

## Sciences Physiques

### Devoir 1

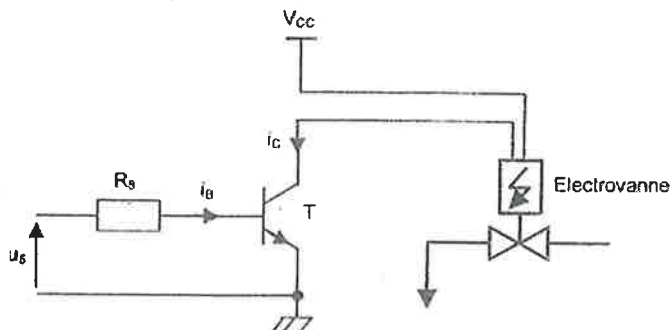
Durée de l'épreuve : 2h

Calculatrice autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies. Le barème est donné à titre indicatif et est susceptible d'être modifié. **Vous ne rendrez que la page 6 du sujet avec votre copie.**

#### Exercice 1 (4,5 points)

La tension  $u_s$  représentée ci-dessous provient d'un comparateur à hystérésis. Elle permet de commander une électrovanne par l'intermédiaire d'un transistor T fonctionnant en commutation.



#### Caractéristiques de l'électrovanne :

- En l'absence d'alimentation, la vanne est fermée.
- Sous une tension de 12 V, la vanne s'ouvre et l'intensité du courant  $i_C$  absorbé vaut 100 mA.

#### Caractéristiques du transistor :

- $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$  (transistor passant)
- Amplification en courant :  $\beta = 100$
- $V_{CE \text{ sat}} = 0$

On indique que  $V_{CC} = 12 \text{ V}$ . La tension  $u_s$  peut prendre les valeurs 0 V ou 12 V.

1) Quelles sont la famille et le type de transistor T utilisé ?

On considère  $u_s = 12 \text{ V}$ . On suppose que le transistor T est à l'état saturé.

2)a) A quelle tension l'électrovanne est-elle soumise ?

2)b) En déduire l'état de la vanne (ouverte ou fermée).

2)c) Que vaut alors l'intensité du courant  $i_C$  ?

3)a) On donne  $R_s = 1 \text{ k}\Omega$ . En déduire l'intensité du courant  $i_B$ .

3)b) L'hypothèse sur la saturation du transistor est-elle correcte ? Justifier.

On considère  $u_s = 0 \text{ V}$ .

4)a) Quel est l'état du transistor T ?

4)b) Que vaut alors l'intensité du courant  $i_C$  ?

4)c) En déduire l'état de la vanne (ouverte ou fermée).

#### Exercice 2 (10,5 points)

Cet exercice a pour objet l'étude d'un gyropode, également appelé trottinette (nom utilisé dans la suite de l'exercice).

Le basculement du guidon vers l'avant permet de déclencher une phase d'accélération et vers l'arrière une phase de décélération.

A l'arrêt, le guidon est vertical.

#### Pour tout l'exercice :

Les valeurs instantanées des grandeurs variables au cours du temps sont notées  $v$  pour  $v(t)$ ,  $i$  pour  $i(t)$ , ...

Tous les composants sont considérés comme parfaits :

- les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont confondues avec les tensions d'alimentation.

Tous les amplificateurs opérationnels du système sont alimentés par des tensions considérées constantes :

$\pm V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$

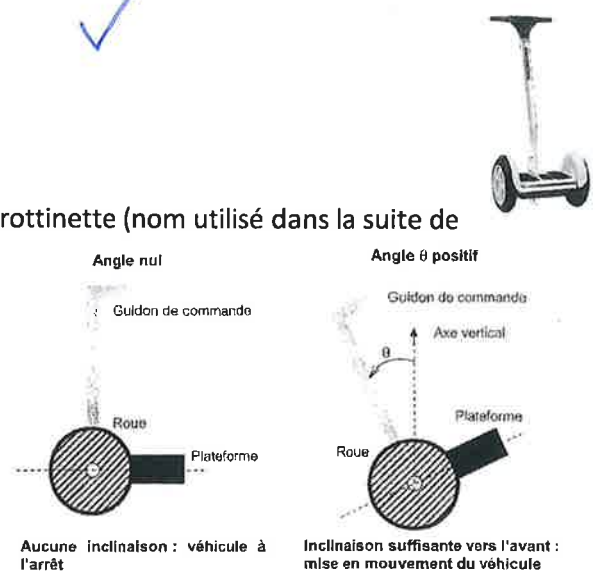


Figure n°1

**PARTIE A :****Capteur d'inclinaison et mise en marche de la trottinette.****A1 Mise en forme du signal issu du capteur.**

Le capteur d'inclinaison délivre une tension continue  $v$ , proportionnelle à l'angle  $\theta$  formé par l'axe vertical et le tube de maintien du guidon (voir figure n° 1). La caractéristique du capteur est représentée ci-dessous (figure n° 2).

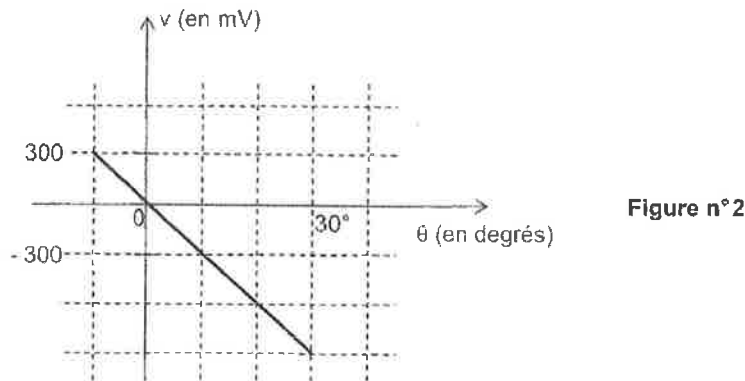


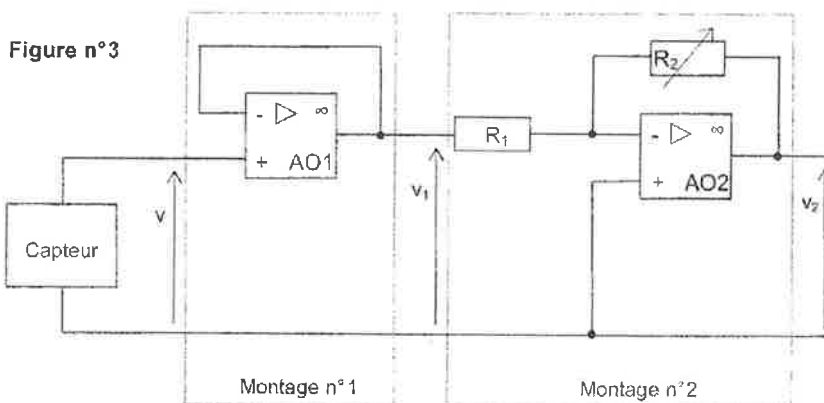
Figure n° 2

Des butées mécaniques limitent les variations de  $\theta$  entre  $-10^\circ$  et  $+30^\circ$ .

**A1.1** Déterminer la valeur maximale notée  $V_{\max}$  et la valeur minimale notée  $V_{\min}$  de la tension  $v$  en sortie du capteur.

Entre les limites imposées par les butées, montrer que la caractéristique du capteur peut s'écrire  $v = k \cdot \theta$  avec  $k = -0,03 \text{ V} / ^\circ$ , avec  $v$  en volt et  $\theta$  en degré.

**A1.2** La tension  $v$  est appliquée à l'entrée du montage à amplificateurs opérationnels de la figure n° 3.

**A1.2.1 Etude du montage n°1 figure n°3**

Exprimer  $v_1$  en fonction de  $v$ .

Indiquer le nom et le rôle de ce montage.

**A1.2.2 Etude du montage n°2 figure n°3**

Ce montage fonctionne-t-il en régime linéaire ? Justifier votre réponse.

Montrer que, dans ce régime de fonctionnement, la tension  $v_2$  peut s'exprimer en fonction de la tension  $v_1$  et des résistances  $R_1$  et  $R_2$  de la façon suivante :

$$v_2 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_1$$

Quelle est alors la fonction réalisée ?

**A1.2.3 Etude de l'ensemble**

On souhaite obtenir une tension  $v_2$  égale à  $+1,0 \text{ V}$  lorsque l'angle d'inclinaison est de  $+2$  degrés. On donne  $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ , quelle doit être la valeur de la résistance  $R_2$  ?

**A1.2.4 Caractéristique**

Tracer, sur le document réponse n°1 à rendre avec la copie, l'allure de la courbe donnant la tension  $v_2$  en fonction de l'angle  $\theta$ , pour  $0^\circ \leq \theta \leq +30^\circ$ . Vous justifierez votre tracé.

### A2.1 Comparateur (montage n°3)

Il est représenté ci-dessous (figure n°4)

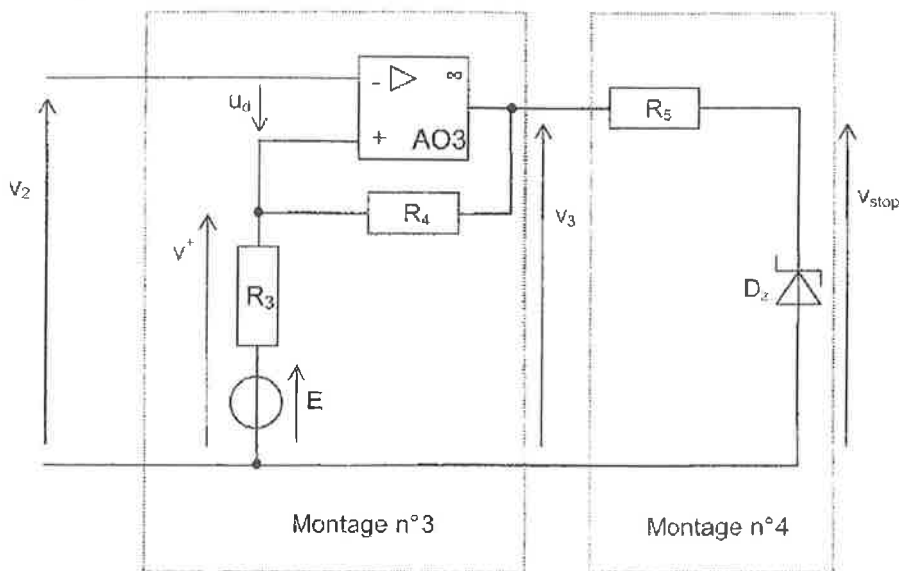


Figure n°4

**A2.1.1** L'amplificateur opérationnel AO3 fonctionne-t-il en régime linéaire ? Justifier la réponse.  
Quelles sont les valeurs possibles pour la tension de sortie  $v_3$  ?

**A2.1.2** Exprimer la tension  $v^+$  en fonction de  $E$ ,  $v_3$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .  
On donne  $E = 2,25 \text{ V}$ ,  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $R_4 = 16 \text{ k}\Omega$ .  
Calculer les valeurs prises par la tension  $v^+$  pour les valeurs possibles de la tension  $v_3$ .

**A2.1.3** Quel nom porte la tension  $u_d$  ? Exprimer  $u_d$  en fonction des tensions  $v^+$  et  $v_2$ .

**A2.1.4** Dédire des questions précédentes l'expression de  $u_d$  en fonction de  $v_2$ ,  $E$ ,  $v_3$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .

**A2.1.5** Pour  $u_d > 0$ , écrire l'expression vérifiée par  $v_2$ . Montrer que le seuil de basculement (noté  $V_{2h}$ ) vaut 3 V.  
Pour  $u_d < 0$ , écrire l'expression vérifiée par  $v_2$ . Montrer que le seuil de basculement (noté  $V_{2b}$ ) vaut environ 1,24 V.

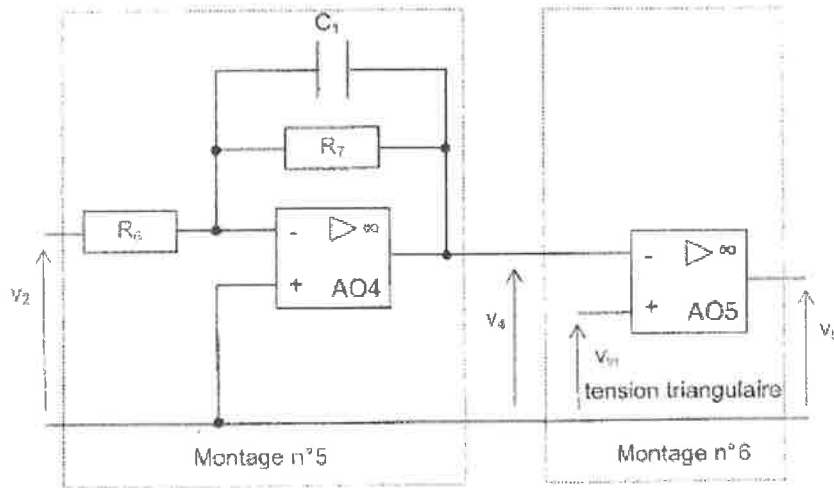
**A2.1.6** Sachant que les seuils de basculement valent respectivement 1,24 V et 3 V, tracer sur le **document réponse n° 1 à rendre avec la copie**, l'allure de la caractéristique de transfert  $v_3 = f(v_2)$  de ce montage.  
En déduire la largeur de plage décrite par la tension  $v_2$  lors d'un cycle ?

**A2.1.7** Quel est le nom de ce montage n°3 ?

**PARTIE B :**  
**Etude du moteur de sa commande**

**B1 Etude du signal gérant la variation de vitesse du moteur**

L'étude est faite pour un angle d'inclinaison  $\theta = 16^\circ$ .  
Dans ces conditions la tension  $v_2$  correspondante vaut  $+8\text{ V}$ .



**Figure n°5**

**B1.1 Etude qualitative du montage n°5**

L'étude est faite en régime sinusoïdal à la fréquence  $f$ . Aux tensions  $v_2(t)$  et  $v_4(t)$  sont associées les grandeurs complexes  $\underline{V}_2$  et  $\underline{V}_4$ .

On note  $\underline{T}$  la fonction de transfert complexe du filtre :  $\underline{T} = \frac{\underline{V}_4}{\underline{V}_2}$

On rappelle que l'admittance est l'inverse de l'impédance.

**B1.1.1** Rappeler l'expression du module  $Z_C$  de l'impédance complexe du condensateur  $C_1$ , considéré comme parfait.

Quelles sont les valeurs prises par  $Z_C$  lorsque la fréquence  $f$  tend vers 0 puis vers l'infini ? En déduire les schémas équivalents du condensateur à ces fréquences limites.

**B1.1.2** Déduire de la question précédente la nature du filtre réalisé par le montage n°5.

**B1.2 Fonction de transfert du filtre**

**B1.2.1** Rappeler l'expression de l'admittance complexe d'un condensateur parfait.

**B1.2.2** Déterminer l'expression de l'admittance complexe  $\underline{Y}_{eq}$  équivalente à l'association de la résistance  $R_7$  et du condensateur  $C_1$  en fonction de  $R_7$ ,  $C_1$  et  $\omega$ .

Exprimer la fonction de transfert complexe  $\underline{T}$  en fonction de  $R_6$  et  $\underline{Y}_{eq}$  puis en déduire son expression en fonction de  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $C_1$  et  $\omega$ .

**B1.2.3** En régime continu, on souhaite que les tensions  $v_4$  et  $v_2$  soient opposées :  $v_4 = -v_2$ . En déduire une relation entre les résistances  $R_6$  et  $R_7$ .

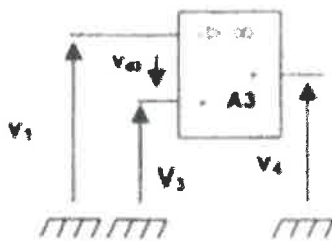
Exercice 3 (3 points)

Figure 4

$v_1$  est la tension triangulaire représentée sur le document réponse 2 (courbe 1) page 6

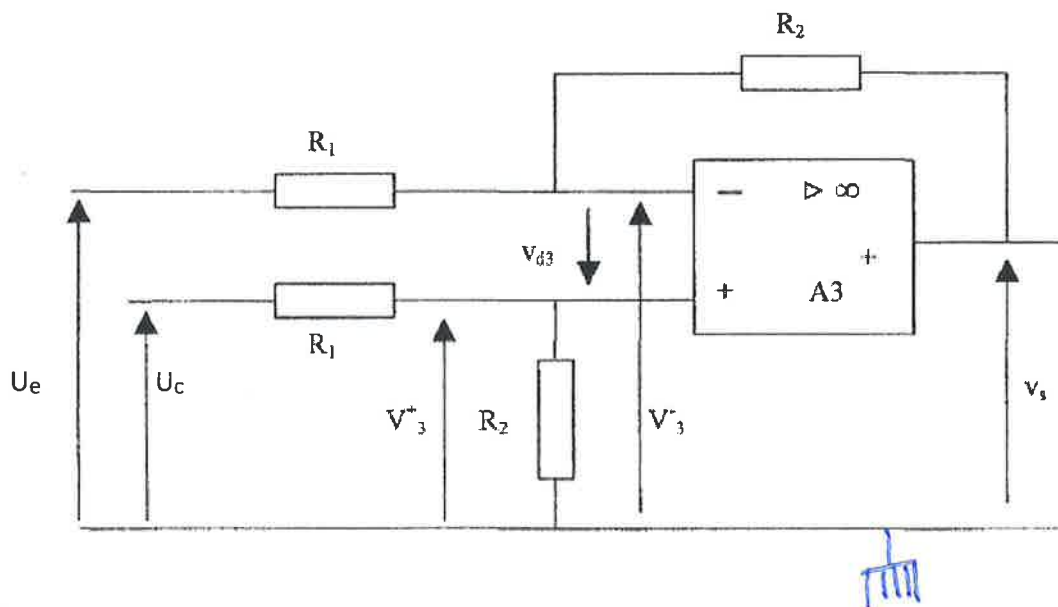
$V_3$  est une tension continue.

- 1) Donner la valeur de la tension  $v_4$  dans le cas où  $v_1 > V_3$ .
- 2) Donner la valeur de la tension  $v_4$  dans le cas où  $v_1 < V_3$ .
- 3) Représenter sur le document réponse 2 (courbe 3) la tension  $v_4(t)$  en concordance de temps avec  $v_1(t)$  dans le cas où  $V_3 = 2,5 \text{ V}$ .
- 4) On note  $\alpha$  le rapport cyclique :  $\alpha = \frac{T_H}{T}$   
 $T_H$  est la durée de l'état haut de la tension  $v_4$  au cours d'une période  $T$ .  
 Préciser les valeurs de  $\alpha$  pour les trois valeurs de  $V_3$  suivantes :  $0 \text{ V}$  ;  $2,5 \text{ V}$  ;  $7,5 \text{ V}$ .  
 Comment évolue  $\alpha$  quand  $V_3$  augmente entre  $0$  et  $7,5 \text{ V}$  ?

5) Comment se nomme le montage de la figure 4 ?

Exercice 4 (2 points)

Dans le montage ci-dessous, A3 est un ALI idéal.



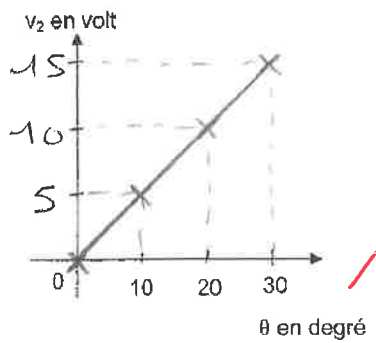
- 1) Exprimer  $V_3^*$  en fonction de  $U_c$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 2) Exprimer  $V_3$  en fonction de  $U_e$ ,  $v_s$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 3) En justifiant la démarche suivie, exprimer  $v_s$  en fonction de  $U_e$ ,  $U_c$ ,  $R_1$  et  $R_2$  et l'écrire sous la forme  $v_s = A (U_c - U_e)$ .

**NOM :** *Dijoh Fabien*  
**Exercice 2**  
**Document réponse 1**

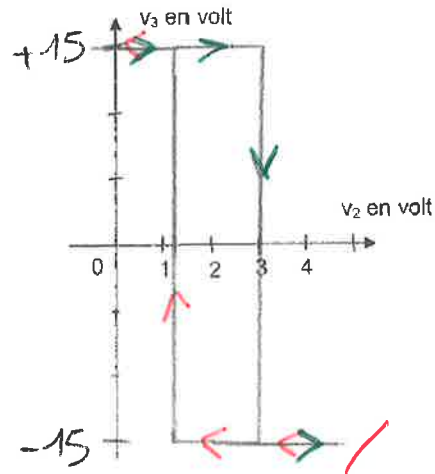
**DOCUMENT REPONSE**

**Partie A**

Question A1.2.4



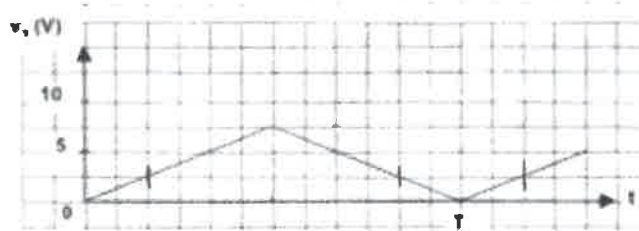
Question A2.1.6



**Exercice 3**

**Document réponse 2**

**Courbe 1**



**Courbe 3**

