

Exercice N°1

A l'aide d'un amplificateur opérationnel, dont la sortie est rebouclée sur l'entrée par un dipôle RC, on réalise un multivibrateur astable schématisé sur la figure 2.

Un dispositif informatisé a permis de tracer le graphique de la figure 3 qui représente la tension du condensateur $u_C(t)$ et la tension de sortie $u_S(t)$.

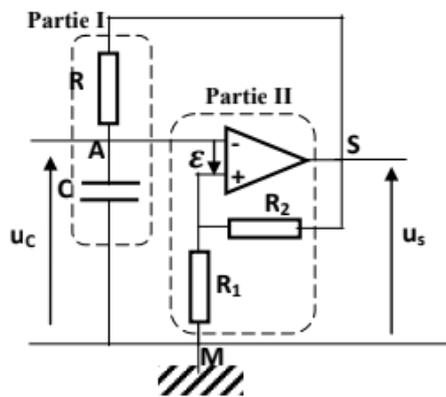


Figure 2

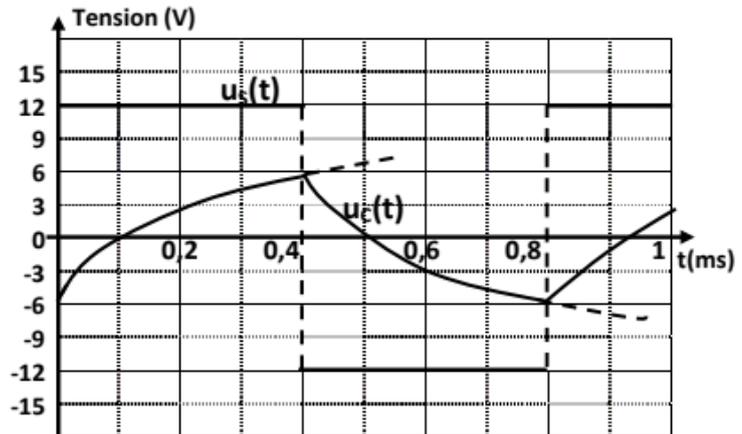


Figure 3

- 1) a- Définir un multivibrateur.
- b- Nommer les deux parties (I) et (II) délimitées en pointillées.
- 2) a- Exprimer u_{R_1} en fonction de R_1 , R_2 et u_S .
- b- Dédire la relation : $\varepsilon = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_S - u_C$.
- 3) a- Préciser si l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire ou saturé.
- b- Sachant que : $u_S = U_{sat}$ pour $\varepsilon > 0$ et $u_S = -U_{sat}$ pour $\varepsilon < 0$ avec U_{sat} la tension de saturation de l'amplificateur opérationnel. Montrer que les expressions des tensions de basculement U_{HB} et U_{BH} du multivibrateur sont $U_{HB} = \frac{R_1}{R_1+R_2} U_{sat}$ et $U_{BH} = -\frac{R_1}{R_1+R_2} U_{sat}$.
- 4) La tension initiale du condensateur $u_C(0) = U_i$ puis $u_C(t)$ augmente vers une tension finale U_f , elle atteindra la tension U_0 au bout d'une durée T_1 donnée par la relation : $T_1 = RC \text{Log} \left(\frac{U_i - U_f}{U_0 - U_f} \right)$
 - a- Exprimer, en fonction de R , C , R_1 et R_2 , les durées T_1 et T_2 correspondant respectivement aux états haut et bas du multivibrateur.
 - b- En déduire la valeur du rapport cyclique δ du multivibrateur.
- 5) Par exploitation du graphique de la figure 3,
 - a- a₁. Déterminer les valeurs de l'état haut E_H , de l'état bas E_B , les seuils de basculement U_{HB} et U_{BH} du multivibrateur.
 - a₂. Sachant que $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$, Calculer la valeur de R_2 .
 - b- b₁. Déterminer les durées T_1 et T_2 .
 - b₂. Sachant que $R = 4,7 \text{ K}\Omega$, en déduire la valeur la capacité C .

I) Le circuit de la figure 1 est constitué d'un amplificateur opérationnel supposé parfait et polarisé par une tension électrique symétrique $\pm U_{sat}$ et de deux résistors R_1 et R_2 .

1/ Montrer que la tension u_1 aux bornes de R_1 , s'écrit : $u_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_S$.

2/ En appliquant la loi des mailles à la maille EAME de la figure 1, montrer que l'expression de la tension différentielle ε de l'amplificateur opérationnel est : $\varepsilon = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_S - u_E$.

3/ L'amplificateur fonctionne en régime saturé. Si ε est positif alors $u_S = +U_{sat}$ et si ε est négatif alors $u_S = -U_{sat}$.

- Déduire les expressions des tensions de basculement de haut vers le bas U_{HB} et du bas vers le haut U_{BH} en fonction de U_{sat} , R_1 et R_2 .
- Nommer ce montage et préciser son rôle.

II) Au circuit précédent, on associe un condensateur de capacité C et un résistor de résistance R comme l'indique la figure 2.

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et $u_S(t)$ à la sortie du circuit (figure 3).

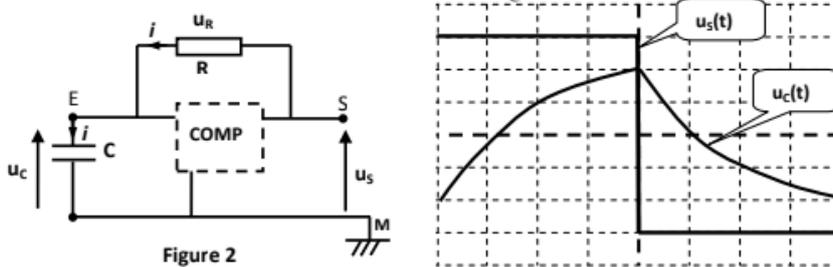


Figure 3

Les deux voies ont la même sensibilité verticale 5V/div et le même balayage horizontal 25 μ s/div.

1/ Justifier que le montage de la figure 2 constitue un multivibrateur astable.

2/ Montrer que la tension u_C vérifie l'équation différentielle suivante : $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = u_S$.

3/ En exploitant la figure 3, déterminer les valeurs de U_{HB} , U_{BH} et la période T de la tension $u_S(t)$.

4/ Sachant que $R_1 = R = 10 \text{ k}\Omega$ et que U_{HB} a la même expression qu'à la question {A} 3/a}, calculer R_2 et C .

On rappelle que la période T a pour expression : $T = 2RC \cdot \text{Log}(1 + 2\frac{R_1}{R_2})$ avec Log : logarithme népérien.

III) On modifie le montage précédent, on insérant une diode D supposée idéale et un résistor de résistance R comme l'indique la figure 3.

1/ Exprimer puis calculer T_1 et T_2 les durées respectives d'un état haut et d'un état bas.

2/ En déduire la valeur du rapport cyclique δ du multivibrateur.

3/ Préciser l'intérêt de ce montage.

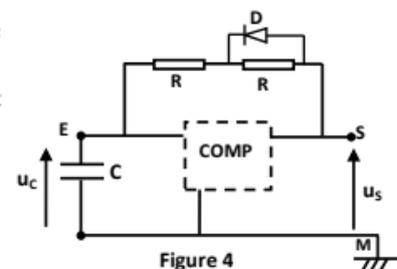


Figure 4