

N.B/ (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

Barème approximatif de notation : [I/ 6 pts. II/ 3 pts. III/ 06 pts. IV/ 5 pts].

SYSTEME DE REGULANTION DE LA TEMPERATURE D'UN AQUARIUM

Le schéma de principe de la figure 1, représente un système qui permet la régulation de la température d'un aquarium. Les fonctions chauffage et commande de puissance ne seront pas étudiées. Les différentes parties du sujet peuvent être traitées séparément.

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils sont alimentés en tension continue de +15 V/-15 V. Leurs tensions de saturation $\pm V_{sat}$ sont considérées égales aux tensions d'alimentation. Les circuits logiques CMOS sont également alimentés en $V_{DD} = +15$ V.

I- ETUDE DU CAPTEUR DE TEMPERATURE (Fig.2.a & Fig.2.b) :

Dans le schéma de la figure 2.a, l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

I.1. Exprimer V^- en fonction de V_1 .

I.2. Exprimer i_1 en fonction de E , V^+ et R .

I.3. Exprimer i_2 en fonction de V_1 , V^+ et R .

I.4. Exprimer i en fonction de i_1 et i_2 . En déduire alors la relation $i = f(E, R)$.

I.5. Si E et R sont des constantes, que peut-on dire du courant i dans la diode D ?

I.6. Lorsque le courant dans une diode, polarisée en direct, est constant, la tension de seuil V_D diminue de 0,002 V par degré Celsius ($^{\circ}C$). Donner l'expression de la tension V_D en fonction de la température θ de l'eau sachant que V_D à $0^{\circ}C$ vaut 0,6 V.

I.7. On veut un courant i' égale à 10 mA (figure 2.b). Calculer R_1 et R_2 pour avoir $V_{D0} = 0,6$ V.

II- ETUDE DU CONDITIONNEUR (Fig.3) :

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

II.1. En considérant que $V^+ = V^-$, montrer que : $V_2 = \frac{R_4}{R_3}(V_{D0} - V_D)$.

II.2. En reprenant les questions I.6 et I.7, montrer que : $V_2 = 0,002 \frac{R_4}{R_3} \theta$.

II.3. Calculer le rapport (R_4/R_3) pour avoir $V_2 = 0,1 \theta$.

III- ETUDE DU COMPAREUR (Fig.4) :

Ce circuit est destiné à commander l'arrêt ou la marche du chauffage par l'intermédiaire de V_4 qui agit sur un interrupteur électronique. La courbe V_4 en fonction de V_3 est donnée figure 5.

III.1. Quelle est le nom de ce circuit ? Entre quelles valeurs varie alors la tension V_3 ?

III.2. Les expressions des seuils de basculement V_B et V_H sont :

$$V_B = \frac{R_5 + R_6}{R_6} E - \frac{R_5}{R_6} V_{sat} \quad \text{et} \quad V_H = \frac{R_5 + R_6}{R_6} E + \frac{R_5}{R_6} V_{sat}$$

Déterminer les expressions, de la largeur du cycle notée ΔV et du centre du cycle noté V_C .

III.3. On rappelle que $V_2 = 0,1.\theta$. On relie le point A de la figure 3 avec le point B de la figure 4 de telle sorte que $V_2 = V_3 = 0,1.\theta$. On voudrait que le centre du cycle V_C corresponde à la température $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$; V_B corresponde à $\theta = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ et V_H corresponde à $\theta = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

Calculer les valeurs numériques de V_B , V_H , V_C et ΔV .

III.4. On prend $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$. Calculer les valeurs numériques de R_6 et E .

III.5. Sur quelle grandeur doit-on agir si on veut modifier la température correspondant au centre du cycle sans modifier la largeur de celui-ci ?

III.6. Même question si l'on veut doubler la largeur du cycle ?

III.7. Pour quelle valeur de V_4 le chauffage est en marche si on veut qu'il s'arrête pour $V_3 \geq V_H$?

IV- AFFICHAGE DE L'ETAT DANS LA CUVE (Fig.6) :

On rappelle que la sortie des portes logiques en technologie CMOS bascule pour une tension de $V_{DD}/2$ à l'entrée. Les tables de vérité des portes logiques (OR) et (NAND) à deux entrées (x et y) sont données par le tableau 1 page 3.

Les parties de circuit situées entre les points C et D d'une part et E et F d'autre part sont identiques et servent essentiellement de protection pour les portes logiques. Les résistances dans ces parties sont telles que $V'_5 = +10 \text{ V}$ quand $V_5 = +15 \text{ V}$.

IV.1. Quelle sera la valeur de V'_5 lorsque $V_5 = -15 \text{ V}$?

IV.2. Remplir alors le tableau sur le document-réponse page 4.

IV.3. On voudrait que la température de l'eau du bac soit comprise entre $24 \text{ }^\circ\text{C}$ et $26 \text{ }^\circ\text{C}$.

Qu'indique alors la diode électroluminescente LED1 lorsqu'elle est allumée ?

IV.4. Qu'indique alors la diode électroluminescente LED2 lorsqu'elle est allumée ?

IV.5. Lorsque LED1 est allumée la tension $U_{D1} = 1,6 \text{ V}$ et la tension $V_7 = 15 \text{ V}$.

Calculer la valeur de la résistance R_p pour limiter l'intensité du courant dans la diode à 20 mA .

Bon Travail

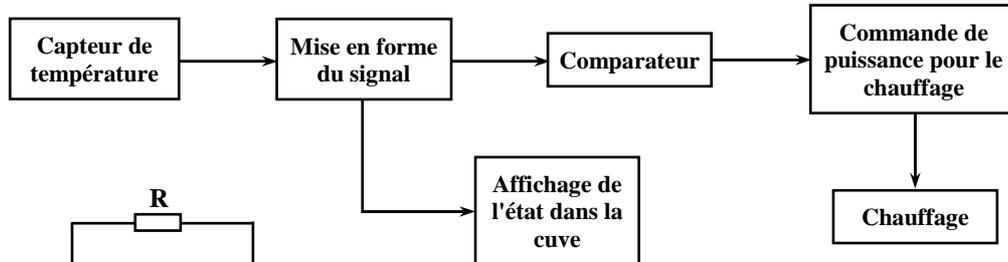


Figure 1

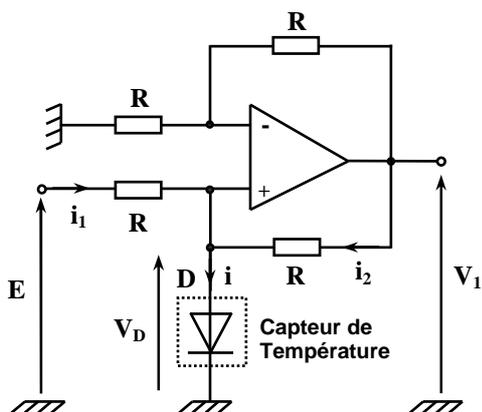


Figure 2.a

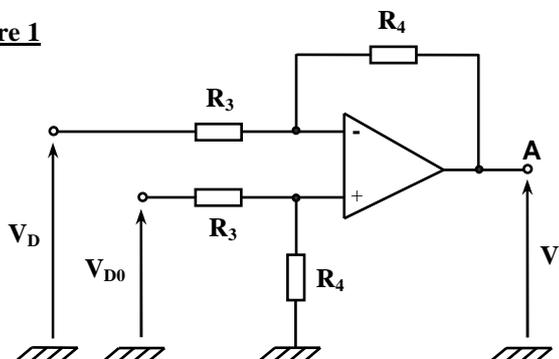


Figure 3

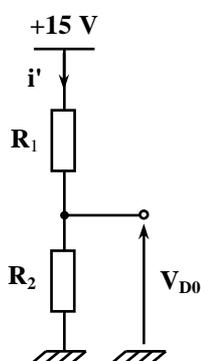


Figure 2.b

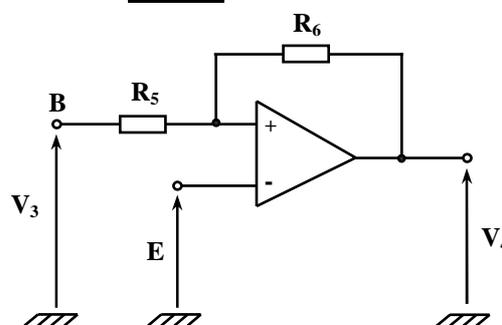


Figure 4

Porte OR			Porte NAND		
x	y	s	x	y	s
0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1

Tableau 1

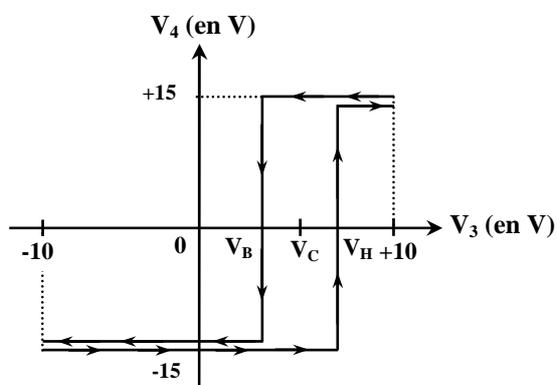


Figure 5

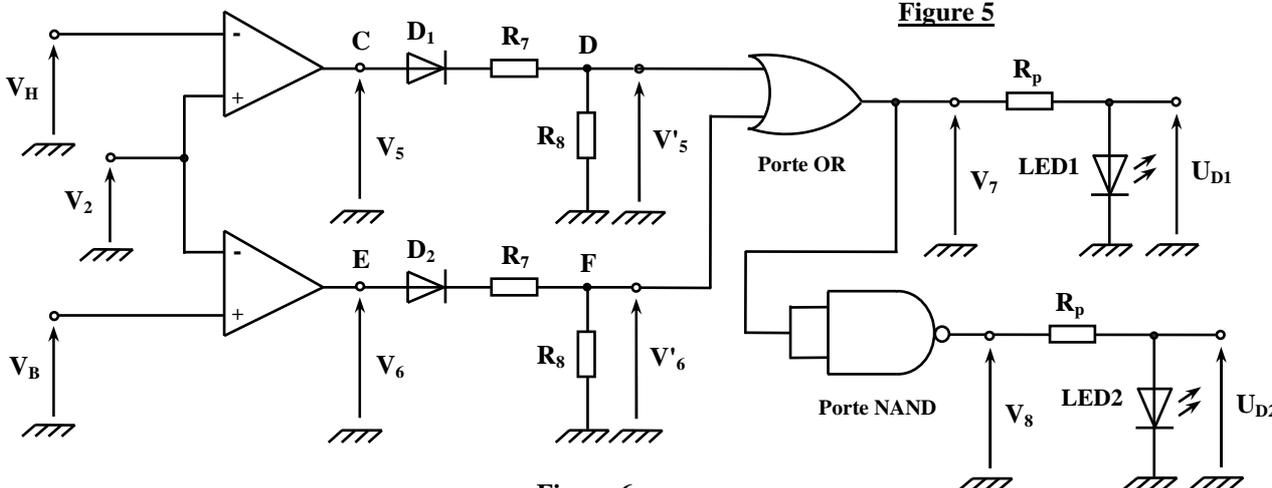
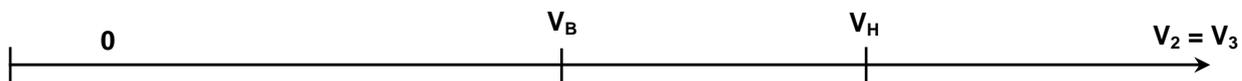


Figure 6

Sur ce document l'axe au-dessus du tableau représente la valeur de V_2 ou V_3 .

Indiquer dans ce tableau les valeurs numériques prises par V_5 ; V_6 ; V'_5 ; V'_6 ; V_7 ; V_8 ; lorsque :



		$V_2 < V_B$	$V_B < V_2 < V_H$	$V_H < V_2$
V_5				
V_6				
V'_5				
V'_6				
V_7				
V_8				