

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE -- SESSION 2007
SERIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
SPÉCIALITÉ : CHIMIE DE LABORATOIRE ET DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Épreuve : PHYSIQUE - CHIMIE
PHYSIQUE

Durée 2 h

Coefficient 3

Calculatrice autorisée.
Les annexes 1 et 2 (pages 4/5 et 5/5) sont à rendre avec la copie.

| |
|--------------------------------------------------------|
| I – ÉTUDE D'UN CHAUFFE-EAU ALIMENTÉ EN TRIPHASÉ |
|--------------------------------------------------------|

Une installation nécessitant de l'eau chaude est alimentée par un chauffe-eau électrique. Cet appareil (voir le schéma sur l'**annexe 1, page 4/5**) est constitué d'une enceinte dont le chauffage est assuré par un groupe de trois conducteurs ohmiques de résistance R identiques alimenté par un réseau triphasé équilibré 230 V / 400 V .

- 1.1.** Rappeler la signification de l'expression 230 V / 400 V.
- 1.2.** Les trois résistances sont montées en étoile. Compléter sur la figure de l'**annexe, page 4/5, à rendre avec la copie**, le câblage complet des conducteurs ohmiques sur le réseau triphasé.
- 1.3.** Représenter sur le schéma le branchement d'un voltmètre permettant de mesurer la tension 230 V.
- 1.4.** Le chauffe-eau en fonctionnement, branché en étoile, absorbe une puissance totale de 4,0 kW. Calculer la puissance absorbée par une résistance. Préciser s'il s'agit d'une puissance active ou réactive ; justifier la réponse.
- 1.5.** Donner l'expression littérale permettant de calculer la résistance R d'un conducteur ohmique en fonction de la puissance absorbée. Montrer alors que la valeur de la résistance R est de 40 Ω environ.
- 1.6.** Le bon fonctionnement de l'installation nécessite un apport de 100 litres d'eau chaude par heure, à la température de 60 °C.
 - 1.6.1.** Vérifier que l'énergie thermique Q qu'il faut fournir en une heure pour obtenir le résultat précédent à partir d'une arrivée d'eau froide à 20 °C, est égale à 17×10^6 J. On suppose qu'il n'y a aucune perte thermique.

Données

Capacité thermique massique de l'eau : $c = 4,2 \times 10^3 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$


- 1.6.2.** En déduire la puissance thermique correspondante. Comparer cette puissance à celle du chauffe-eau et conclure.

II - CONDUCTIMÈTRE ANALOGIQUE

Le but de ce problème est d'étudier le fonctionnement d'un conductimètre analogique.

Une cellule conductimétrique, traversée par un courant alternatif, présente une impédance Z , exprimée en Ω .

On définit la conductance, notée G , exprimée en Siemens (ou Ω^{-1}), telle que $G = \frac{1}{Z}$.

Le symbole de la cellule est : 

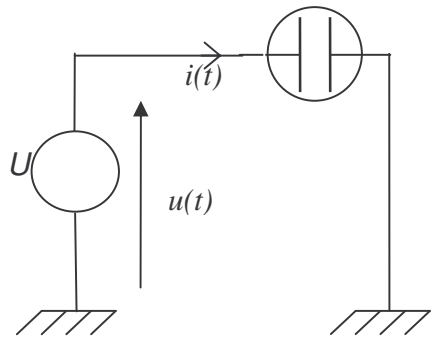
Dans tout le problème, les amplificateurs opérationnels (AO) utilisés sont considérés comme idéaux ; ils fonctionnent tous en régime linéaire.

Le conductimètre est modélisé par le schéma électrique figurant en **annexe 2, page 5/5**. Il comporte trois blocs.

1. Rôle du bloc 1

1.1. On considère d'abord le montage ci-contre :

Le générateur délivre une tension sinusoïdale $u(t)$, de valeur efficace U .
Le circuit est parcouru par un courant $i(t)$, de valeur efficace I .



1.1.1. Donner la relation entre I , U et Z . En déduire la relation entre U , G et I .

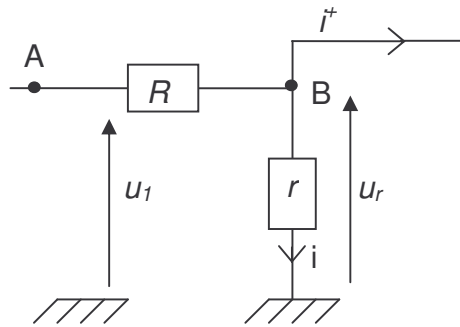
1.1.2. Lorsque la cellule ne contient aucune solution (circuit ouvert), on mesure une tension efficace U_0 égale à 5,0 V. Lorsque la cellule est remplie avec une solution conductrice S, on mesure une tension efficace U égale à 4,4 V et une intensité efficace I égale à 11 mA.
Calculer la conductance de la solution S.

1.2. Pour conserver une tension efficace U **constante**, égale à U_0 , aux bornes de la cellule, quelle que soit sa conductance, on intercale entre le générateur et la cellule un montage simple avec un AO, représenté par le **bloc 1** (cf. **annexe 2, page 5/5**).

Préciser le type de montage réalisé pour obtenir une tension de sortie u_1 égale à u_0 , quelle que soit la conductance de la cellule.

2. Fonctionnement du bloc 2.

Pour vérifier le fonctionnement du **bloc 2**, on remplace la cellule entre les points A et B du bloc 2 par un conducteur ohmique de résistance R dont la conductance G est parfaitement connue. Le schéma du bloc 2 est alors le suivant :



2.1. Donner la valeur de l'intensité du courant i' au nœud B du montage. Justifier.

2.2. Dans ces conditions, montrer que : $U_r = \frac{r}{r+R} U_1$, U_r et U_1 désignant les valeurs efficaces de u_r et u_1 .

3. Fonctionnement du bloc 3.

3.1. Donner l'expression du coefficient d'amplification T de l'A.O. du **bloc 3** en fonction de U_S et de U_1 et montrer que $T = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$.

3.2. Calculer la valeur de R_2 correspondant à $T = 51$ sachant que $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$.

4. Fonctionnement global des blocs 2 et 3.

4.1. Dédurre des questions précédentes que : $U_S = T \times U_1 \times \frac{r}{R+r}$.

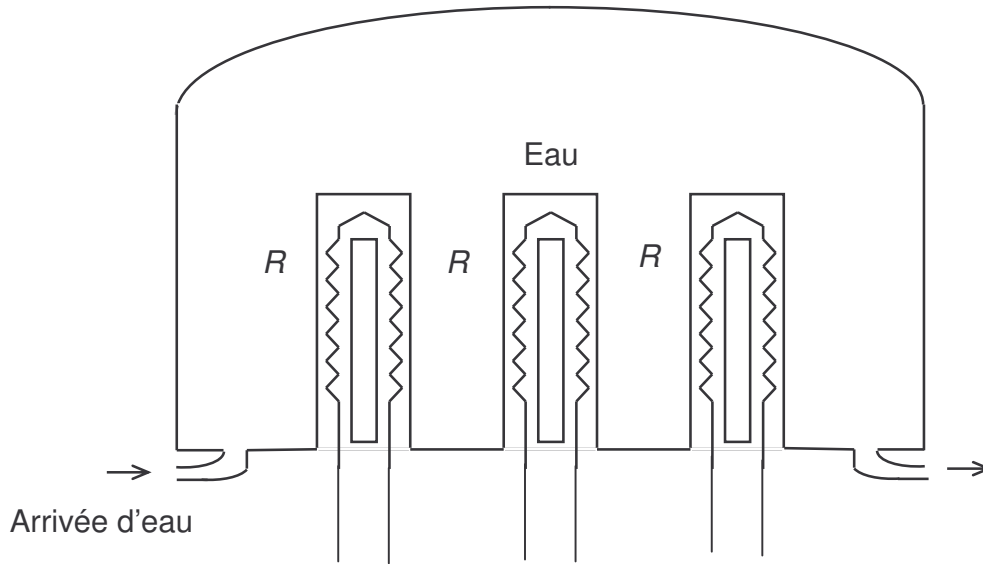
4.2. La résistance r est en général très inférieure à R et on peut admettre que $r + R \approx R$. Montrer alors que l'expression de la tension U_S est de la forme : $U_S \approx T \times U_1 \times r \times G$, G désignant la conductance du dipôle AB.

5. Conclusion

5.1. Vérifier que $U_S \approx T \times U_0 \times r \times G$, dans le cas général où on place la cellule de conductimétrie entre A et B et où on alimente le **bloc 1** avec une tension de valeur efficace U_0 , G désignant la conductance de la cellule.

5.2. On alimente le **bloc 1** avec une tension efficace U_0 égale à 5,0 V. On suppose que le coefficient d'amplification T est égal à 51. On souhaite que la valeur de la tension U_S lue sur un voltmètre branché sur la sortie corresponde **numériquement** à la valeur de G exprimée en mS (unité courante en conductimétrie) : calculer la valeur à choisir pour la résistance r afin d'obtenir ce résultat.

I. Chauffe-eau électrique



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- N _____

ANNEXE 2

