

Nom :	Prénom :	Groupe :
-------	----------	----------

ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS



**Cycle Initial Polytech
Première Année
Année scolaire 2008/2009**



Epreuve d'électronique analogique N°4

Mardi 9 Juin 2009

Durée : 1h30

- ☐ Cours et documents non autorisés.
- ☐ Calculatrice de l'école autorisée.
- ☐ Vous répondrez directement sur cette feuille.
- ☐ Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses...) est interdit
- ☐ Vous êtes prié :
 - d'indiquer votre nom, prénom et groupe.
 - d'éteindre votre téléphone portable (– 1 point par sonnerie).

RAPPELS :

Forme générale de la tension aux bornes de la capacité d'un circuit R.C :

$$V_C(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{t}{R \cdot C}\right) + B$$

Schéma électrique de l'oscillateur Abraham Block

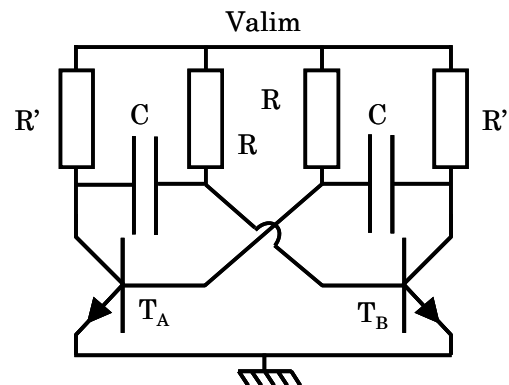


Table de vérité de la mémoire RS (à 2 transistors bipolaires comme en cours)

Set	Reset	Q	$\bar{Q}$
0	0	0	1
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
1	1	0	0
0	0	?	?

Préfixes

milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

EXERCICE I : Multivibrateur astable (7 pts)

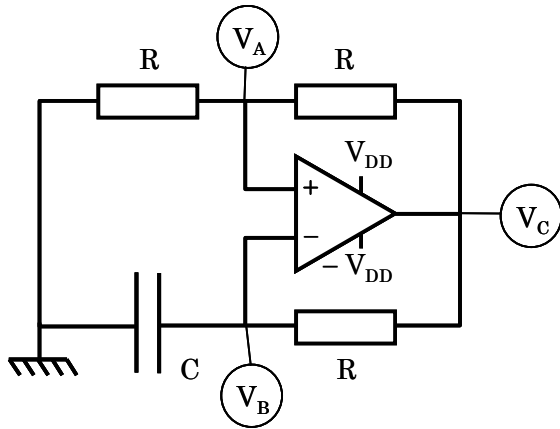


Figure I.1. Le gain de l'AOP est de 100 000 et on l'alimente en $V_{DD} = 15 \text{ V}$ et $-V_{DD} = -15 \text{ V}$. $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ nF}$

Il existe plusieurs méthodes pour obtenir un signal d'horloge. Cet exercice met en œuvre un AOP utilisé en comparateur, 3 résistances identiques et une capacité. Les tensions V_A à V_C sont référencées par rapport à la masse. Pour bien suivre l'évolution de ces tensions, vous pouvez en tracer l'évolution temporelle dans la partie BROUILLON.

I.1. On se place à $t = 0$ et on suppose que la capacité est déchargée et que $V_C = V_{DD}$.

I.1.1. Donner la valeur de la tension V_B . (0,25 pt)

I.1.2. Donner l'expression et la valeur de la tension V_A . (0,25 pt)

I.2. A partir de $t = 0+$, la capacité commence à se charger.

I.2.1. Déterminer l'expression de la tension V_B en fonction du temps. (1,5 pts)

I.2.2. Déterminer l'expression du temps t_1 à partir duquel la tension V_C devient égale à $-V_{DD}$. **(1,5 pts)**

BROUILLON

I.3. A partir de $t = t_1+$, la capacité commence à se décharger et $V_C = -V_{DD}$. On prendra t_1 comme origine des temps.

I.3.1. Donner la valeur de la tension V_A . **(0,25 pt)**

I.3.2. Déterminer l'expression et la valeur de V_B en fonction du temps. **(1,5 pts)**

I.3.3. Déterminer l'expression et la valeur du temps t_2 à partir duquel la tension V_C devient V_{DD} . **(1,5 pts)**

I.4. Comme la question (I.2) correspond à l'étude du régime transitoire, déterminer la fréquence d'oscillation à partir de la question (I.3). **(0,25 pt)**

BROUILLON

EXERCICE II : Le détecteur de fumée (alarme incendie) (6 pts)

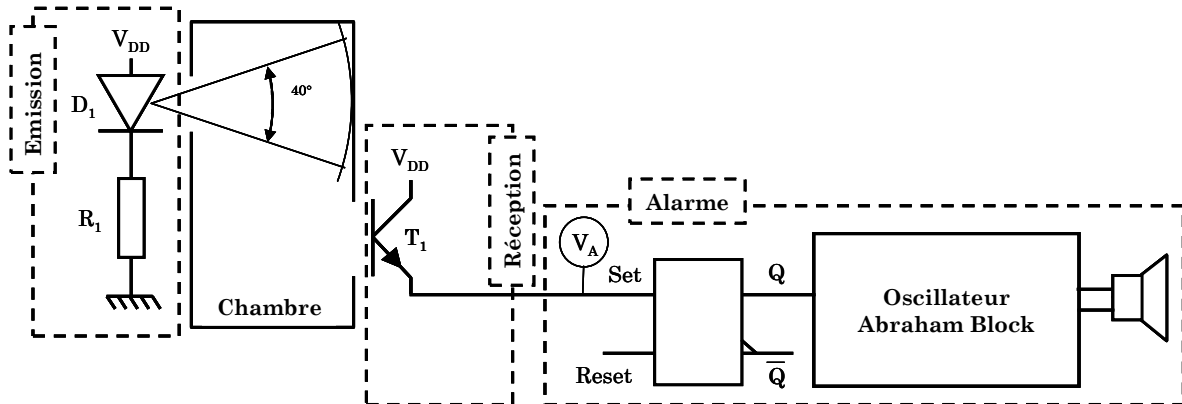


Figure II.1. $V_{DD} = 3 \times 1,5 = 4,5$ V, $R_1 = 1$ k Ω . Les caractéristiques de la diode I_R sont : $V_{IR} = 1,5$ V, $R_{IR} = 1$ k Ω , angle de la lumière IR est $\alpha = 40^\circ$. Le photo transistor IR a pour caractéristiques $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0$ V. L'impédance d'entrée des entrées SET et RESET de la mémoire RS est $R_E = 1$ k Ω . Le "0" logique correspond à 0 V et le "1" logique à V_{DD} . V_A est référencé par rapport à la masse.

Le schéma électrique (simplifié) d'un détecteur de fumée est donné à la figure (II.1) et se compose de quatre éléments :

- 1) L'émetteur Infra-Rouge (IR)
- 2) La zone, que nous appellerons la chambre, dans laquelle entre la fumée (début d'incendie ou tartine restée trop longtemps dans le grille pain).
- 3) Le phototransistor. On remarquera que la lumière IR ne peut pas atteindre la base du phototransistor.
- 4) Le bloc alarme qui convertit la présence de fumée en signal sonore.

II.1. Donner l'expression et la valeur du courant qui circule dans la diode IR. **(1 pt)**

II.2. Expliquer comment la présence de fumée peut rendre passant le photo-transistor. **(0,5 pt)**

II.3. Partie Réception

II.3.1. En l'absence de lumière sur le photo-transistor, donner la valeur de la tension, V_A (référéncée par rapport à la masse), à l'entrée SET de la mémoire RS. **(1 pt)**

II.3.2. On suppose que l'arrivée d'un peu de lumière IR sur le photo-transistor (présence de fumée) permet de le saturer. Donner la valeur de la tension à l'entrée SET de la mémoire RS. **(0,5 pt)**

II.4. Bloc ALARME

II.4.1. Initialement la sortie Q est à 0. Quelle valeur binaire prend la sortie Q en présence de fumée ? **(1 pt)**

II.4.2. Comment doit-on connecter la sortie Q à l'oscillateur pour entendre la sirène. Donner une seule solution (il en existe plusieurs). **(1 pt)**

II.4.3. Est-ce que la sirène continue de retentir si il n'y a plus de fumée. **(0,5 pt)**

II.4.4. Quel est l'intérêt de la présence de l'entrée RESET ? **(0,5 pt)**

EXERCICE III : Le thermomètre électronique (7 pts)

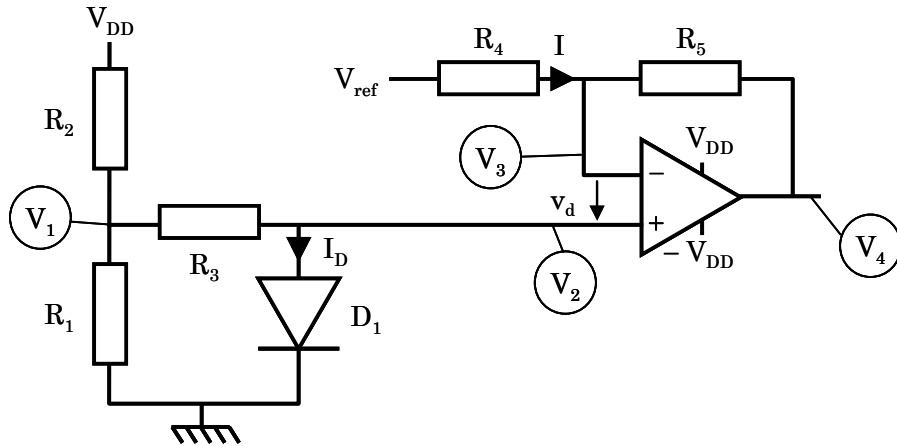


Figure III.1. $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 650 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 895 \text{ }\Omega$, $R_5 = 11 \text{ k}\Omega$, $V_{DD} = 15 \text{ V}$, $V_{ref} = 0,56 \text{ V}$. L'AOP a un gain $A = 100\,000$ et ses entrées $+$ et $-$ ne consomment pas de courant. Les tensions V_1 à V_4 sont référencées par rapport à la masse.

Le thermomètre électronique que nous étudions dans cet exercice est basé sur la lecture de la tension d'une diode polarisée en directe mais avant le seuil ($0 \text{ V} < V_D < V_S$). Dans ce cas, le courant de la diode est donné par :

$$I_D = I_S \exp\left(\frac{q \cdot V_D}{k \cdot T}\right) \quad (\text{III.1})$$

où $I_S = 10^{-16} \text{ A}$, $k = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$, T (en Kelvin, $^{\circ}\text{K}$) = T (en Celsius, $^{\circ}\text{C}$) + 273,15 et $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Seul la caractéristique de la diode dépend de la température. L'AOP est utilisé dans sa partie linéaire (donc non saturé).

III.1. Sachant que le courant consommé par la diode est négligeable par rapport à celui qui passe dans les résistances R_1 et R_2 , donner l'expression et la valeur de la tension V_1 . **(0,5 pt)**

III.2. Pour simplifier l'exercice, on suppose que le courant qui traverse la diode reste constant avec la température, $I_D = 1,157 \mu\text{A}$. On a de plus $V_2 = V_D$ (de l'équation (III.1)). Donner l'expression et la valeur de la variation de la tension V_2 par rapport à la température : **(1,5 pt)**

$$\text{VAR} = \frac{\partial V_2}{\partial T} \quad (\text{III.2})$$

BROUILLON

III.3. Détermination de la tension V_4 en fonction de la température.

III.3.1. Donner l'expression de V_4 en fonction de A et de v_d . **(0,5 pt)**

III.3.2. Déterminer l'expression du courant I en fonction de V_{ref} , R_4 , v_d et V_2 . **(1 pt)**

III.3.3. Donner l'expression du courant I en fonction de V_2 , v_d , R_5 et V_4 . **(1 pt)**

III.3.4. A partir des questions (III.3.1) à (III.3.3), donner l'expression de V_4 en fonction de V_2 , V_{ref} , R_4 et R_5 . On prendra soins de simplifier les équations en considérant que $1 \gg \gg 1/A$. On vérifiera que pour $V_2 = 0$ on obtient : **(1,5 pts)**

$$V_4 = -\frac{R_5}{R_4} V_{\text{ref}} \quad (\text{III.3})$$

BROUILLON

III.3.5. A $T = 0^{\circ}\text{C}$ la tension V_D est de 0,518 V. Donner la valeur de V_4 . **(0,5 pt)**

III.3.6. Donner la valeur de V_4 à $T = 50^{\circ}\text{C}$. **(0,5 pt)**

BROUILLON