120	1.2
2	18.4	2100	1.0
3	18.5	2150	1.1
4	18.6	2135	1.3
5	18.3	2150	1.1

1. Déterminer les valeurs moyennes du diamètre, du Nombre de Reynolds et du Nombre de Prandtl.

Réponse :

2. Calculer les erreurs réalisées sur ces paramètres,

Réponse :

3. Dédurre la valeur moyenne du coefficient de transfert de chaleur,

4. Déterminer l'incertitude réalisée sur ce paramètre,

Réponse :

5. Présenter le coefficient de transfert de chaleur sous la forme : $h = \bar{h} + \Delta h$

Réponse :

Exercice 2 : (4 points)

On dispose d'un capteur de température non linéaire dans la gamme 0-300°C. Sa sensibilité n'est pas identique sur toutes les plages de température :

- +0,85 mV/°C de 0 à 80 °C,

- +0,79 mV/°C de 80 à 180°C,
- +0,70 mV/°C de 180 à 300°C.

Ce capteur fournit une tension de 520 mV à 0°C.

1. Quelle tension fournit-il à 300 °C ?

Réponse :

2. On suppose maintenant que ce capteur présente un défaut lors de sa descente en température. En effet les sensibilités lors de la descente en température sont :

- +0,69 mV/°C de 300 à 180°C,
- +0,77 mV/°C de 180 à 80 °C,
- +0,83 mV/°C de 80 à 0°C.

En partant de la tension obtenue à la question 1, quelle sera la tension obtenue à 0°C suite à une descente en température ?

Réponse :

A partir de cette erreur en tension, quelle est l'erreur de température induite (en considérant que votre appareil de mesure utilise les sensibilités sans défaut) ?

Réponse :

On décide d'utiliser un autre capteur afin de réaliser nos mesures de températures. Celui-ci est non linéaire et donne, après amplification, une tension U fonction de la température θ en °C dans le domaine 0°C → 300°C. L'équation de sa fonction est $U = a\theta^2 + b\theta + c$.

3. La tension U est en mV. Les coefficients sont $a = 2.87 \times 10^{-5}$, $b = 1.69 \times 10^{-3}$ et $c = 3.2 \times 10^{-2}$. Quelles sont les unités de ces trois coefficients ?

Réponse :

4. Quelle est la sensibilité de ce capteur ? Donner la valeur maximale et minimale de sensibilité sur la plage de température considérée ?

Réponse :

Exercice 3 : 4 points

Soit une résistance destinée à la mesure de la température dont les caractéristiques, définies par le fabricant, sont données par le tableau suivant :

θ [°C]	0	25	50	75	100
R [Ω]	100	110	120	130	140

1. Déterminer la sensibilité de cette résistance.

Réponse :

2. Afin de mesurer la valeur de la résistance, on utilise un Ohm-mètre d'une résolution de 0.1Ω . Quelle est la résolution en température qui sera obtenue ?

Réponse :

3. On décide de mesurer la tension au lieu de mesurer directement la résistance. Pour ce faire, un courant constant de 0.1 mA parcourt la résistance et on mesure la tension aux bornes de la résistance. La personne qui a effectué le branchement n'est pas expérimentée en soudure : elle a mis une grosse boule d'étain lors de la soudure. Les tensions suivantes sont alors mesurées :

θ [°C]	0	25	50	75	100
U [mV]	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2

- Exprimer la valeur de la résistance en fonction de la valeur de température.

Réponse :

- Calculer les valeurs des résistances pour les températures du tableau.

Réponse :

- Quel est l'effet de la boule d'étain sur ce capteur de température ?

Réponse :

- Comment classez-vous ce type d'erreurs : systématique ou aléatoire ?

Réponse :

Exercice 4 : 4 points

Un dispositif de surveillance d'une unité de production comporte la mesure d'une vitesse v (en cm.s^{-1}) de translation d'un convoyeur d'objets fabriqués sur un tapis roulant ainsi que la position d'un élément du système d'entraînement que l'on note x (en cm). Les sorties des capteurs, homogènes à des tensions, sont liées aux mesures des grandeurs correspondantes par les relations :

$$V_v = Av + B \quad ; \quad V_x = ax + b$$

où $A = 2.4 \text{ V.cm}^{-1}.\text{s}$; $B = 0.4 \text{ Volt}$; $a = 4.125 \text{ V.cm}^{-1}$; $b = 0.875 \text{ Volt}$.

On précise que dans le cadre de cet exercice, les grandeurs v et x évoluent indépendamment l'une de l'autre. Les tensions de sortie restent entre -14 V et $+14 \text{ V}$ (tensions de saturation).

Capteur de position

4.1. La grandeur x reste comprise entre -1 cm et $+4 \text{ cm}$. Quelle est l'étendue de mesure pour V_x ?

Réponse :

4.2. Le capteur de position relatif à x est en réalité non linéaire :

$$V_x = -(8.59 \cdot 10^{-2})x^3 + 0.258x^2 + 3.867x + 0.961$$

Quelle est l'erreur maximale de linéarité par rapport à la loi linéaire envisagée et pour quelle valeur de x (sur l'intervalle utile de variation) est-elle obtenue ?

Réponse :

4.3. Pour quelle valeur de x a-t-on une erreur nulle ?

Réponse :

4.4. Quelle est la sensibilité du capteur ? Pour quelle valeur de x est-elle maximale ?

Réponse :

Capteur de vitesse

4.5. Quel intervalle de vitesse v (en cm.s^{-1}) peut on mesurer ?

Réponse :

4.6. La vitesse v est de la forme : $v(t) = v_0 \sin(\omega t - \varphi) + 0.8$ où v_0 est en cm.s^{-1} et t en s. L'amplificateur de sortie du capteur correspondant a une vitesse de balayage (slew-rate) de $4.5 \text{ V} \cdot [\mu\text{s}]^{-1}$. Calculer la valeur maximale v_0 ainsi que la fréquence maximale théorique possible pour la vitesse.

La vitesse de balayage (ou *Slew rate*) représente la vitesse de variation maximale que peut reproduire un amplificateur : $SR = \max\left(\frac{du}{dt}\right)$; u étant la tension de sortie. La vitesse de balayage est exprimée en $\text{V}/\mu\text{s}$. Elle se mesure à l'aide d'un oscilloscope et d'un générateur de fonctions.

Réponse :

4.7. La valeur maximum de ω est mécaniquement de 20 000 rad.s^{-1} : est ce compatible avec les caractéristiques précédentes ?

Réponse :

QCM de TP (4 points) Une mauvaise réponse fait perdre des points : ne répondez pas au hasard.

Une sonde Pt100 possède une résistance qui dépend de la température : 100 Ω à 0°C avec un coefficient de température de +0,385 $\Omega/^{\circ}\text{C}$. Que vaut la résistance de la sonde à 100°C ?	Je ne sais pas
	0 Ω
	38,5 Ω
	138,5 Ω

Quelle est la couleur associée aux thermocouples de type K	Je ne sais pas
	Vert
	Jaune
	Blanc

Lors des séances de TP 3 et 4, trois capteurs ont été utilisés (A. thermocouple), (B. CTP), (C. CTN). Le classement du plus lent au plus rapide est :	C A B
	A B C
	C B A
	B C A

La résistance R d'une thermistance en fonction de la température T est donnée par la relation $R=5000(1-0.2T)$. Quel est son coefficient en température ?	- 0.2 $^{\circ}\text{C}$
	- 0.2 $^{\circ}\text{C}^{-1}$
	0.2 $^{\circ}\text{C}^{-1}$
	0.2 $^{\circ}\text{C}$

Comment s'appelle la partie mobile d'un pied à coulisse ?	le vermier
	le verrier
	le vernier
	le varmier

Comment dit-on arbre en grec ancien ?	arbros
	sylves
	dendron
	arboricolos

Question de culture générale

Rappeler le principe physique de mesure de température par un capteur à sonde résistive Pt 100, et indiquer le rôle du montage 3 fils.

Réponse :