Séquence n°2
Mesure à l'aide d'un capteur

Fiches de synthèse mobilisées :
Fiche n°1 : : Mesure et incertitudes
Fiche n°2 : Mesure à l'aide d'un capteur

Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 : Chauffage et température 1

ACTIVITÉ 1 : Chauffage et température

DOCUMENT 1 : le chauffage intelligent

Un chauffage intelligent qui vous fait faire des économies ? C'est possible : vous consommerez **jusqu'à 10 % de moins avec un système de régulation** (qui commande le chauffage en fonction d'une température choisie) et moins encore **avec une horloge de programmation** (qui réduit automatiquement la température la nuit ou quand la maison est vide).
19 °C dans les pièces à vivre, 16 °C dans les chambres, c'est bon pour la santé, le porte-monnaie et l'environnement. Passer de 20 °C à 19 °C, c'est peut-être un pull en plus, mais c'est surtout 7 % de consommation en moins.

http://www.ademe.fr/particuliers-eco-citoyens/habitation/bien-gerer-habitat/chauffage-climatisation

Comme 1°C représente une différence de consommation de 7%, la mesure de température doit être de qualité. Pour cela on se propose de mettre en œuvre au laboratoire un procédé de mesure de température dont le cahier des charges est le suivant:
- l'incertitude-type est de l'ordre de 0,25°C
- l'écart entre la valeur de référence (donnée par un appareil étalon) et la valeur de la grandeur mesurée est inférieur à l'incertitude-type.
La chaine de mesure utilisée est la plus simple possible, elle comporte un capteur de température et un ohmmètre.

BY NC SA

Partie 1 : Le capteur de température : la Pt100

DOCUMENT 2 : le capteur Pt100

Une sonde Pt100 est un type de capteur de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément Pt100 a une résistance de 100 ohms à 0 °C.
Ce capteur est équipé d'une gaine de protection ou de montage pour former une sonde de température.
La sonde peut être utilisée sur une grande plage de températures de -200 °C à 850 °C.
La résistance de la Pt100 varie avec la température. Sur une étendue de mesure limitée, la courbe caractéristique R(T) est quasi linéaire.
La relation entre température et résistance du conducteur de platine est la suivante :
T = 2,597×R – 259,7 (T : température en °C ; R : résistance en ohm ; 2,597 en°C.Ω^{-1} ; 259.7 en °C)



Sonde Pt100

1. Proposer un protocole expérimental permettant la mesure de température avec un capteur Pt100.
2. Exprimer la résistance R en fonction de la température T.
3. On appelle sensibilité du capteur de température la variation de résistance lorsque la température varie de 1°. Montrer que la sensibilité du capteur de température est égale à 0,385 Ω.°C^{-1}.

Partie 2 : Evaluation de l'incertitude-type de mesure de température et validation de la méthode

On supposera dans cette partie que les sources d'erreur liées à la relation entre température et résistance sont négligeables par rapport aux autres.

4. Rechercher la source d'erreur de la mesure de température.
5. Proposer une méthode pour estimer l'incertitude-type de mesure de la température donnée par la Pt100 associée à l'ohmmètre à l'aide d'une simulation et de la demi-étendue de la résistance donnée par le fabricant de l'ohmmètre.
6. Réaliser le protocole de la question 5 validé par le professeur et estimer l'incertitude-type correspondante de température u(T).
7. Calculer l'incertitude-type de mesure de résistance u(R).
8. Calculer le rapport $\frac{u(R)}{u(T)}$ et en déduire que $u(T) = \frac{u(R)}{sensibilité}$.

9. Un thermomètre étalon est utilisé pour valider la méthode de mesure.

Mesurer simultanément la température de référence donnée par l'étalon et la température donnée par la chaîne de mesure (Pt100 + multimètre)

Comparer la différence entre la valeur de référence et la valeur de la grandeur mesurée à l'incertitude-type estimée.
La méthode de mesure est-elle compatible avec le cahier des charges ?

CC BY NC SA

Partie 3 : Amélioration du processus de mesure

10. Proposer une amélioration de la méthode afin de répondre aux exigences du cahier des charges.
11. Evaluer l'incertitude-type de mesure comme précédemment, avec le nouveau dispositif.
12. Qualifier la mesure en termes de justesse. Proposer une explication et une amélioration éventuelle.

Partie 4 : La méthode de correction

Ce n'est pas la **qualité** de la chaine de mesure qui pose problème mais la **méthode** de mesure. En effet cette méthode ne permet pas de mesurer uniquement la résistance du capteur mais celle de l'association des fils de connexion et de la Pt100.
Les fabricants contournent ce problème avec des Pt100 équipées de 3 ou 4 fils.
Dans le cas de la Pt100 3 fils (ci-dessous), un fil est connecté à une borne de partie sensible du capteur et deux autres fils sont connectés à l'autre borne (on rappelle que la partie sensible est un conducteur ohmique à deux pôles). Il est possible de mesurer la résistance des fils de connexion avec un ohmmètre et les deux fils connectés proche du capteur.



Sonde Pt 100 3 fils



Schéma de la sonde Pt100 3 fils et mesure de la résistance des fils de connexion

13. Mesurer la résistance des fils de connexion de couleur identique comme indiqué sur le schéma.
14. Mesurer simultanément la température de référence à l'aide du thermomètre étalon et la résistance aux bornes du capteur Pt 100. A l'aide la question précédente, déterminer la valeur corrigée de la résistance de la Pt100.
15. Comparer la différence entre la valeur de référence et la valeur de la grandeur mesurée à l'incertitude-type estimée.
16. La chaine de mesure répond-elle bien aux exigences du cahier des charges.

CC BY NC SA