

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

ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS



Cycle Initial Polytech
Première Année
Année scolaire 2009/2010



Epreuve d'électronique analogique N°3

Mercredi 28 Avril 2010

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 et votre prénom.
 - d'éteindre votre téléphone portable (– 1 point par sonnerie).

RAPPELS :

Lien entre le courant, le temps et la charge	$I = \frac{dQ}{dt}$
Forme générale de la tension aux bornes de la capacité d'un circuit R.C : $V_C(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{t}{R.C}\right) + B$	

EXERCICE I : Borne solaire de jardin (10 pts)

Dans cet exercice on s'intéresse au circuit électronique qui gère le fonctionnement des bornes solaires de jardin dont un exemple est donné à la figure (I.1.a). Le jour, une cellule photovoltaïque recharge une pile qui alimente une LED la nuit. Le circuit à étudier est donné à la figure (I.1.b).

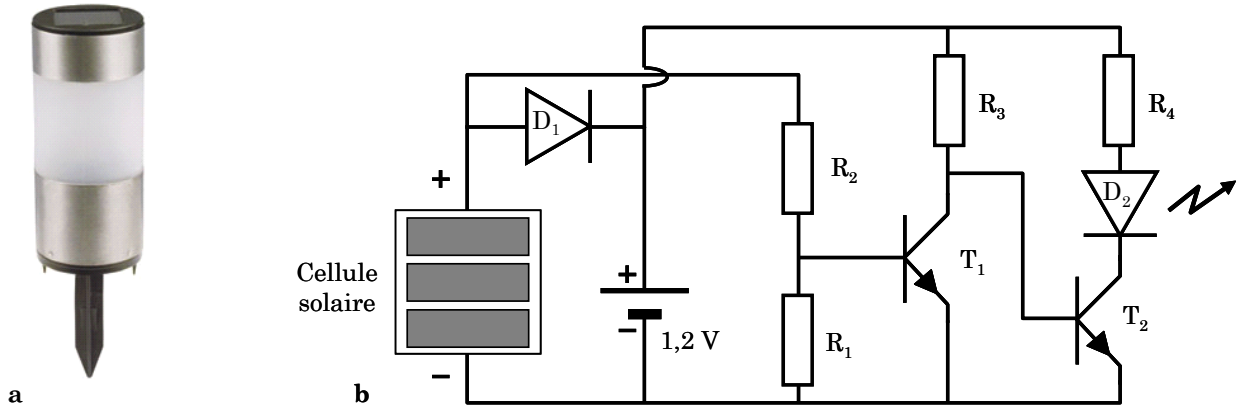


Figure I.1. Les deux transistors sont identiques avec $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0$, $V_{BE} = 0,6$ V. La résistance de la diode base émetteur sera considérée comme nulle. Si le transistor est saturé, on considérera que le courant de base reste inchangé. Diode D_1 : $V_{S1} = 0,2$ V, $R_{S1} = 0$ Ω . Diode LED D_2 : $V_{S2} = 0,7$ V, $R_{S2} = 10$ Ω . $R_1 = 1000$ k Ω , $R_2 = 100$ k Ω , $R_3 = 1,2$ k Ω , $R_4 = 4$ Ω .

I.1. Fonctionnement de jour

On considère que la cellule photovoltaïque ne peut pas mettre la pile en surcharge et que pour ce circuit elle fournit une tension de $E_S = 1,4$ V pour un courant de 20 mA. La tension de la pile est $E_P = 1,2$ V

I.1.a. Donner la valeur du courant de base, I_{B1} , du transistor T_1 . On ne considérera que la cellule solaire et les résistances R_1 et R_2 . **(1.5 pts)**

Brouillon

I.1.b. Donner la valeur de la tension V_{CE} du transistor T_1 et la valeur du courant de collecteur. **(1 pt)**

I.1.c. En déduire le régime de fonctionnement du transistor T_2 et si la LED est allumée ou éteinte. **(1 pt)**

I.1.d. Donner la valeur du courant délivré à la pile. **(0.5 pt)**

I.1.e. Si la borne est au soleil durant 10 h, donner la charge emmagasinée par la pile. On considérera que la pile est initialement déchargée **(1 pt)**

I.2. Fonctionnement de nuit

A la nuit tombée, la tension aux bornes de la cellule solaire devient nulle.

I.2.a. Donner, en le justifiant, le régime de fonctionnement du transistor T_1 . On n'oubliera pas d'expliquer les deux rôles de la diode D_1 . **(1.5 pts)**

Brouillon

I.2.b. Donner la valeur du courant de base du transistor T_2 . **(0.5 pt)**

I.2.c. Donner la valeur de la tension V_{CE} du transistor T_2 et son régime de fonctionnement. **(1 pt)**

I.2.d. Donner la valeur du courant qui traverse la LED D₂. (1 pt)

I.2.e. Pendant combien d'heures la borne de jardin va-t-elle être allumée ? (1 pt)

EXERCICE II : Détecteur d'impulsions : multivibrateur monostable (10 pts)

On se propose d'étudier un circuit qui permet la détection d'une impulsion très brève (très courte durée) comme un choc sur un tuyau, une émission de lumière infra rouge... Cette impulsion est convertie en impulsion électrique plus longue qui permet d'allumer une LED. Le circuit que nous allons étudier est donné à la figure (II.1) et correspond à un oscillateur Abraham BLOCH modifié (PARTIE 1) suivi d'un étage qui alimente une LED (PARTIE 2). La PARTIE 2 ne sera pas étudiée. V_E est une entrée et représente la brève impulsion qui a été convertie en tension.

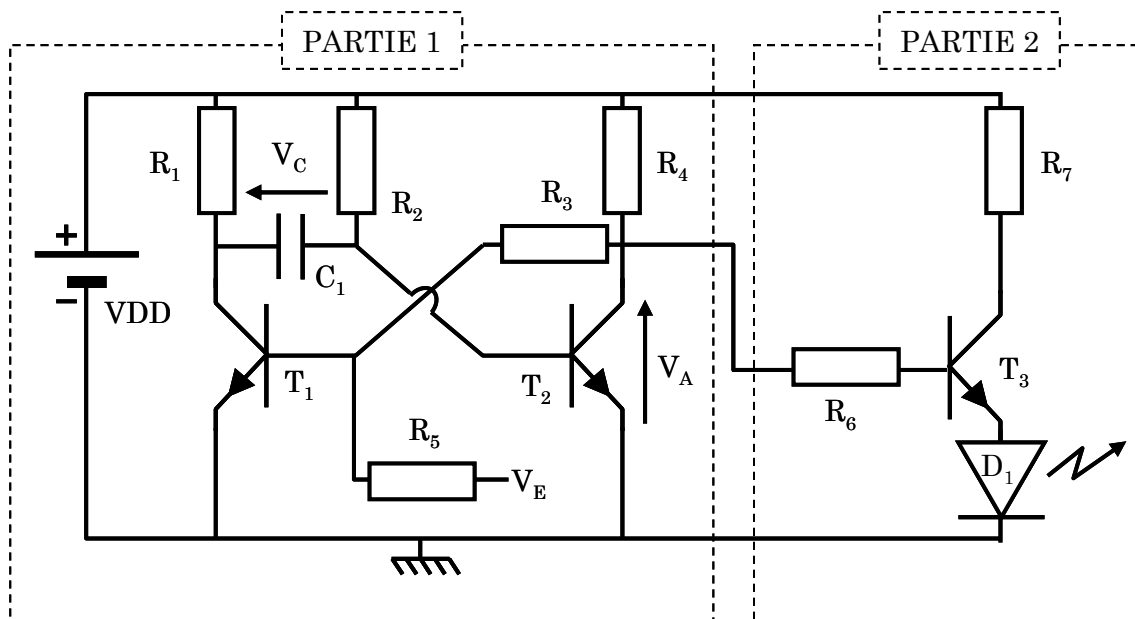


Figure II.1. $R_1 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 44 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 14 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 31 \text{ }\mu\text{F}$. Les trois transistors sont identiques : $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0 \text{ V}$, pour la diode de base $R_S = 0 \text{ k}\Omega$ et $V_S = 0,6 \text{ V}$. On considérera que $1 + \beta \approx \beta$ (soit $I_C \approx I_E$). La tension d'alimentation est $V_{DD} = 9 \text{ V}$.

Brouillon

II.1. Donner les valeurs min et max que peut prendre la tension V_A . **(0.5 pt)**

$$V_{Amin} =$$

$$V_{Amax} =$$

II.2. Etude de l'état stable : fonctionnement hors impulsion

Cet état stable, invariant au cours du temps, est obtenu en absence d'impulsion : $V_E = 0$ V.
Dans ce cas T_2 est passant et T_1 est bloqué.

II.2.a. Quelle est la valeur de la tension V_{BE2} ? **(0.5 pt)**

II.2.b. Puisque aucune tension et aucun courant ne varie au cours du temps, donner la valeur de la tension V_{C1} aux bornes du condensateur. **(0.5 pt)**

II.2.c. Déterminer la valeur du courant, I_{B2} , dans la base du transistor T_2 . **(0.5 pt)**

II.2.d. En supposant que le courant qui passe dans la résistance R_3 est négligeable par rapport au courant du collecteur de T_2 , déterminer si ce transistor est saturé et justifier que le transistor T_1 est bloqué. **(0.5 pt)**

II.3. Etude de l'état instable : fonctionnement après une impulsion

En présence d'une brève impulsion (de quelque μs par exemple), V_E devient égale à 5 V. On définit cet instant comme l'origine des temps.

II.3.a. A l'apparition de l'impulsion et en tenant compte de votre réponse à la question (II.2.d), donner la valeur de la tension V_{BE1} à $t = 0$. On supposera le courant I_{B1} comme négligeable si le transistor T_1 est passant. **(0.5 pt)**

II.3.b. En présence de l'impulsion très courte, le transistor T_1 se sature. Donner la valeur de la tension V_{BE2} à $t = 0$ et en déduire l'état du transistor T_2 . **(0.5 pt)**

Brouillon

II.3.c. Après la disparition de l'impulsion, le transistor T_1 reste saturé. Déterminer l'expression de l'évolution temporelle de la tension V_{BE2} du transistor T_2 en fonction du temps, de C_1 , R_2 , V_{DD} et 0,6 V **(1,5 pts)**

II.3.d. Donner l'expression et la valeur de t_1 , temps qu'il faut attendre pour débloquent T_2 et donc au temps durant lequel la LED (PARTIE 2) sera allumée. **(0,5 pt)**

II.3.e. Une fois la tension $V_{BE2} = 0,6 \text{ V}$ atteinte, expliquer sans calcul comment le circuit revient à l'état stable. On suivra successivement l'état du transistor T_2 , l'état du transistor T_1 et la charge de la capacité C_1 avec la tension V_C . **(1 pt)**

II.3.f. Sur la figure (II.2), tracer l'évolution des tensions V_{CE1} , V_{CE2} et V_{BE1} et V_{BE2} en fonction du temps (**2 pts**)

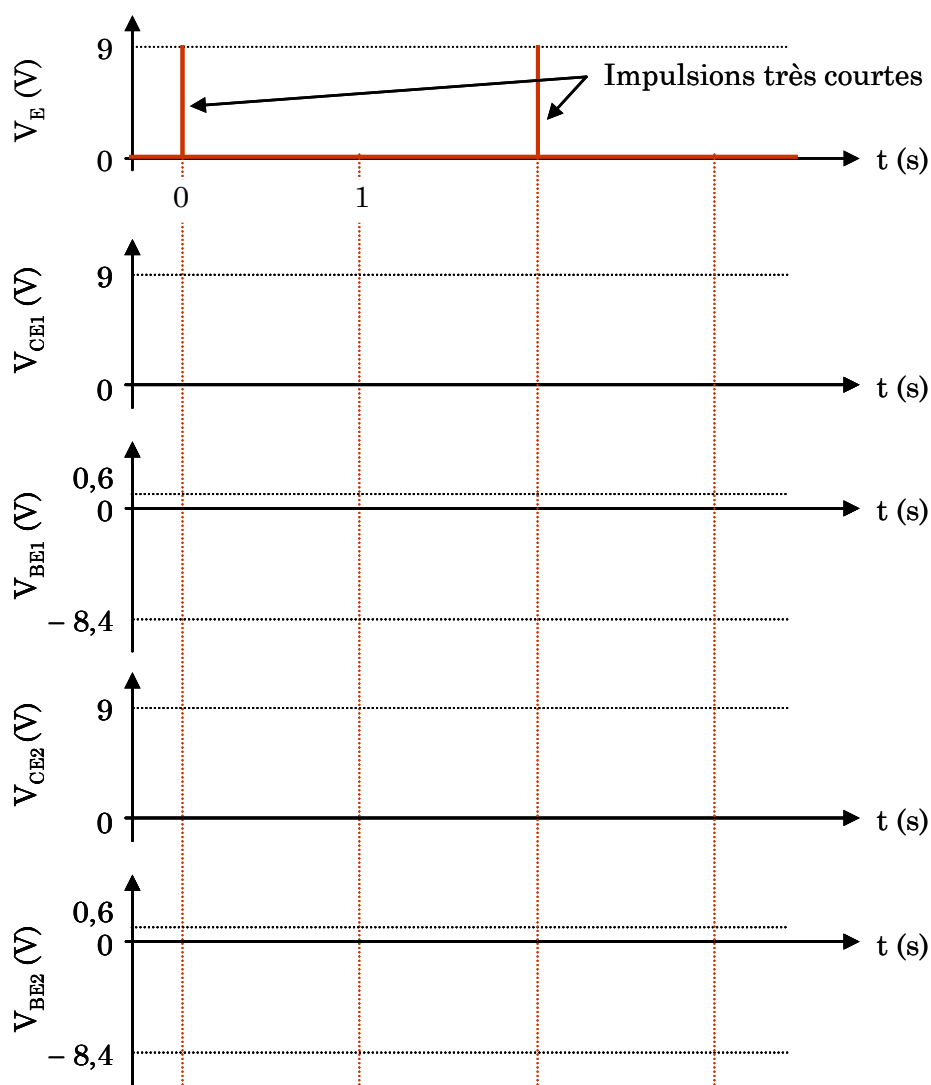


Figure II.2.

II.3.g. Proposer une modification de la PARTIE 1 pour qu'on puisse observer l'état de la LED sans avoir besoin de la PARTIE 2 (**0.5 pt**)

II.4. Etude de la PARTIE 2

II.4.1. En supposant que le courant I_B du transistor T_3 n'a aucune influence sur le fonctionnement de l'oscillateur, donner le domaine de variation de I_B et de V_{BE} . **(0.5 pt)**

II.4.2. En déduire le domaine de variation de I_C et de V_{CE} et dire si le transistor est en régime bloqué, linéaire ou saturé. **(0.5 pt)**

Brouillon