

Physique : Thème : Multivibrateur astable

**Exercice n°1 :** A l'aide d'un amplificateur opérationnel , dont la sortie est rebouclée sur l'entrée par un dipôle R C , on réalise un multivibrateur astable schématisé par la figure 3

1°) En appliquant la loi des mailles :

a°) 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  $\mathcal{E}$

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

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

2°) En régime saturé la tension de sortie  $U_s(t) = U_{sat}$  pour et  $U_s(t) = -U_{sat}$  pour  $\mathcal{E} < 0$  , 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  $\Delta t$  donnée par la

relation :  $\Delta t = RC \log \frac{U_f - U_i}{U_f - U_0}$

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  $\delta$  du multivibrateur.

4°) Dans un tel montage , quel est le composant électrique qui peut remplacer l'amplificateur opérationnel ?

5°) On se propose de déterminer expérimentalement les valeurs des résistances des résistors  $R_1, R_2$  et de la capacité  $C$  du condensateur . Pour cela et à l'aide d'un système d'acquisition approprié, on obtient les courbes de la figure 4 traduisant l'évolution au cours du temps des tensions  $U_c(t)$  et  $U_s(t)$  du multivibrateur considéré.

Déterminer graphiquement les valeurs :

a°) EH de l'état haut et EB de l'état bas de la tension de sortie du multivibrateur

b°) des seuils de basculement  $U_{HB}$  et  $U_{BH}$  du multivibrateur et en déduire la valeur de la résistance  $R_2$ .

On donne :  $R_1 = 10k\Omega$

c°) des durées  $t_1$  et  $t_2$  correspondant respectivement aux états haut et bas du multivibrateur .

d°) En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur , On donne :  $R = 4.7k\Omega$

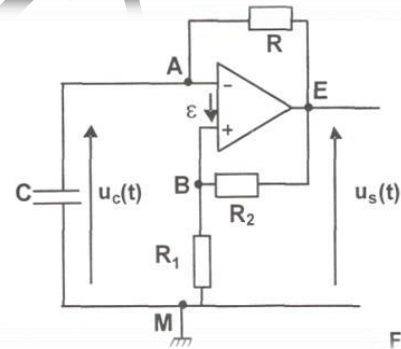


Figure 3

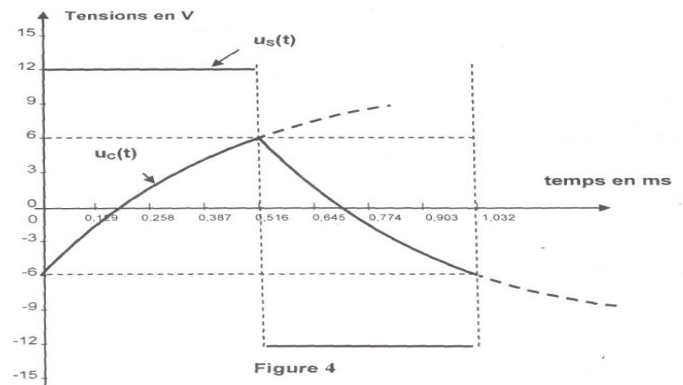


Figure 4

**Exercice n°2 :**

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  $\varepsilon$  s'écrit sous la forme :

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

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

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

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  $u_s$  passe de son niveau bas ( $-U_{sat}$ ) à son niveau haut ( $U_{sat}$ ).

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

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

Vérifier qu'au cours de charge :  $\alpha = U_{BH} - U_{sat}$  et  $\beta = U_{sat}$

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.

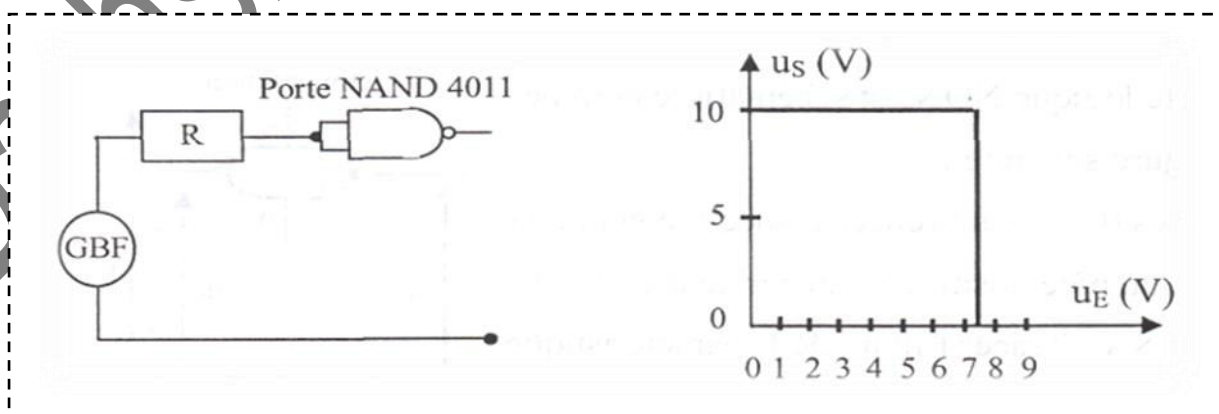
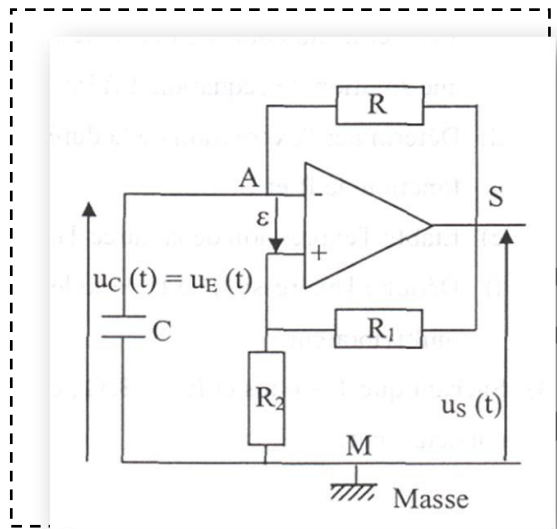
e°) Etablir l'expression de la durée  $T_B$  de l'état bas en fonction de R et C.

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

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

**Exercice n°3 :**

1°) On donne la caractéristique de transfert d'une porte logique NAND dont ses deux entrées sont shuntées. Le signal d'alimentation est triangulaire.

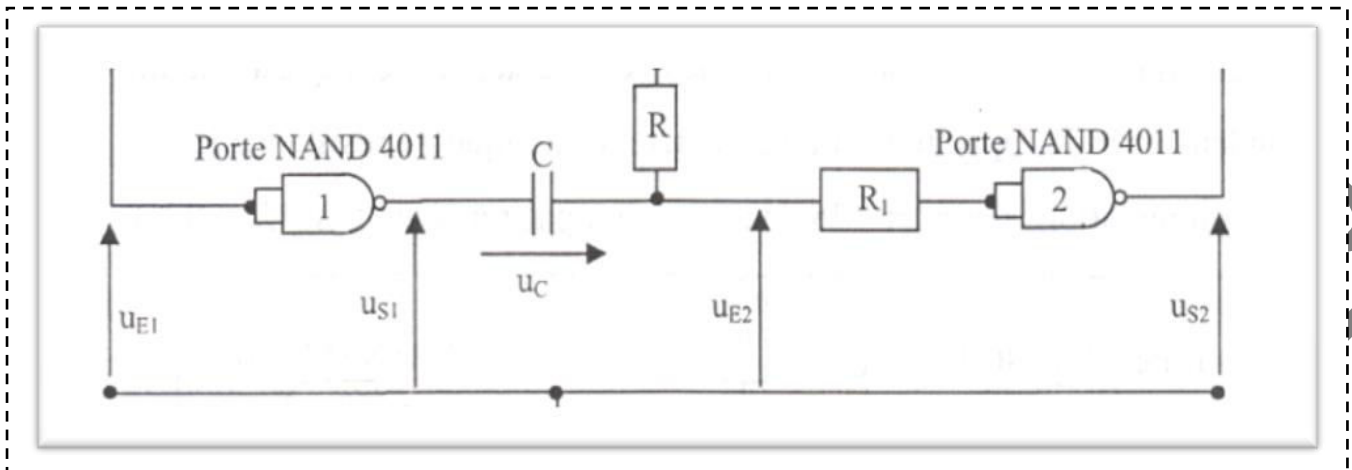


Déduire de la caractéristique :

a°) L'amplitude maximale du signal d'alimentation.

b°) Les tensions de basculement  $U_{BH}$  et  $U_{HB}$

2°) On réalise le montage du multivibrateur ,utilisant deux portes logiques identiques :



a°) Comparer :  $u_{E1}$  et  $u_{S2}$ .

b°) On suppose que :

\*A l'instant initial  $u_{S2} = U_{DD}$  et  $u_{S1} = 0V$ .

\*Juste à l'instant de commutation ( proche de l'instant initial)  $u_{S1} = U_{DD}$  et  $u_{S2} = U_{BH}$

Etablir l'expression de la période  $T$  et du rapport cyclique  $\delta = \frac{T_1}{T}$  en fonction de :  $R, C, U_{DD}$  et  $U = U_{BH} = U_{HB}$ .

Que deviennent ses expressions si  $U = \frac{U_{DD}}{2}$  ?

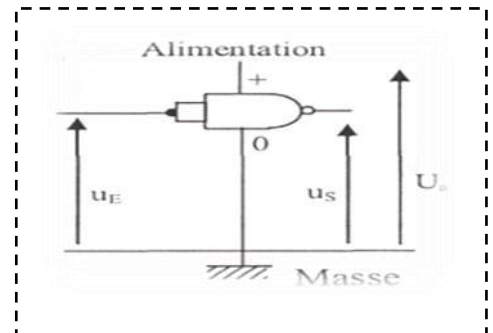
**Exercice n°4 :** 1°) Une porte logique NON est schématisé comme sur la figure suivante :

Les bornes 0 et+ sont reliées respectivement à la masse et au pôle d'un générateur de fém.  $E=U_a=8V$ .

Tracer l'allure de la caractéristique de transfert de cette porte :

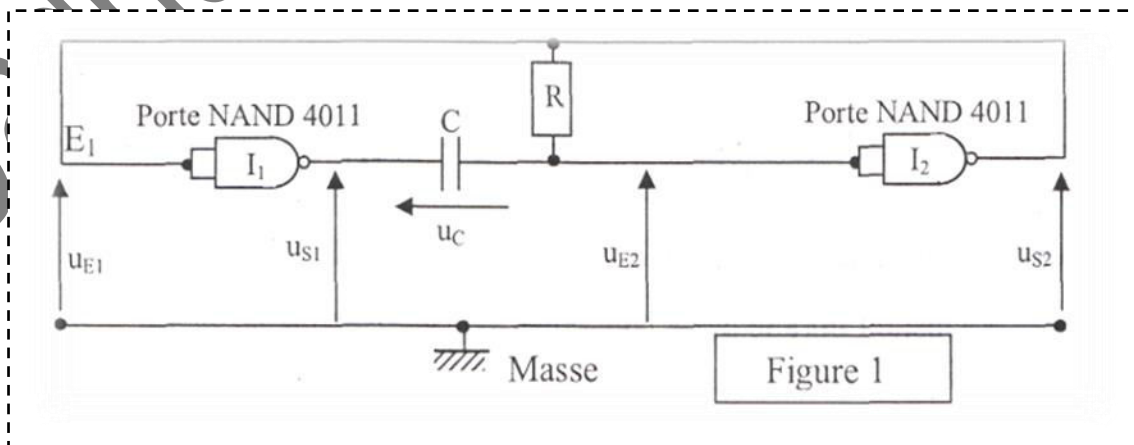
$u_s = f(u_E)$  sachant que la tension de basculement est :  $U_r = \frac{U_a}{2}$

Qu'appelle -t-on , pour une porte logique , état haut et état bas ?



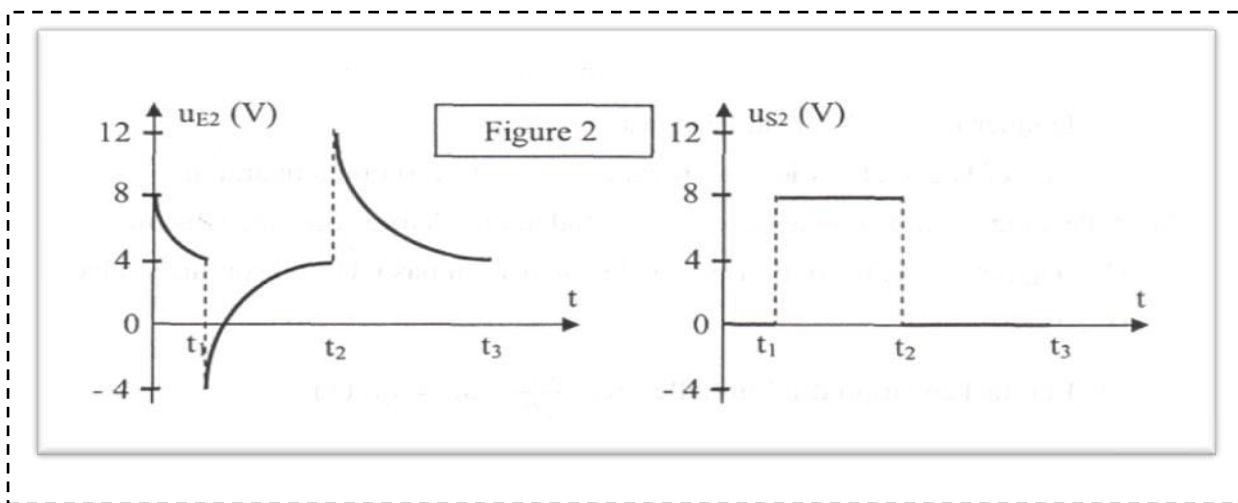
2°) Un Multivibrateur astable est schématisé sur la figure 1.

Il comporte deux portes logiques NON identiques à celle décrite à la premier question , un condensateur de capacité  $C$  et un conducteur ohmique de résistance  $R$  Les alimentations de portes logiques ne sont pas représentées ( $U_a = 8V$ ).



Montrer que les portes  $I_1$  et  $I_2$  sont toujours dans des états contraires.

3°) A l'instant choisi comme origine des dates le condensateur n'est pas chargé et  $U_{E2} = U_a = 8V$ . Les graphes des fonctions  $u_E(t)$  et  $u_S(t)$  sont représentées sur la figure 2.



Interpréter ces graphes sur chacun des intervalles de temps mis en évidence.

4°) Montrer que le fonctionnement est périodique. Exprimer la période en fonction de  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$ . De quels facteurs la période dépend -t-elle ? Indiquer sans justification comment choisir les éléments du circuit pour doubler la période.

#### Exercice n°5 :

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 ?

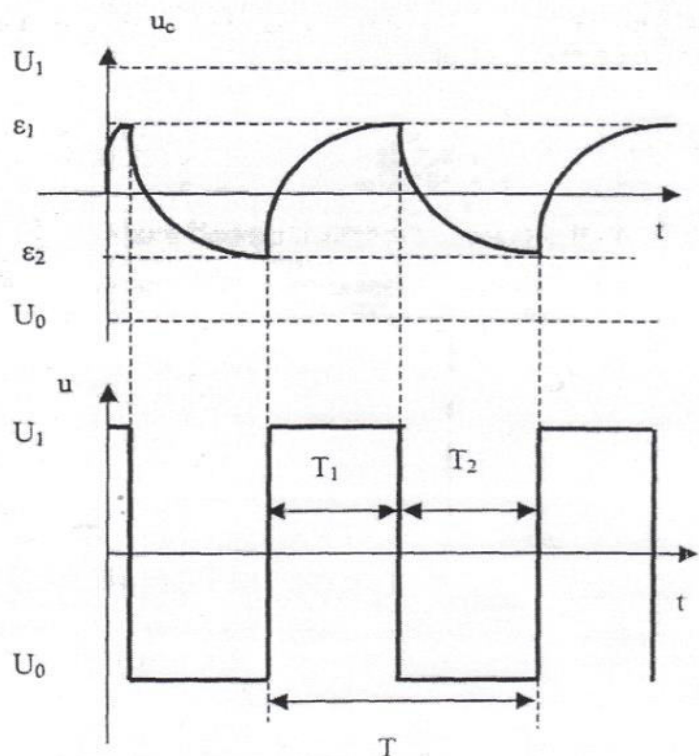
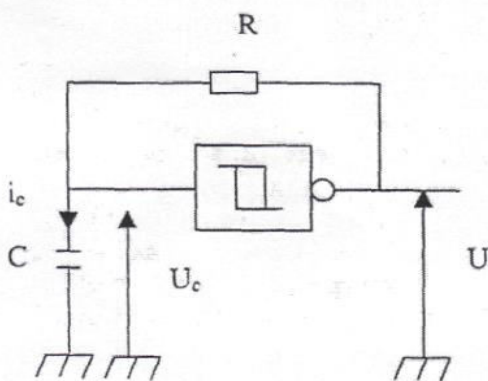
## Exercice n°6: « Etude d'un texte scientifique »

### Le Multivibrateur astable

Lorsqu'un signal électrique est porteur d'une information, cette dernière est traduite dans la forme de ce signal en électronique analogique et dans la succession de ses niveaux en électronique numérique. A l'interface de ces deux domaines se trouvent les comparateurs qui sont commandés par des signaux analogiques et qui délivrent des signaux numériques. Cette situation fonde l'importance de ces dispositifs. Les multivibrateurs ou bascules, sont des générateurs de production des signaux périodiques non sinusoïdaux à résistance (s) et capacité (s) dont le circuit possède deux états de fonctionnement. Selon la stabilité de ces états, se distinguent les multivibrateurs astables à deux états instables. Ces multivibrateurs sont des oscillateurs de relaxation. Le schéma du multivibrateur à bascule de Schmitt inverse est donné à la figure ci-dessous dont les chronogrammes de tensions sont  $U_c(t)$  et  $U(t)$ . La bascule de Schmitt peut être réalisée par un amplificateur opérationnel ou CMOS.

Prépa électronique I, Edition Hachette Livre, 1997.

- 1°) Dégager à partir du texte la définition d'un multivibrateur
- 2°) Pour un multivibrateur astable, préciser si le basculement d'un état de fonctionnement à l'autre état se fait spontanément ou d'une façon provoquée
- 3°) Préciser la signification des termes suivants :  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, T$  et  $T_1 / T_2$
- 4°) Représenter la caractéristique de transfert de ce multivibrateur. (On précisera sur cette courbe les tensions de basculement)



Daghshi Sahbi Tel: 52 924 529