

Premier Problème : Mesure du pouvoir calorifique d'un combustible avec un thermomètre à affichage numérique.

1. Une bombe calorimétrique de Mahler est immergée dans un calorimètre contenant de l'eau. Une sonde thermométrique plonge dans l'eau. Soit C la capacité thermique de l'ensemble (calorimètre, bombe calorimétrique, eau et accessoires).

La bombe calorimétrique contient un excès d'oxygène et une masse m d'un combustible liquide dont on veut mesurer le pouvoir calorifique. Un dispositif d'électrodes permet de provoquer l'inflammation et la combustion complète du combustible.

Avant l'expérience, la sonde thermométrique indique une température initiale stable t_0 . Après l'expérience, la température se stabilise à la température t .

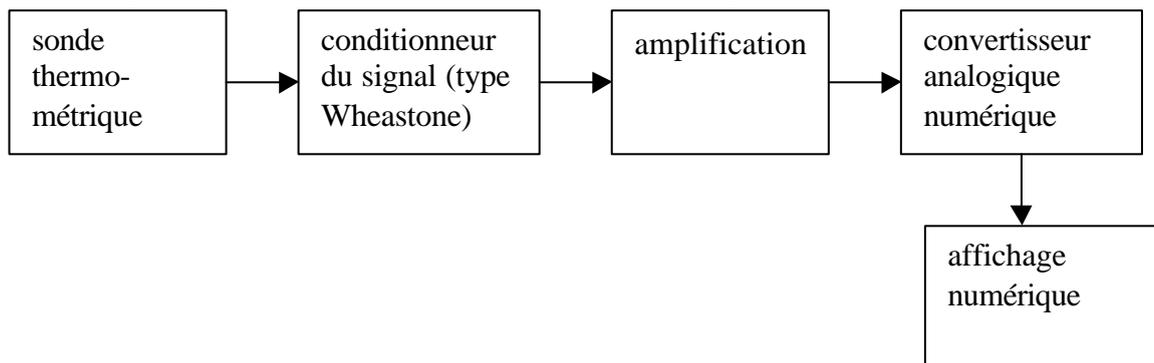
a) Exprimer en fonction de C , t_0 et t la quantité de chaleur dégagée par la combustion.

b) En déduire l'expression du pouvoir calorifique supérieur P du combustible rapporté à l'unité de masse.

Faire l'application numérique.

$$C = 1600 \text{ J.K}^{-1} \quad t_0 = 18,0^\circ\text{C} \quad t = 23,0^\circ\text{C} \quad m = 0,200 \text{ g}$$

2. Le principe d'un thermomètre à affichage numérique est le suivant :



La température est mesurée au moyen d'une résistance thermométrique appelée sonde de platine (Pt100).

La résistance de la sonde suit la loi approchée suivante : $R_c = R_{co}(1 + \alpha t)$

R_c : résistance en ohm à $t^\circ\text{C}$

R_{co} : résistance en ohm à 0°C : $R_{co} = 100 \Omega$

α : coefficient de température de résistivité (CTR) . $\alpha = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

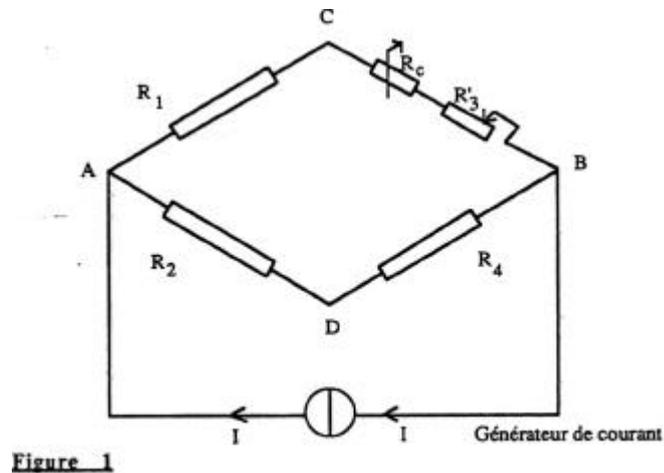
t : température mesurée en $^\circ\text{C}$

Ce capteur est placé dans une des branches d'un pont de Wheastone (figure 1).

Les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 sont indépendantes de la température.

Le pont est alimenté par un générateur de courant continu . $I = 1,00 \text{ mA}$.

$R_1 = R_2 = 2,00 \text{ k}\Omega$
 $R_4 = 1,00 \text{ k}\Omega$
 $R'_3 = \text{résistance variable}$
 $R_3 = R'_3 + R_c$



- a) Sur le document 1, à rendre avec la copie, noter les courants qui circulent dans les différentes branches du circuit et la chute de potentiel aux bornes de chaque résistance. Evaluer la tension $U_e = V_C - V_D$ en fonction de I , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .

Quelle valeur faut-il donner à R'_3 pour équilibrer le pont ($V_e = 0$) à $t = 0,00^\circ\text{C}$?
 R'_3 gardera cette valeur dans la suite du problème.

La température pouvant varier entre 10°C et 30°C , déterminer R_c et U_e pour $t = 10,0^\circ\text{C}$ et $30,0^\circ\text{C}$.

Présenter les résultats sous forme de tableau.

- b) Le signal délivré U_e est faible. L'étage d'amplification permet de l'amplifier et de le linéariser : $U_s = at + b$.

$$U_e \xrightarrow{\text{amplification}} U_s$$

$$U_s = 1,00 \text{ V si } t = 10,00^\circ\text{C}$$

$$U_s = 5,00 \text{ V si } t = 30,00^\circ\text{C}$$

En déduire l'étalonnage du capteur : $t = f(U_s)$

- c) La tension U_s est appliquée à un convertisseur analogique numérique (CAN) à approximations successives - 8 bits - échelle (0 - 5 V).
 La caractéristique de transfert est donnée sur la figure 3.

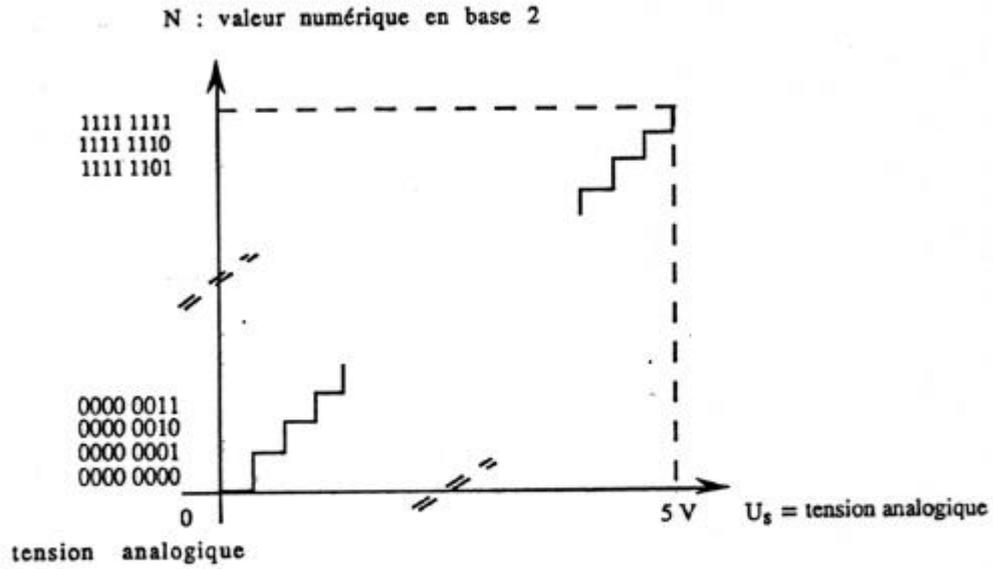


Figure 3

Combien de valeurs numériques possibles le CAN peut-il distinguer ?

3. Pour une variation du bit de poids le plus faible, quelles sont les variations correspondantes de U_s , t et P . Conclure.

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE

$R_1 = R_2 = 2,00 \text{ k}\Omega$
 $R_4 = 1,00 \text{ k}\Omega$
 $R'_3 =$ résistance variable
 $R_3 = R'_3 + R_c$

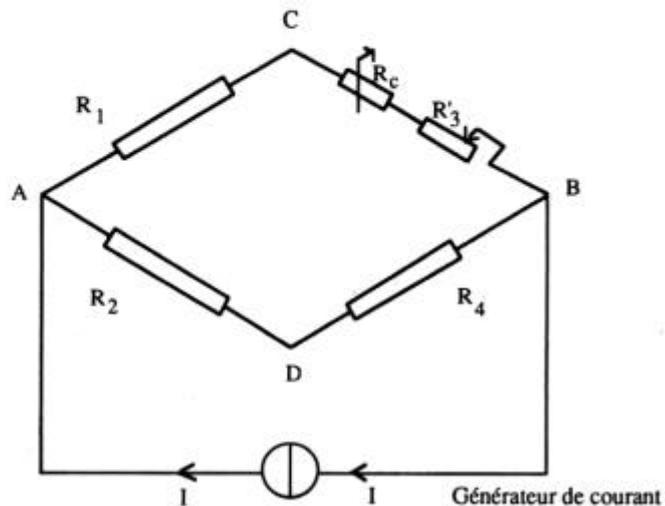


Schéma 1