

Physique : Thème : Multi-vibrateur astable

Exercice n°1 :

A – Le circuit de la figure 3 est constitué d'un amplificateur opérationnel supposé parfait et polarisé par une tension électrique symétrique $\pm U_{sat}$ et de deux résistors de résistances R_1 et R_2 .

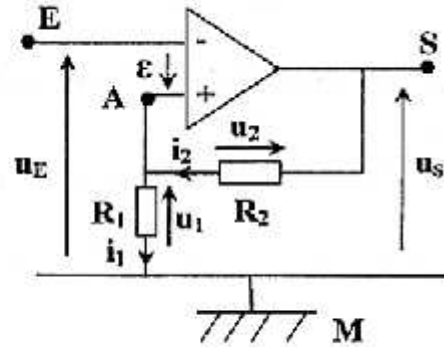


Figure 3

1- Montrer que l'expression de 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 3, montrer que l'expression de la tension différentielle ϵ de l'amplificateur opérationnel est :

$$\epsilon = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_S - u_E$$

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

a- Dédurre les expressions des tensions de basculement du haut vers le bas $U_{H \rightarrow B}$ et du bas vers le haut $U_{B \rightarrow H}$ en fonction de U_{sat} , R_1 et R_2 .

b- Nommer ce montage et préciser son rôle.

B – On associe au circuit précédent un condensateur de capacité C et un résistor de résistance R comme l'indique la figure 4. 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 5).

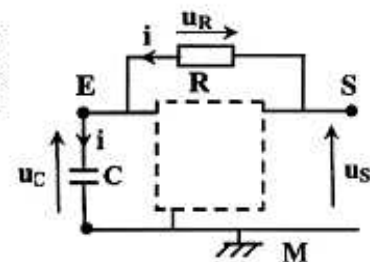


Figure 4

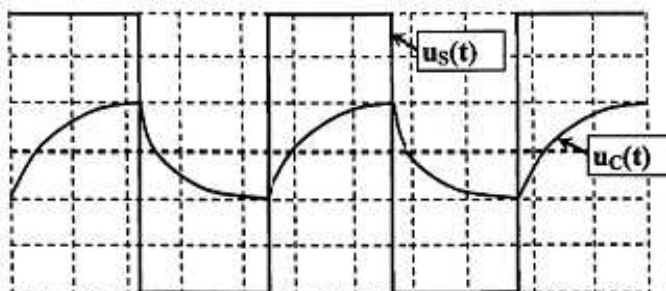


Figure 5

1- Montrer que la tension u_c vérifie l'équation différentielle :

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = u_s$$

2- En exploitant la figure 5, déterminer les valeurs de U_{HB} , U_{sat} et la période T de la tension $u_s(t)$.

3- 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 $T = 2 RC \cdot \text{Ln} \left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2} \right)$ avec $\text{Ln} = \text{Log}$.

Exercice n°2 :

on réalise un multivibrateur astable schématisé par la figure 3 à l'aide d'un amplificateur opérationnel ,dont la sortie est rebouclée sur l'entrée par un dipôle $R C$.

1°) Etablir la relation entre les tension $U_c(t)$ aux bornes du condensateur , $U_{R1}(t)$ aux bornes du résistor de résistance R_1 et la tension différentielle V

2°) Exprimer $U_{R1}(t)$ en fonction de R_1, R_2 et $U_s(t)$.

3°) Dédire la relation : $V = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_s(t) - U_c(t)$

4°) En régime saturé la tension de sortie $U_s(t) = U_{sat}$

pour et $U_s(t) = -U_{sat}$ pour $V < 0$, les expressions des seuils de basculement U_{HB} et U_{BH} du multivibrateur

considéré sont respectivement $U_{HB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{sat}$ et

$U_{BH} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{sat}$, avec U_{sat} la tension de saturation

de l'amplificateur opérationnel ,sachant que le condensateur de capacité C , chargé initialement sous une tension U_i qui croit au cours du temps en visant une tension U_f , atteindra une tension de valeur U_0 au bout d'une

durée Δt donnée par la relation : $\Delta t = RC \text{Log} \frac{U_f - U_i}{U_f - U_0}$

a°) Exprimer , en fonction de C, R, R_1 et R_2 , les durées T_1 et T_2 correspondant aux états haut du multivibrateur

b°) En déduire le rapport cyclique U du multivibrateur.

°) Dans un tel montage , quel est le composant électrique qui peut remplacer l'amplificateur opérationnel ?

Exercice n°3:

A l'aide d'un dipôle RC et d'un comparateur utilisant un amplificateur opérationnel supposé idéal et polarisé en $\pm 15V$. On réalise le montage suivant :

On prendra $R_1 = R_2 = R$

1°) a°) En appliquant la loi des mailles et la loi des nœuds ; montrer que V s'écrit sous la forme :

$$V = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot u_s - u_E$$

b°) déduire que les deux seuils de basculement du comparateur sont :

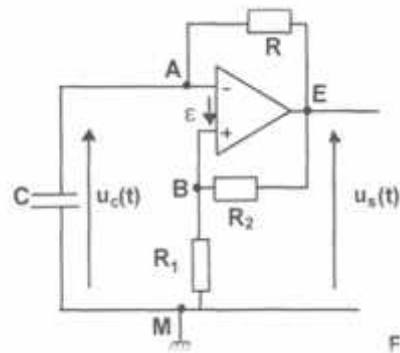
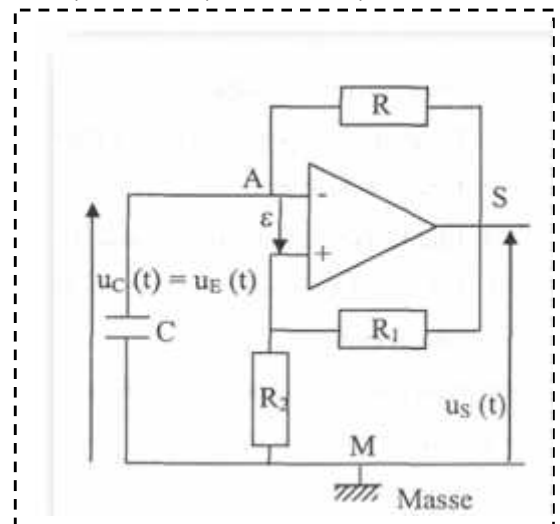


Figure 3



$$U_{HB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{sat} \text{ et } U_{BH} = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{sat}$$

Donner leurs valeurs numériques.

2°) A l'instant $t=0$, le condensateur est initialement chargé sous une tension $U_i = U_{BH}$ et que la tension us passe de son niveau bas ($(-U_{sat})$) à son niveau haut ((U_{sat})).

a°) Etablir l'équation différentielle : $RC \cdot \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = u_s(t) \quad (1)$

b°) La solution de l'équation différentielle (1) peut se mettre sous la forme : $u_c(t) = r \cdot e^{-\frac{t}{RC}} + S$

Vérifier qu'au cours de charge : $r = U_{BH} - U_{sat}$ et $S = U_{sat}$

c°) Vérifier qu'au cours de décharge : $u_c(t) = -U_{sat} + (U_{HB} + U_{sat}) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ est fonction de R et C.

d°) Déterminer l'expression de la durée T_H de l'état haut du multivibrateur en fonction de R et C.

e°) Etablir l'expression de la durée T_B de l'état bas en fonction de R et C.

f°) Déduire l'expression de la période T et celle du rapport cyclique U du multivibrateur.

3°) Sachant que $T = 6\text{ms}$ et $R = 2\text{K}\Omega$, calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice n°4:

Un oscillateur de relaxation est construit à partir d'un élément pouvant accumuler de l'énergie. Pendant la première partie de la période, il accumule. Dans la seconde, il reste au circuit. La fréquence des oscillations va dépendre du début de l'élément d'accumulation. L'amplitude de ces dernières va dépendre des caractéristiques de l'élément d'accumulation. Ce type d'oscillateur se rencontre dans différents domaines de la physique. On peut citer par exemple : les différents montages électroniques permettant d'obtenir des oscillations de relaxation à partir d'une capacité. Ce système permet notamment de réaliser des générateurs de signaux. Leur principal inconvénient vient de leur fréquence d'oscillation qui n'est pas très stable (c'est pourquoi on leur préfère souvent les oscillateurs à quartz) (Encarta).

Questions :

1°) Qu'est ce qu' un oscillateur de relaxation, d'après le texte ?

2°) De quoi dépend la fréquence des oscillations d'un oscillateur de relaxation ?

3°) Le texte a cité un inconvénient des oscillateurs de relaxation. Lequel ?

4°) Quel est le dipôle que renferme un oscillateur de relaxation et qui est cité dans le texte ?