

Université de Batna 2	Faculté de Technologie	Département d'Electronique	<b>Master 1ère Automatique AS&amp;AI</b>
<b>TP Electronique Appliquée</b>			<b>Benmokrane.T</b>
<b>TPN° 03</b>	<b>Générateur de Fonctions à Amplificateur Opérationnel</b>		<b>Benacer.S</b> <b>Litim.M</b>

### But du TP

- Assimiler le fonctionnement d'un générateur de fonctions à base d'ampli OP
- Se familiariser avec les notions relatives aux générateurs de signaux : forme d'onde ; période, fréquence et rapport cyclique.

### Principe

Un générateur d'onde carrée et dents de scie simple, mais efficace est donné sur la figure 1. Ce circuit est en réalité un trigger de schmitt inverseur avec un réseau RC. Lorsque la sortie de l'ampli OP est à l'état haut, le condensateur se charge pour atteindre  $+V_{sat}$  selon l'équation de charge :

$$V_C = V_\infty + (V_0 - V_\infty)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Avec  $V_\infty = +V_{sat}$ ,  $V_0$  la charge initiale qu'on va déterminer ultérieurement et  $\tau = RC$ .

En ce moment la tension sur l'entrée non inverseur est égale à :

$$V_{HT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_r$$

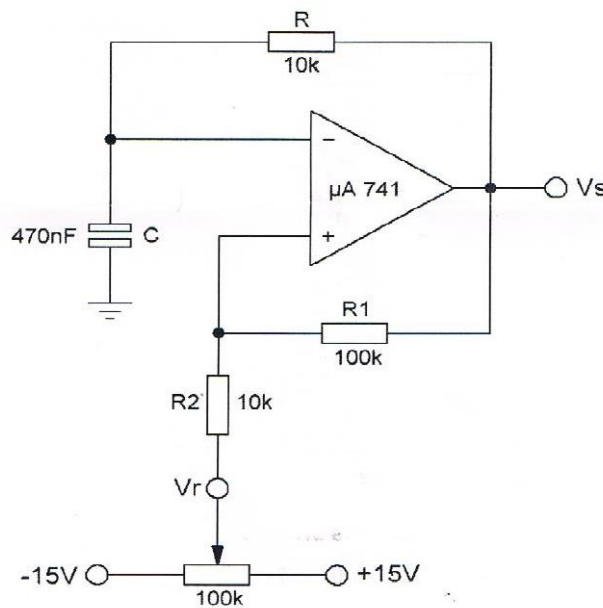


Figure 1 : Un générateur de fonctions à base d'ampli OP

Lorsque la tension aux bornes de C atteint  $V_{HT}$  il ya basculement de la sortie vers  $-V_{sat}$  et le condensateur va se charger dans l'autre sens vers  $-V_{sat}$  selon l'équation :

$$V_C = -V_{sat} + (V_{HT} + V_{sat})e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Et la tension sur l'entrée non inverseur est égale à :

$$V_{LT} = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_r$$

Lorsque la tension aux bornes de C atteint  $V_{LT}$  il ya basculement à nouveau de la sortie vers  $+V_{sat}$  et le processus se répète périodiquement.

Les formes d'ondes à la sortie de l'ampli OP et aux bornes du condensateur sont représentées sur la figure 2.

Les durées des états hauts et bas du signal à la sortie de l'ampli OP sont données par :

$$TH = RC \ln \left( \frac{V_{LT} - V_{sat}}{V_{HT} - V_{sat}} \right) ; \quad TL = RC \ln \left( \frac{V_{HT} + V_{sat}}{V_{LT} + V_{sat}} \right)$$

La période, la fréquence et le rapport cyclique (DC : duty cycle) sont donnés par :

$$T = TH + TL = RC \ln \left( \left( \frac{V_{LT} - V_{sat}}{V_{HT} - V_{sat}} \right) \left( \frac{V_{HT} + V_{sat}}{V_{LT} + V_{sat}} \right) \right)$$

$$f = \frac{1}{T} ; \quad DC = \frac{TH}{T} 100\%$$

Dans le cas spécial où  $V_r=0$  et  $R_1=R_2$  :

$$TH = TL = 2RC \ln(3)$$

$$DC = 50\%$$

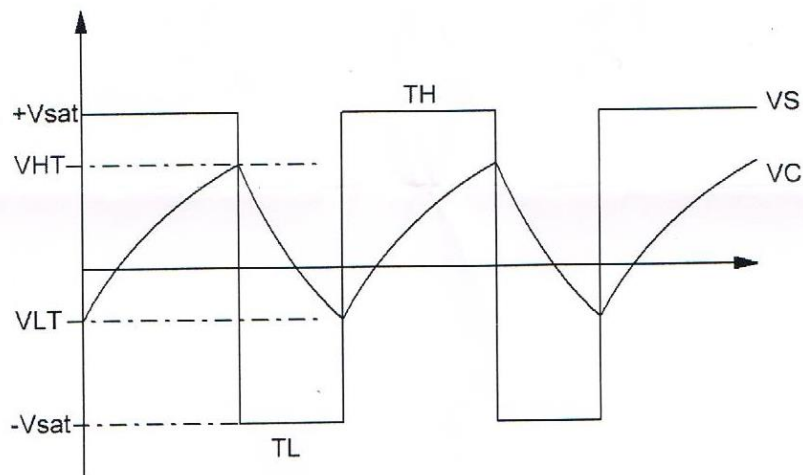


Figure 2 : Formes d'ondes issues du générateur de fonctions

La fréquence maximale qui peut être générée par ce circuit est limitée par la rapidité de l'ampli OP.

Un autre montage qui génère deux formes d'onde carré et triangle peut être réalisé en utilisant deux ampli OP comme indiqué sur la figure 3. Il est composé d'un trigger de schmitt non inverseur et d'un intégrateur.

La tension sur l'entrée non inverseur est donnée par :

$$V_{\oplus} = \pm V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Le basculement de la sortie du trigger se fait lorsque  $V_{\oplus}$  est nulle, d'où les seuils de basculement :

$$V_{HT} = + \frac{R_1}{R_2} V_{sat} ; \quad V_{LT} = - \frac{R_1}{R_2} V_{sat}$$

L'équation de charge du condensateur s'écrit :

$$V_C = V_S = -\frac{V_{sat}}{RC}t + V_{HT} \quad \text{si la sortie du trigger est } +V_{sat}$$

$$V_C = V_S = +\frac{V_{sat}}{RC}t - V_{LT} \quad \text{si la sortie du trigger est } -V_{sat}$$

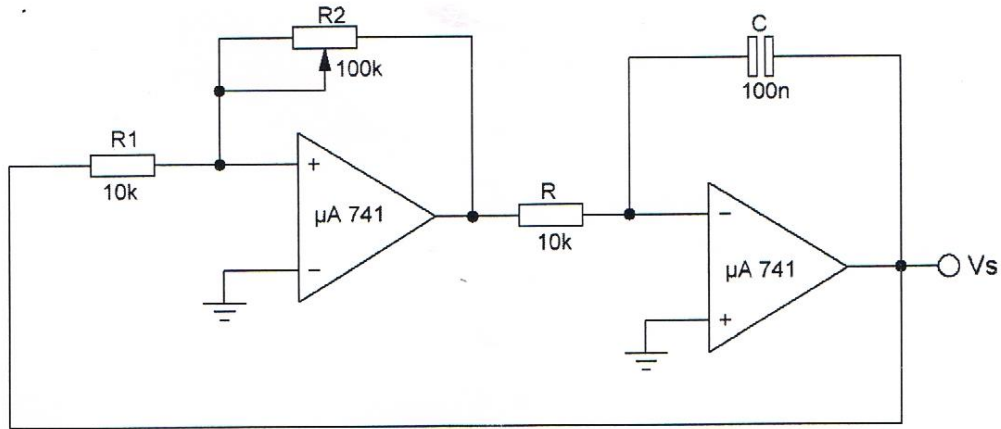


Figure 3 : Générateur de fonctions à deux ampli OP

D'après les équations de charge du condensateur on peut déduire les temps TH et TL :

$$TH = TL = 2RC \frac{R_1}{R_2}$$

La fréquence d'oscillation est donnée par :

$$f = \frac{1}{T} \quad ; \quad \text{avec } T = T_H + T_L = 4RC \frac{R_1}{R_2}$$

Les formes d'ondes à la sortie du trigger et de l'intégrateur sont illustrées sur la figure 4. La condition d'oscillation est que  $R_1 < R_2$

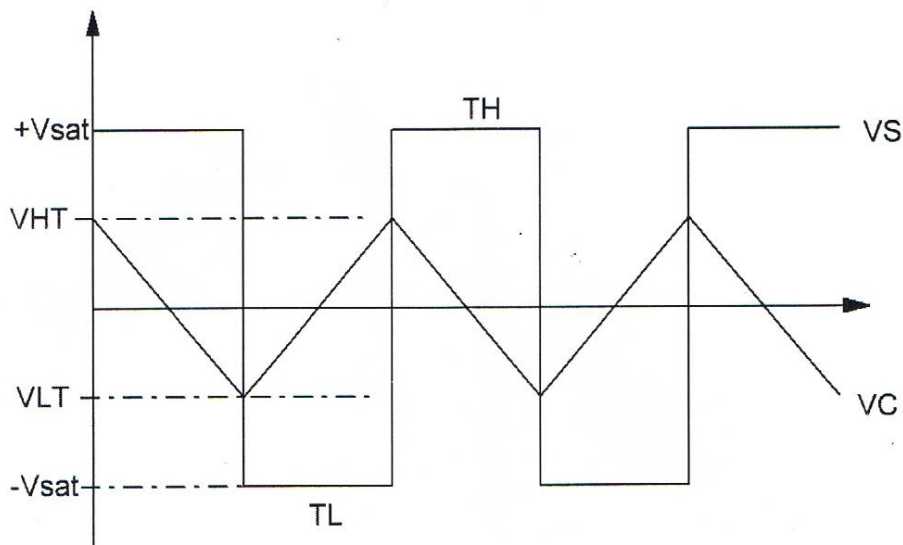


Figure 4 : formes d'ondes du générateur de fonctions à deux ampli OP

## Déroulement du TP

### 1-Générateur de fonctions à un seul ampli OP

Réaliser le montage de la figure 1 avec  $V_r=0V$

- Visualiser et tracer les tensions à la sortie du trigger et aux bornes du condensateur.
- Mesurer les seuils de basculement du trigger  $V_{HT}$  et  $V_{LT}$  et comparer avec les valeurs théoriques.
- Mesurer la fréquence et comparer avec la valeur théorique.

Faire changer la tension  $V_r$  comme indiqué sur la figure 1, que remarquez-vous.

- Régler la tension  $V_r$  afin d'obtenir un signal de rapport cyclique 25% et tracer le signal à la sortie du trigger.

### 2-Générateur de fonctions à deux ampli OP

Réaliser le montage de la figure 3.

Faire varier la valeur de  $R_2$  jusqu'à obtention de formes d'ondes comme celles de la figure 4.

- Régler la valeur de  $R_2$  pour obtenir des signaux de fréquence 500Hz.
- Relever et tracer sur papier millimétrique les deux formes d'onde
- Mesurer la valeur de  $R_2$  et comparer avec la valeur théorique.
- Mesurer les différents paramètres ( $V_{HT}$ ,  $V_{LT}$ ,  $TH$ ,  $TL$ ) et comparer avec les valeurs théoriques.