

## Sciences Physiques

### Devoir 2

Durée de l'épreuve : 2h

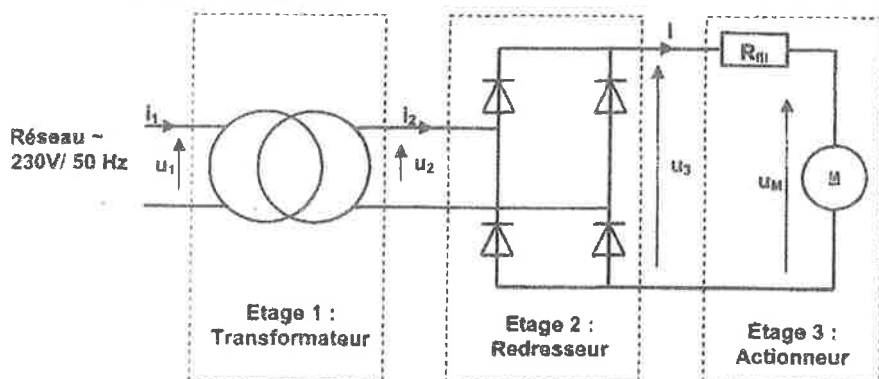
Calculatrice autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies. Le barème est donné à titre informatif et est susceptible de subir de légères modifications. Vous ne rendrez que les pages 5 et 6 du sujet.

#### Exercice 1 (5 points)

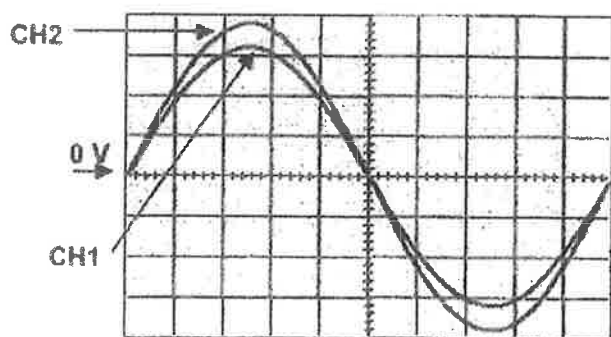
L'étude porte sur un système de store intérieur motorisé.

Schéma simplifié de l'installation :



Les étages 1 et 2 constituent le système d'alimentation du dispositif. Le transformateur est branché sur le réseau (230 V / 50 Hz). L'étage 3 (actionneur) comporte le moteur qui permet de monter ou descendre le store. Le moteur est à courant continu à aimants permanents.  $R_{fil}$  modélise la résistance des fils situés entre le dispositif d'alimentation et le moteur.

Le transformateur est supposé parfait. On a relevé l'oscillogramme des tensions  $u_1$  (voie CH1) et  $u_2$  (voie CH2) :



CH1 : 100 V/div, couplage DC ; CH2 : 10 V/div, couplage DC. Base de temps : 2 ms / div

1. Déterminer l'amplitude  $U_{2max}$  de la tension  $u_2$ .

2. Déterminer la valeur efficace  $U_2$  de la tension  $u_2$ .

On suppose les diodes parfaites et le courant  $I$  constant.

3. Compléter le **document en annexe page 5** pour chaque phase de fonctionnement  $u_2 > 0$  et  $u_2 < 0$ .

- en remplaçant chaque diode par un interrupteur ouvert ou fermé selon son état (passante ou bloquée)

- en fléchant le chemin emprunté par le courant  $I$ .

On donne le chronogramme de la tension  $u_2$  en annexe page 5.

4. Tracer le chronogramme de la tension  $u_3$  (sur le document annexe page 5).

5. Déterminer la fréquence  $f$  de la tension  $u_3$ .

6. Déterminer la valeur efficace  $U_3$  de  $u_3$  en justifiant.

7. Quel élément pourrait-on rajouter en série avec le moteur pour améliorer le lissage du courant ?

**Exercice 2 (3 points)**

Dans cet exercice, l'ALI est alimenté en  $\pm 15$  V.

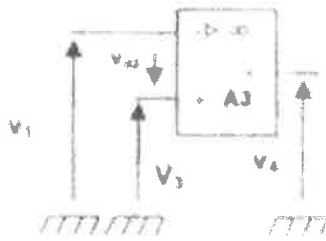


Figure 4

$v_1$  est la tension triangulaire représentée sur le document réponse 2 (courbe 1) page 5

$V_3$  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) page 5 la tension  $v_4(t)$  en concordance de temps avec  $v_1(t)$  dans le cas où  $V_3 = 2,5$  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  $\alpha$  lorsque  $V_3 = -2$  V,  $V_3 = 0$  V et  $V_3 = 2,5$  V.

**Exercice 3 (12 points)**

Cet exercice présente le fonctionnement d'un dispositif de mesure du rythme cardiaque (l'étude de ce dispositif n'est que partielle : seules les parties I, III et V seront abordées). Dans tout l'exercice, les amplificateurs opérationnels sont considérés comme idéaux.

**I. Etude du détecteur de flux sanguin**

Le schéma structurel du détecteur est présenté figure 3.

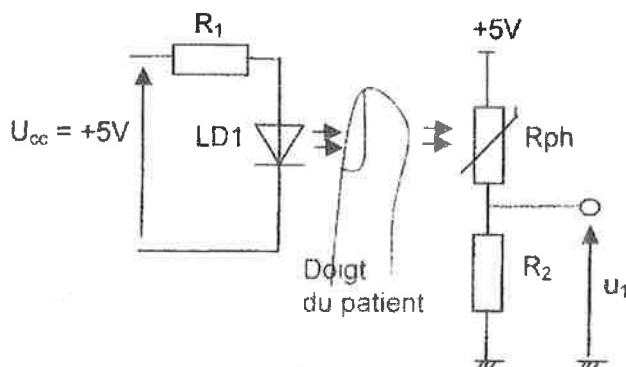


Figure 3

Données :  $R_2 = 1$  k $\Omega$ .

**1. Etude de la source lumineuse.**

La source lumineuse est constituée d'une D.E.L. LD1 de couleur blanche dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Tension de seuil  $U_f = 3,6$  V
- Intensité maximum du courant  $I_d = 20$  mA

Calculer la valeur de la résistance  $R_1$  qui permet à la D.E.L. de fournir sa puissance maximum.

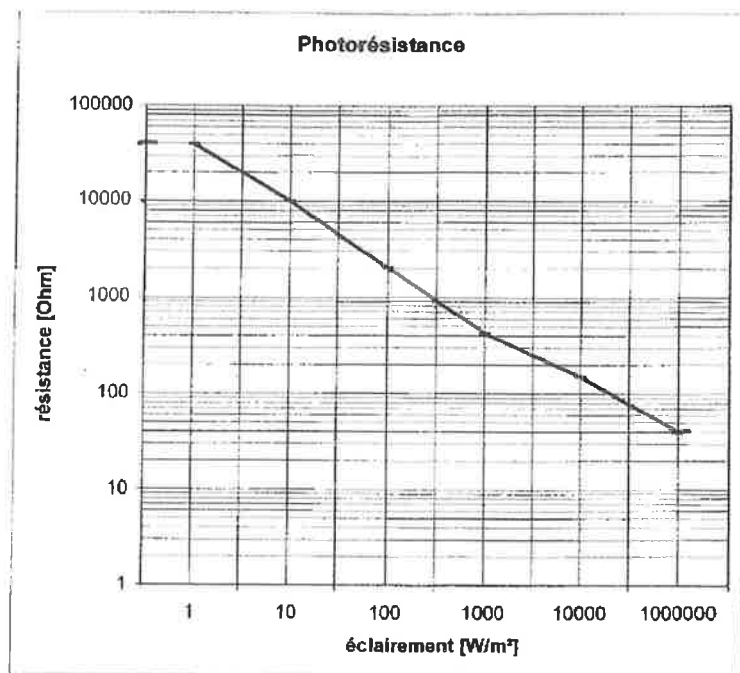
## 2. Etude du récepteur photosensible

Le capteur est constitué d'une photorésistance  $R_{ph}$  dont les valeurs de la résistance en fonction de l'éclairement sont données en bas de cette page. L'éclairement peut varier en fonction du volume sanguin de la valeur  $E_{min} = 1 \text{ W/m}^2$  (volume sanguin maximum) à la valeur  $E_{max} = 10 \text{ W/m}^2$  (volume sanguin minimum)

2.1 Relever sur la courbe ci-dessous les valeurs extrêmes de la résistance de la photorésistance correspondant à  $E_{max}$  et  $E_{min}$ . On les notera  $R_{min}$  (valeur minimale) et  $R_{max}$  (valeur maximale).

2.2 En déduire les valeurs maximales  $U_{1max}$  et minimale  $U_{1min}$  entre lesquelles peut évoluer  $u_1$

### Caractéristique de la photorésistance



## III. Etude de l'amplificateur

Le schéma structurel de l'amplificateur est présenté figure 5.

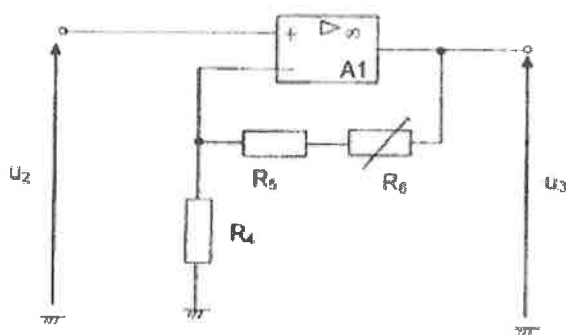


Figure 5

Données :  $R_6$  est une résistance ajustable de 0 à  $470 \text{ k}\Omega$ .

$R_5 = 33 \text{ k}\Omega$

$R_4 = 4,7 \text{ k}\Omega$

1. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel A1 ? Justifier la réponse.
2. Exprimer la tension de sortie  $u_3$  en fonction de la tension d'entrée  $u_2$  telle que  $u_3 = A_v \cdot u_2$ .
3. Donner l'expression de  $A_v$  en fonction de  $R_4$ ,  $R_5$  et  $R_6$ .
4. Calculer les valeurs extrêmes de  $A_v$  notées  $A_{vmin}$  et  $A_{vmax}$ .
5. Calculer la valeur de  $R_6$  qui permet d'avoir la valeur de  $A_v = 10$ .

### V. Etude de la conversion durée-tension

Le schéma structurel du circuit "convertisseur durée-tension" est représenté figure 7 ci-dessous. L'amplificateur opérationnel A3 est alimenté entre les tensions  $+V_{CC}$  et  $-V_{CC}$  avec  $V_{CC} = 10\text{ V}$ .

Le transistor T1 fonctionne en commutation. On indique que  $V_{CE\text{ sat}} = 0\text{ V}$  et  $V_{BE\text{ sat}} = 0,6\text{ V}$ . Le coefficient d'amplification vaut 100. La question 12 est indépendante des autres.

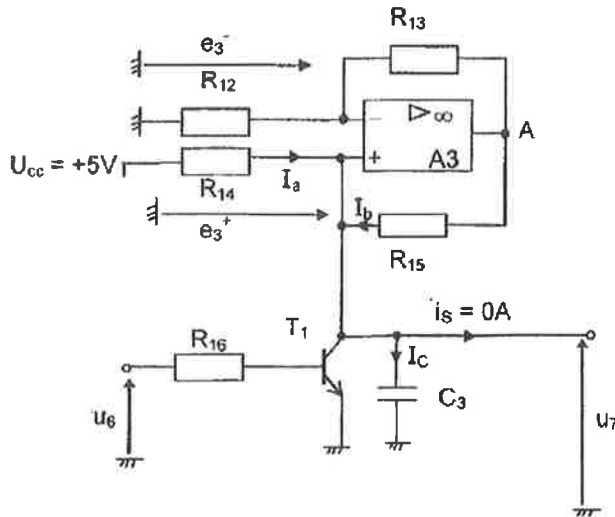


Figure 7

Données :  $R_{12} = R_{13} = R_{14} = R_{15} = R = 12,5\text{ k}\Omega$   
 $R_{16} = 4,7\text{ k}\Omega$   
 $C_3 = 100\text{ }\mu\text{F}$

Le régime de fonctionnement du circuit A3 est linéaire.

Le transistor T1 est bloqué.

- Donner la relation qui lie les tensions  $e_3^-$  et  $e_3^+$ .
- Donner la relation qui lie la tension  $e_3^-$  et le potentiel au point A que l'on notera  $u_A$ .
- Exprimer le courant  $I_A$  en fonction des tensions  $e_3^+$ ,  $U_{CC}$  et de la résistance  $R_{14}$ .
- Exprimer le courant  $I_b$  en fonction des tensions  $e_3^+$ ,  $u_A$  et de la résistance  $R_{15}$ .
- Justifier la relation  $I_C = I_a + I_b$ .
- En déduire une expression du courant  $I_C$  en fonction de  $U_{cc}$  et  $R$ .
- Calculer la valeur numérique de  $I_C$ .
- Exprimer la relation qui lie  $u_7$  à  $C_3$ ,  $I_C$  et le temps  $t$ . Justifier la réponse.
- Pour  $I_C = 400\text{ }\mu\text{A}$ , donner la valeur de la vitesse de variation (en  $\text{V/s}$ ) de  $u_7$ .
- Le transistor T1 est saturé. Donner la valeur de la tension  $u_7$ .
- Tracer le chronogramme de la tension  $u_7$  sur le **document réponse 2**.
- On indique que  $U_6 = 6\text{ V}$ . Déterminer la valeur de  $i_6$ , courant qui arrive sur la base du transistor. L'hypothèse du transistor saturé est-elle vérifiée (on suppose que le courant  $I_{C\text{ sat}} = 400\text{ }\mu\text{A}$ ) ?

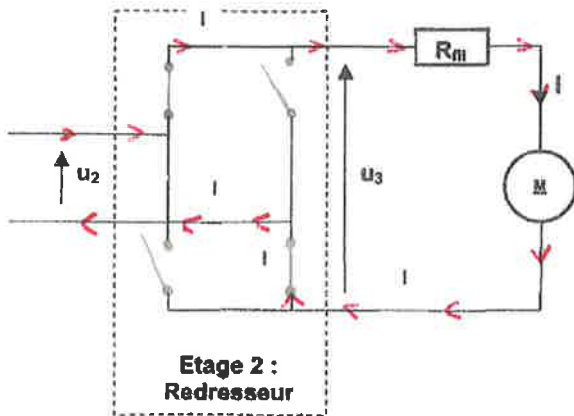
Aide pour la question 8 : commencer par donner l'expression de  $I_C$  en fonction de  $u_7$ . Utiliser ensuite le fait que  $I_C$  est constant pour exprimer  $u_7$  en fonction de  $I_C$ , de  $C_3$  et du temps  $t$ .

DOCUMENT REPONSE

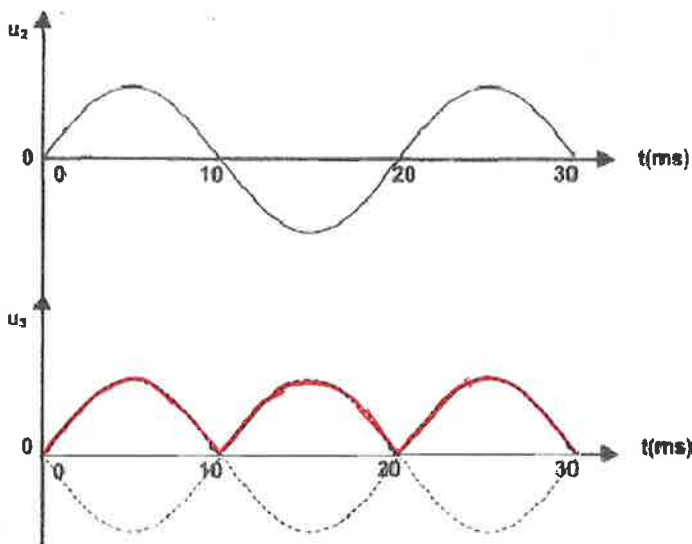
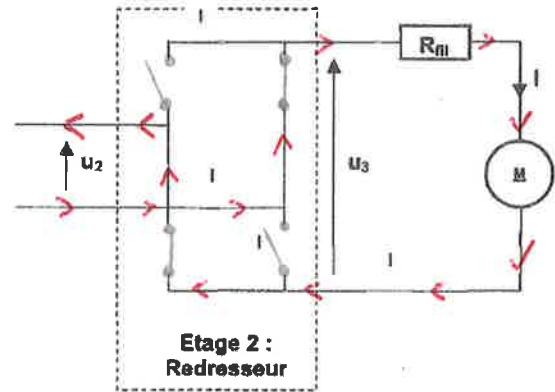
NOM :

Exercice 1

Quand  $u_2 > 0$  :



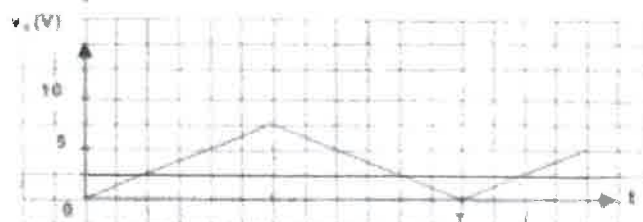
Quand  $u_2 < 0$  :



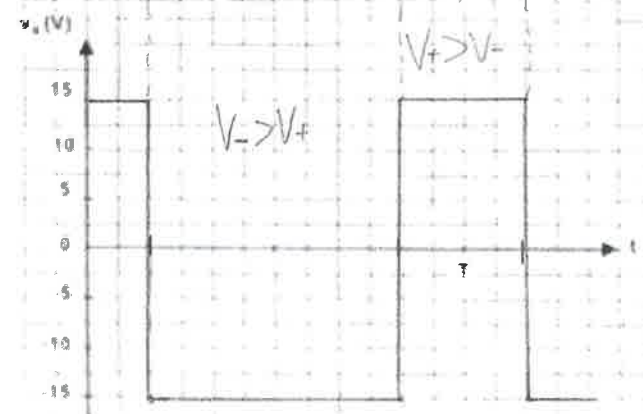
Exercice 2

Document réponse 2

Courbe 1

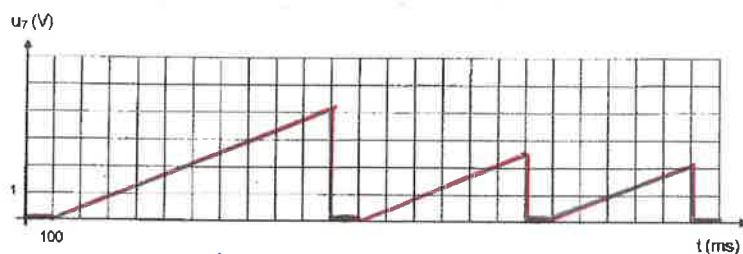
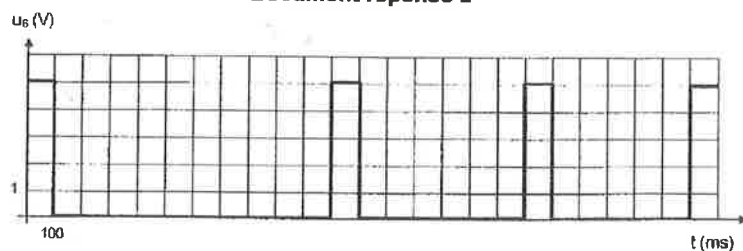


Courbe 3



Exercice 3

Document réponse 2



0,75

En réalité  $U_7$  devrait augmenter progressivement car c'est la tension aux bornes d'un condensateur, ici les tracés sont théoriques.  
 Non, la charge se fait à courant constant.