

PARTIE C : GÉNIE ÉLECTRIQUE

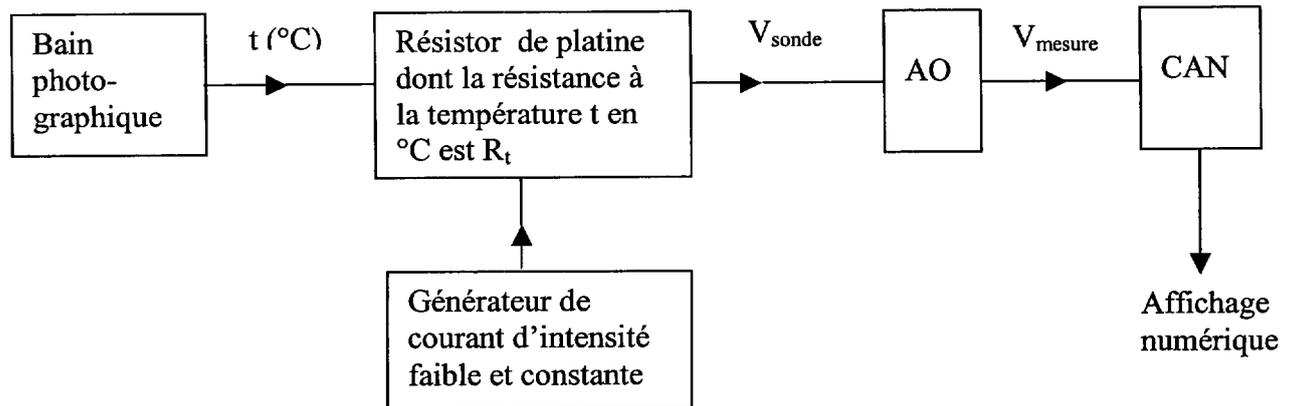
Durée conseillée : 1h30.

Les annexes C1, C2, C3 (pages 16 à 18/18) sont à rendre avec la copie.

Thermomètre numérique utilisant comme capteur un résistor de platine

Utilisation : ce thermomètre est destiné à mesurer des températures comprises entre 0 et 100°C comme celles, par exemple, des bains photographiques.

Description :



Un résistor de platine est placé dans un bain dont la température est notée t , exprimée en °C. Sa résistance à cette température est notée R_t . Un générateur de courant d'intensité faible et constante I traverse ce résistor. La tension mesurée aux bornes du résistor est notée V_{sonde} . Cette tension est amplifiée par l'intermédiaire d'un amplificateur opérationnel (AO) en une tension V_{mesure} . Cette tension est, elle-même, convertie par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique numérique (CAN) en nombres binaires.

I - Résistor de platine

Pour une température t comprise entre 0 et 100°C, la résistance R_t du résistor s'écrit :

$$R_t = R_0(1 + at).$$

Avec R_0 : résistance du résistor à $t = 0$ °C ; $R_0 = 100 \Omega$

et a : coefficient de température de résistivité du platine ; $a = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$.

1. A partir de la relation précédente, justifier l'unité du coefficient a .

2. La relation précédente peut aussi s'écrire :

$$R_t = R_0 + aR_0 t.$$

Montrer que cette écriture permet d'affirmer que la représentation de R_t en fonction de t est une droite possédant un coefficient directeur positif.

BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2006
Physique – chimie – génie électrique – U. 3		PHPCGE
Coefficient : 3	Durée : 5 heures	Page : 11/18

3. Calculer R_{100} et tracer, **annexe C1 (page 16/18)**, la droite représentative de R_t en fonction de t .

4. Justifier, à partir de la structure des cristaux métalliques dont le platine est un exemple, pourquoi la résistance de ceux-ci augmente avec la température.

5. Il existe un autre type de capteur de température dont on mesure la résistance en fonction de la température. Celle-ci décroissant exponentiellement en fonction de la température.

5.1. Comment s'appelle cet autre type de capteurs ?

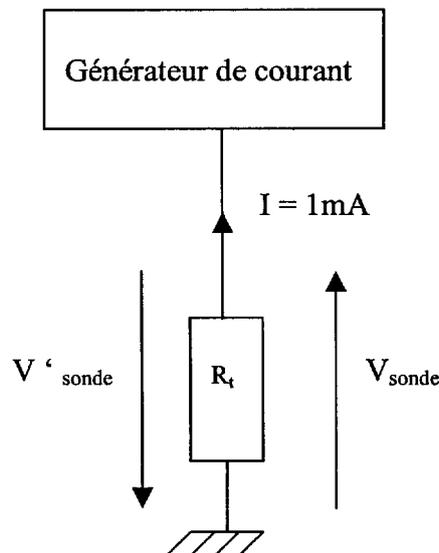
5.2. Quelle est leur composition chimique ?

II - Générateur de courant et tension de sonde V_{sonde}

Le générateur de courant délivre une intensité constante de 1 mA.

1. Quel serait l'inconvénient de faire traverser le résistor par des courants de plus forte intensité ?

2. Le schéma est le suivant :



Exprimer V'_{sonde} puis V_{sonde} en fonction de R_t et de I .

3. Démontrer que :

$$V_{sonde} = -0,1 - 3,85 \cdot 10^{-4} \cdot t.$$

4. Calculer V_{sonde} pour $t = 0^\circ\text{C}$ et $t = 100^\circ\text{C}$.

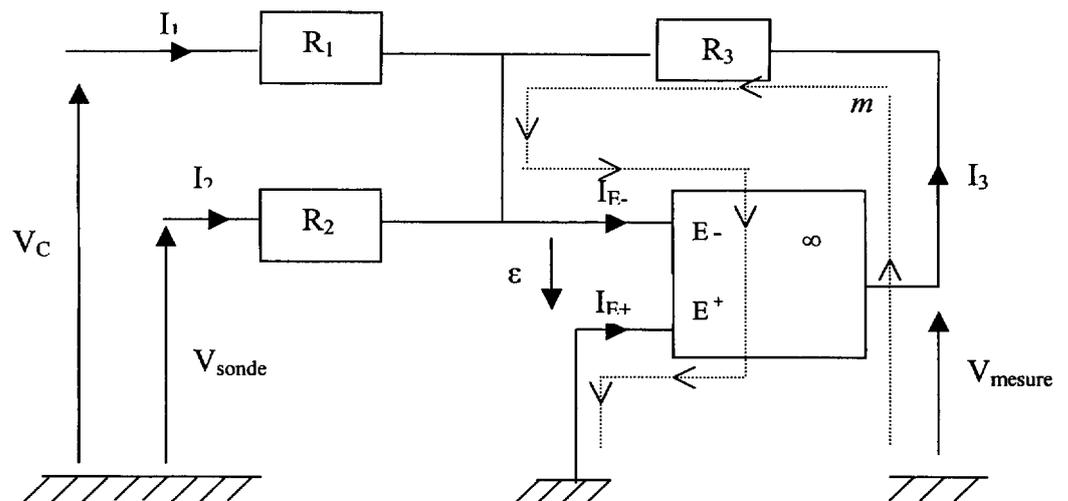
5. Tracer, **annexe C2 (page 17/18)**, la représentation graphique de V_{sonde} en fonction de t .

6. Quel est le signe de V_{sonde} pour une température comprise entre 0 et 100°C ? La tension V_{sonde} est-elle proportionnelle à la température t ?

BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2006
Physique – chimie – génie électrique – U. 3		PHPCGE
Coefficient : 3	Durée : 5 heures	Page : 12/18

III - Amplificateur opérationnel sommateur – inverseur

Soit le schéma :



Ce montage est destiné à obtenir une tension V_{mesure} amplifiée par rapport à V_{sonde} . La tension appliquée V_c est constante.

1. Comment appelle-t-on les entrées E^- et E^+ de l'amplificateur opérationnel ?
2. L'amplificateur opérationnel étant considéré comme parfait, que conclure pour les intensités I_{E^-} et I_{E^+} ?
3. L'amplificateur fonctionne dans le domaine linéaire. Qu'en conclure pour la tension notée ε ?
4. En utilisant la loi des mailles pour la maille m (en pointillés sur le schéma), démontrer que :

$$V_{mesure} = R_3 \cdot I_3.$$

5. En utilisant la loi des nœuds, démontrer que :

$$I_3 = -I_1 - I_2.$$

6. Justifier, d'après la réponse précédente, le nom de l'amplificateur opérationnel.

7. On admet par ailleurs la relation suivante :

$$I_2 = \frac{V_{sonde}}{R_2}$$

démontrer alors que :

$$V_{mesure} = -\left(\frac{R_3}{R_1}V_C + \frac{R_3}{R_2}V_{sonde}\right)$$

BTS PHOTOGRAPHIE	Session 2006
Physique – chimie – génie électrique – U. 3	PHPCGE
Coefficient : 3	Durée : 5 heures
	Page : 13/18

8. Dans le cas particulier où $R_1 = R_2 = 1\ 000\ \Omega$ et $V_C = 0,1\ \text{V}$.

8.1. Démontrer que :

$$V_{\text{mesure}} = 3,85 \cdot 10^{-7} \cdot R_3 \cdot t.$$

8.2. Comparer le signe de V_{sonde} et de V_{mesure} , lorsque la température t est comprise entre 0 et 100°C . La tension V_{mesure} est-elle proportionnelle à t ?

8.3. Quelle doit être la valeur de R_3 pour que $V_{\text{mesure}} = 10\ \text{V}$ lorsque $t = 100^\circ\text{C}$?

8.4. Tracer alors, **annexe C3 (page 18/18)**, pour la valeur de R_3 trouvée précédemment, la représentation graphique de V_{mesure} en fonction de t .

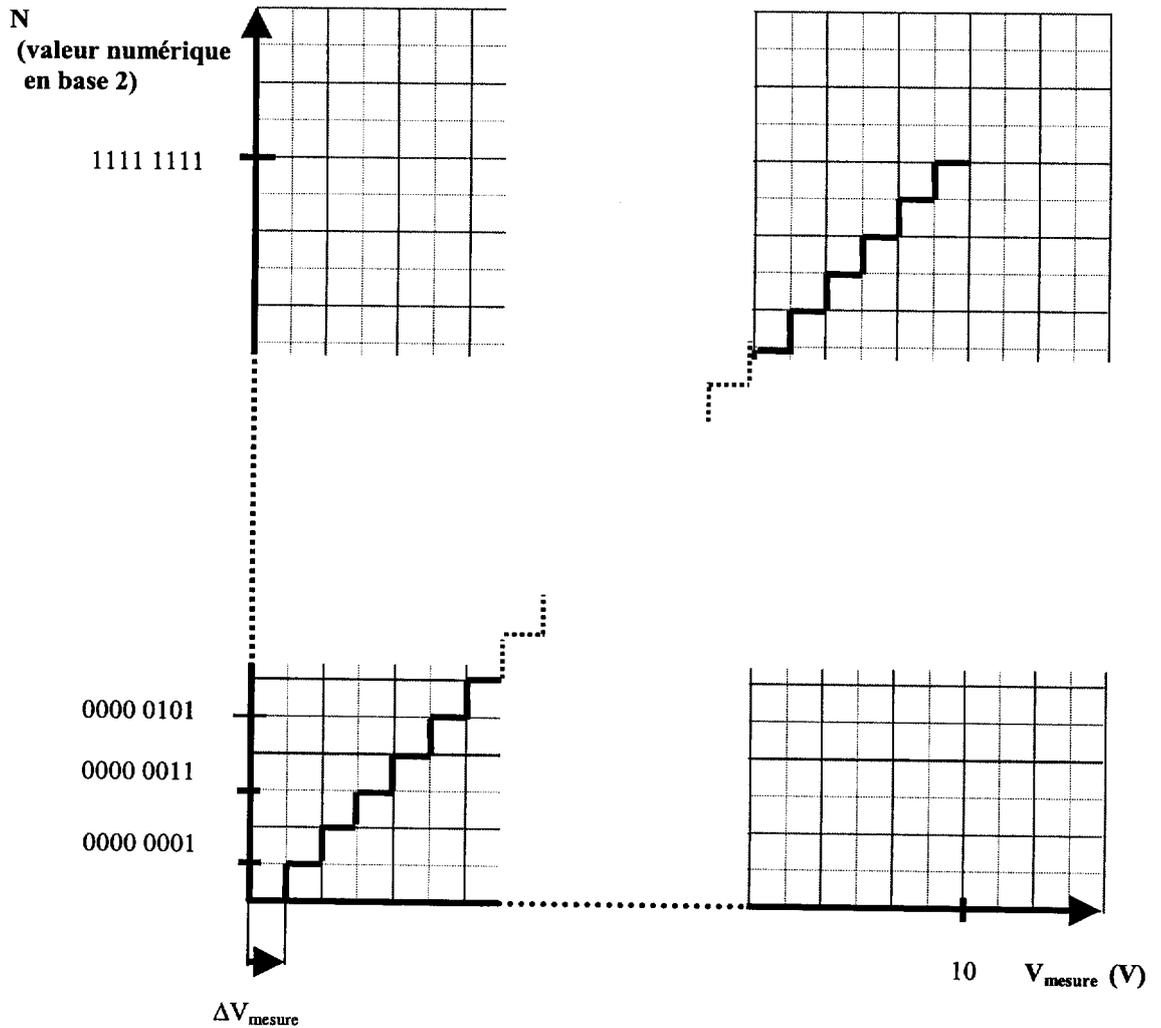
BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2006
Physique – chimie – génie électrique – U. 3		PHPCGE
Coefficient : 3	Durée : 5 heures	Page : 14/18

IV - Convertisseur analogique numérique (CAN)

La tension analogique V_{mesure} est appliquée à un CAN dont la grandeur pleine échelle est de 10 V.

Il permet de coder la tension V_{mesure} en un nombre de 8 chiffres binaires.

La caractéristique de transfert est la suivante :



1. Combien de valeurs numériques le CAN peut-il distinguer ?
Quelles sont donc les grandeurs numériques décimale et binaire maximums ?
2. Quelle est la résolution numérique de ce CAN (variation minimale ΔV_{mesure} de V_{mesure} pour que la valeur numérique N en base 2 soit modifiée d'une unité).
3. En déduire la variation minimale de température Δt que l'on peut mesurer avec ce montage.

BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2006
Physique – chimie – génie électrique – U. 3		PHPCGE
Coefficient : 3	Durée : 5 heures	Page : 15/18