

Traitement d'une information analogique

1. Rappel

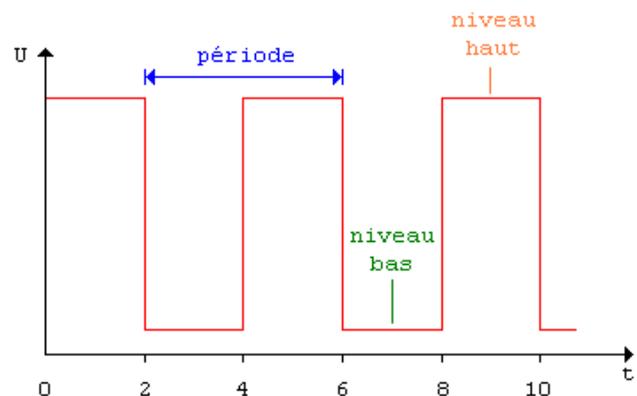
a. définition

Le terme analogique désigne les phénomènes, appareils électroniques, composants électroniques et instruments de mesure qui représentent une information par la variation d'une grandeur physique (ex. une tension électrique).

b. Signal analogique

C'est un signal dont la valeur de sortie évolue proportionnellement à la valeur d'entrée.

Exemple : Capteur à effet hall



La fréquence du signal est proportionnelle à la fréquence de rotation du capteur

c. Caractéristiques d'un signal

- Signal sinusoïdal

Un signal sinusoïdal est caractérisé par son amplitude maximale et sa fréquence. Il peut se mettre sous la forme :

$$a = A \sin(2\pi ft + \varphi) + C$$

A : amplitude maximale

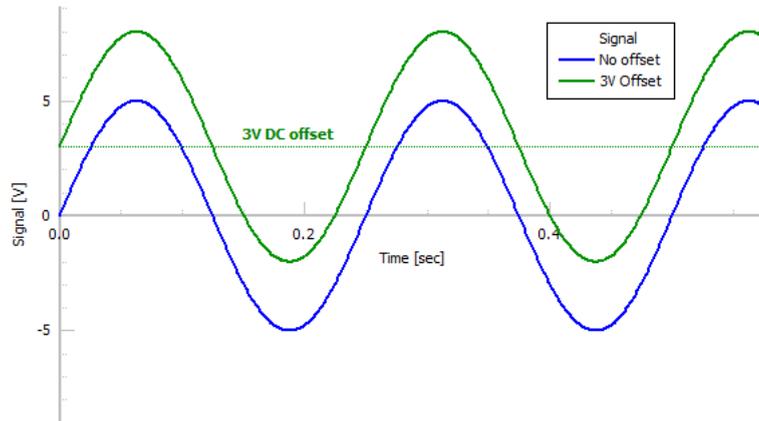
f : fréquence du signal

t : le temps

φ : déphasage par rapport au temps

C : Offset, décalage par rapport à l'axe des ordonnées

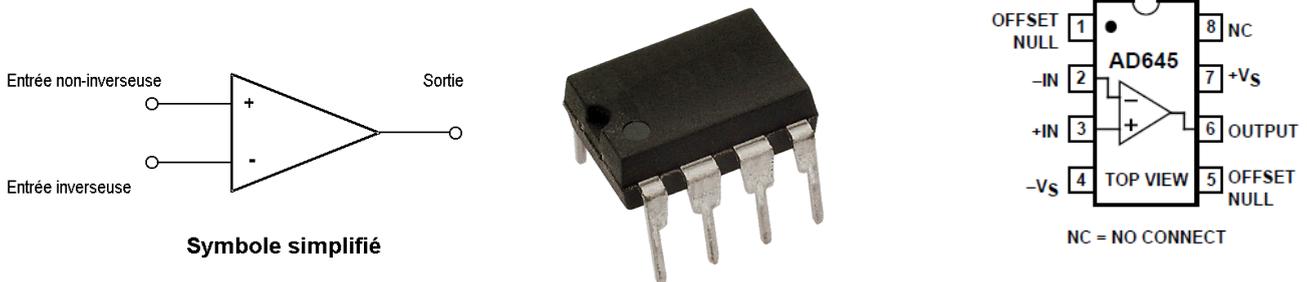
$2\pi f$ est la pulsation du signal en radian/seconde



d. Amplificateur opérationnel

Un amplificateur opérationnel (aussi dénommé ampli-op ou ampli op, AO, AOP, ALI ou AIL) est un amplificateur différentiel : c'est un amplificateur électronique qui amplifie une différence de potentiel électrique présente à ses entrées.

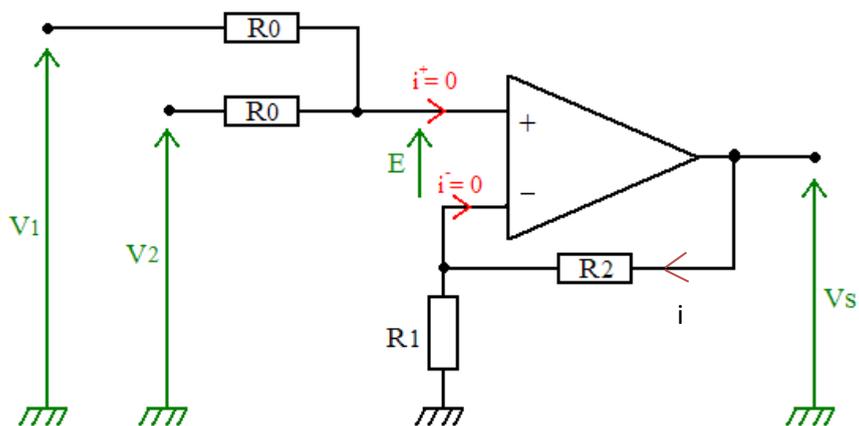
Il a été initialement conçu pour effectuer des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : il permettait de modéliser les opérations mathématiques de base comme l'addition, la soustraction, l'intégration, la dérivation et d'autres. Par la suite, l'amplificateur opérationnel est utilisé dans bien d'autres applications comme la commande de moteurs, la régulation de tension, les sources de courants ou encore les oscillateurs.



On partira par la suite qu'on a un amplificateur opérationnel parfait et qu'il fonctionne en « mode linéaire ». Ce qui implique qu'il ne perturbe pas le signal qu'il va amplifier et que la différence de tension entre les deux entrées de l'amplificateur est maintenue à zero ($U_+ = U_-$).

2. Opération sur les signaux

a. Additionneur non-inverseur (extensible à n entrées)



- Démonstration

Amplificateur opérationnel parfait et qui fonctionne en « mode linéaire »

On a $U_+ = U_-$

Loi d'Ohm

De plus sachant que $i_- = 0$, on a $V_s = (R_1 + R_2) \cdot i$ avec $U_- = R_1 \cdot i$

Donc $\frac{U_-}{R_1} = \frac{V_s}{R_1 + R_2}$ on a alors $U_- = V_s \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

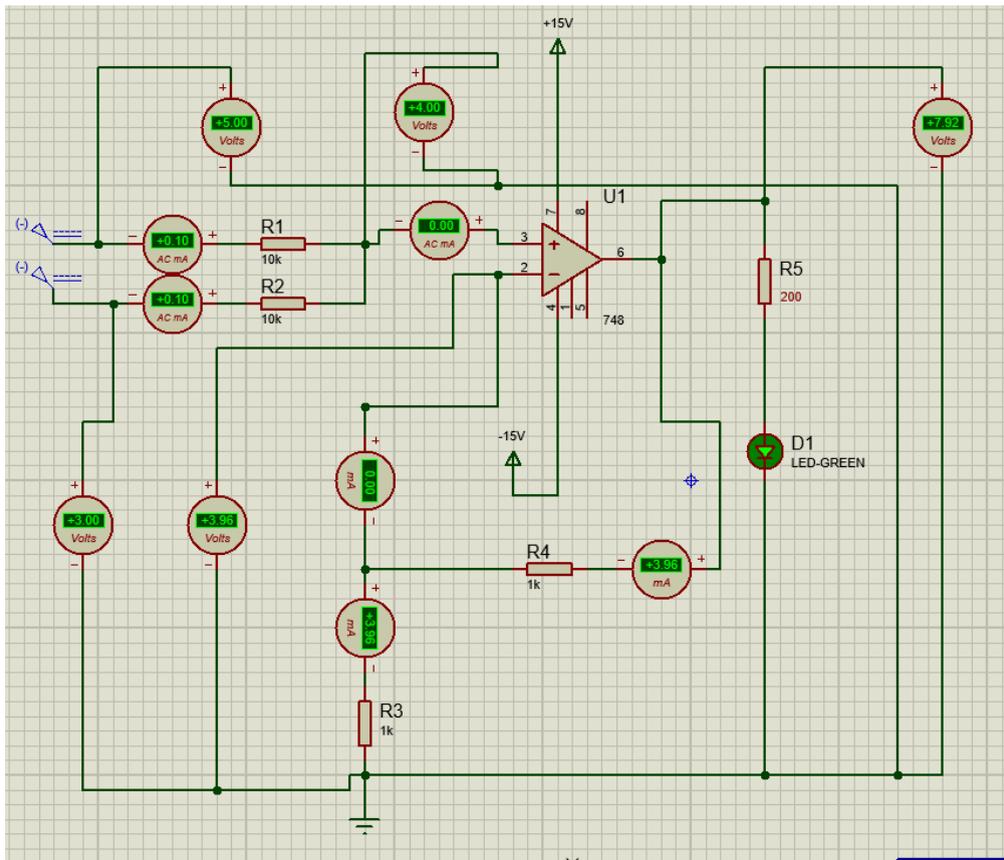
Loi des nœuds

Comme $i_- = 0$ on a $i_1 + i_2 = i_+ = 0$

On peut écrire $\frac{(U_+) - V_2}{R_0} + \frac{(U_+) - V_1}{R_0} = 0$ donc $2 \cdot U_+ = V_1 + V_2$

Au final : $V_s = \frac{(R_1 + R_2)}{2 \times R_1} \times (V_1 + V_2)$ dans notre cas $R_1 = R_2$ d'où $V_s = V_1 + V_2$

- Mesures réalisées



$U_s = V_1 + V_2 = 8V$

$V_s = (R_1 + R_2) \cdot i \quad i = \frac{8}{2000} = 4 \text{ mA}$

$U_- = 1000 \cdot 0.004 = 4V$

$U_+ = U_-$

$U_+ - V_2 = 3 - 4 = -1 \text{ V}$ et $U_+ - V_1 = 5 - 4 = 1 \text{ V}$ puis $\frac{1}{10000} = 0,1 \text{ mA}$

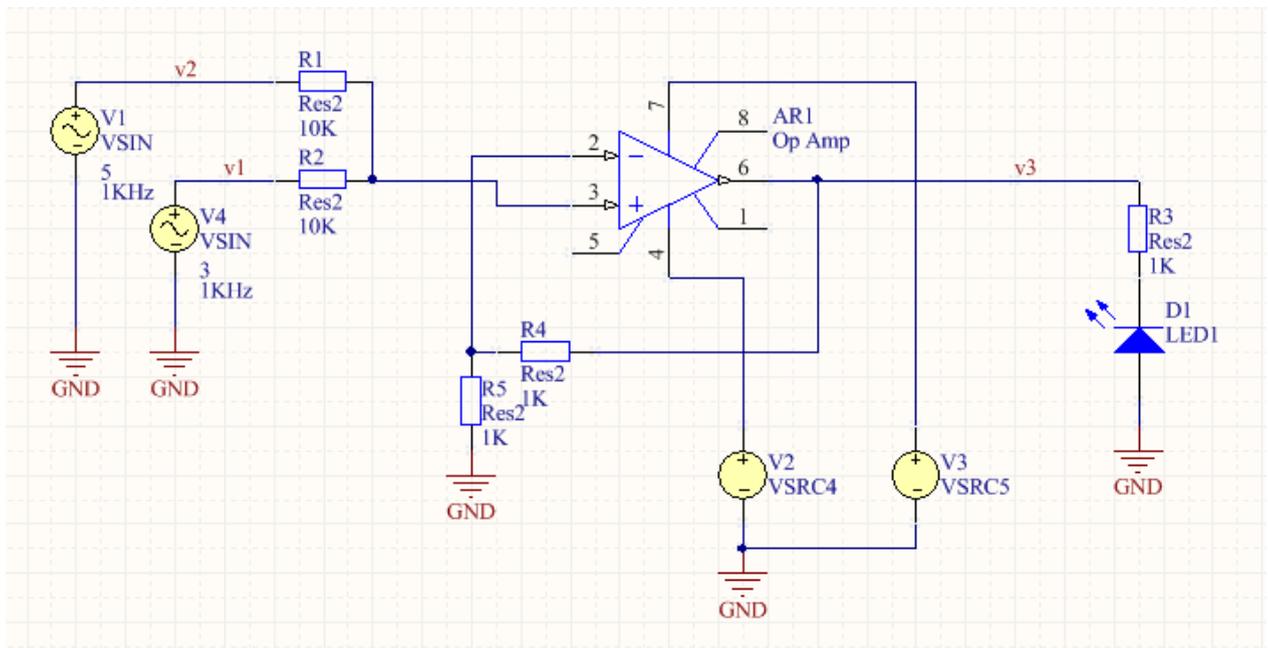
- Formule

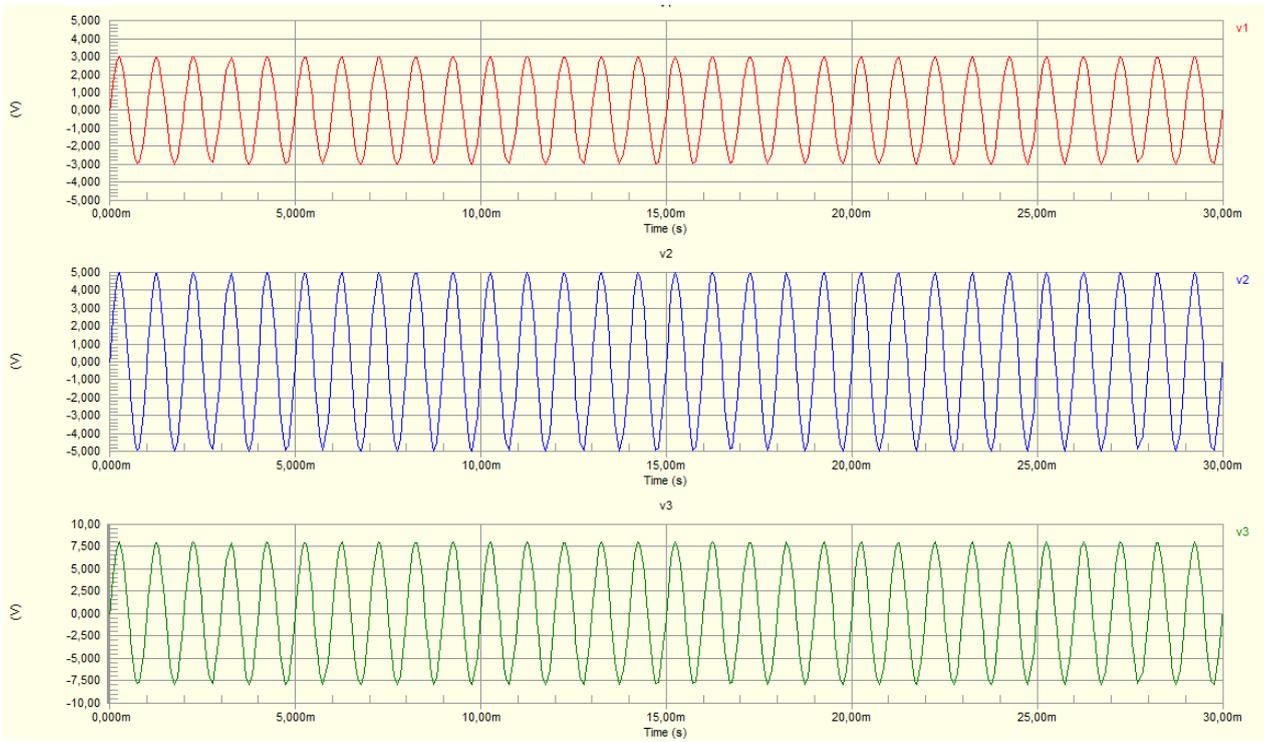
$$V_s = \left(\frac{R_2 + R_1}{n \times R_1} \right) \times (V_1 + V_2 + \dots + V_n)$$

- Remarque

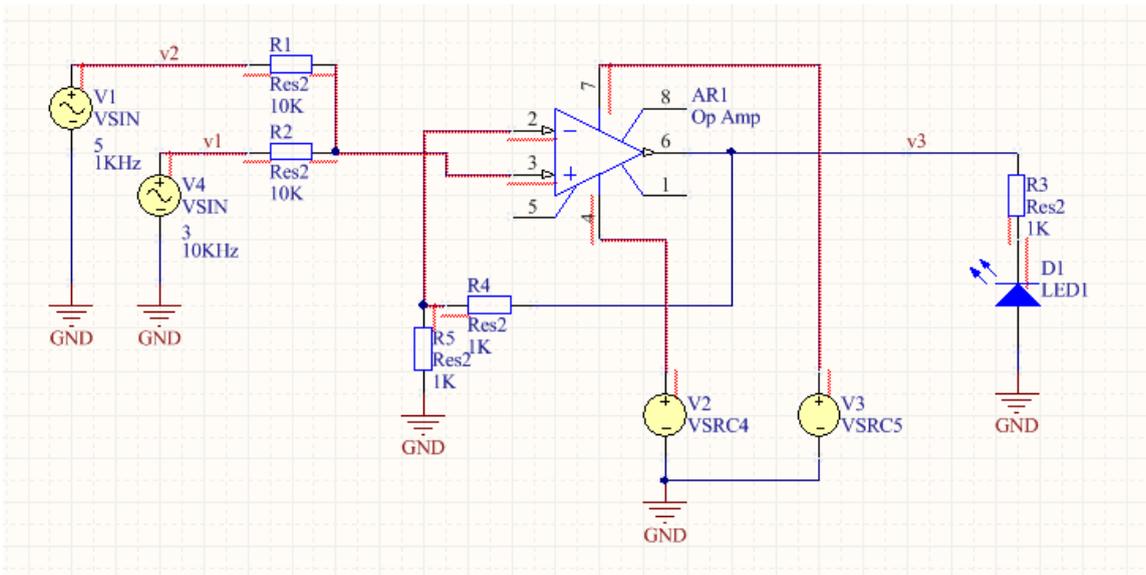
Si on prend $R_2 = R_1$, on aura $V_s = (V_1 + V_2)$

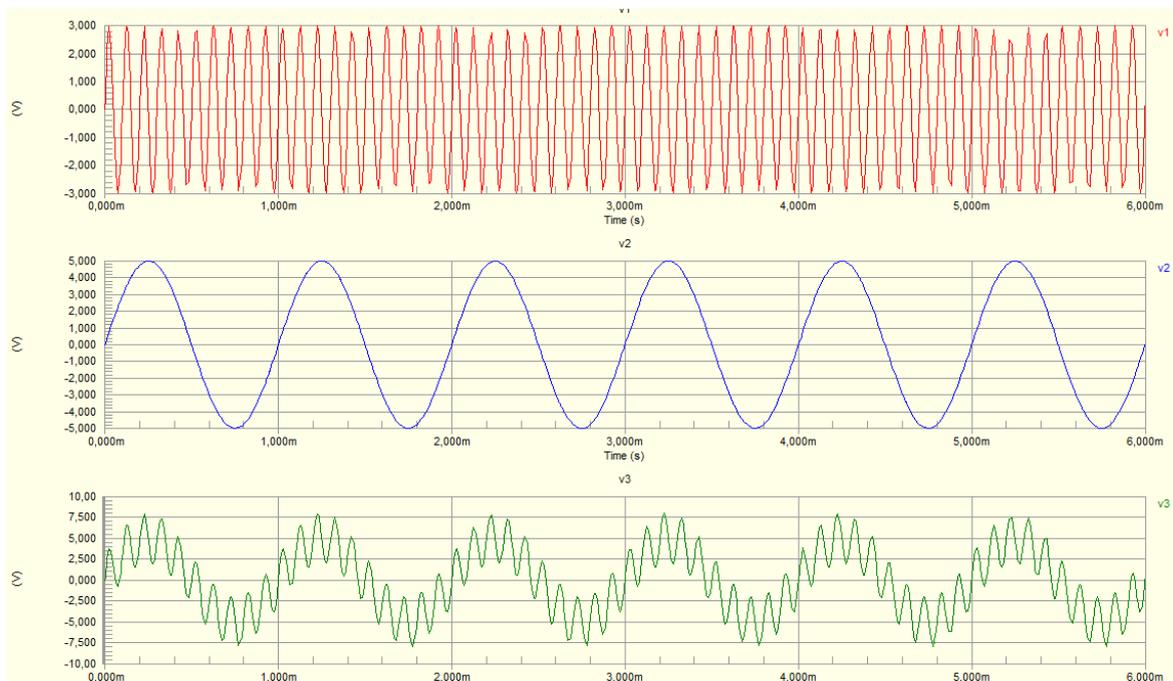
- Simulation (V1 et V4 ont la même fréquence)





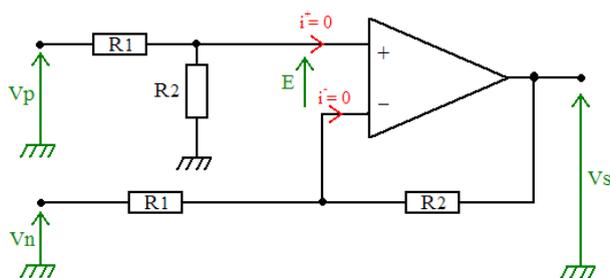
- Simulation (V1 et V4 ont des fréquences différentes)





b. Amplificateur différentiel

- Schéma



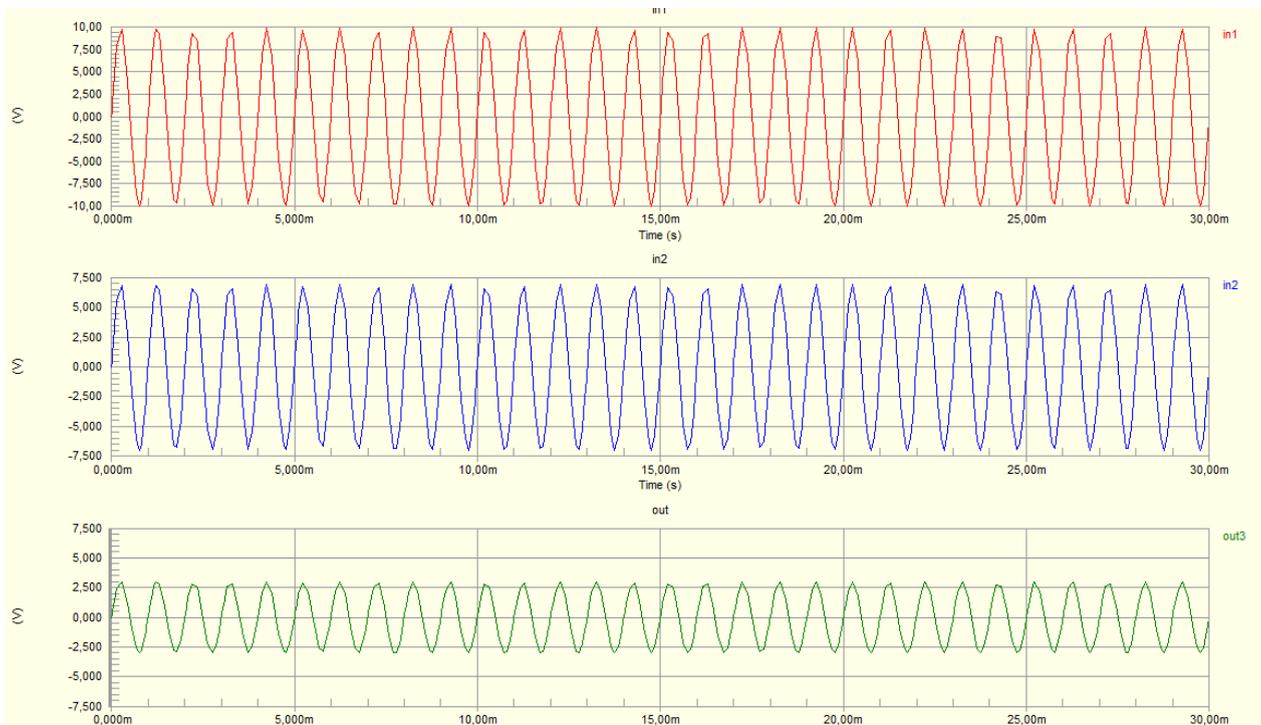
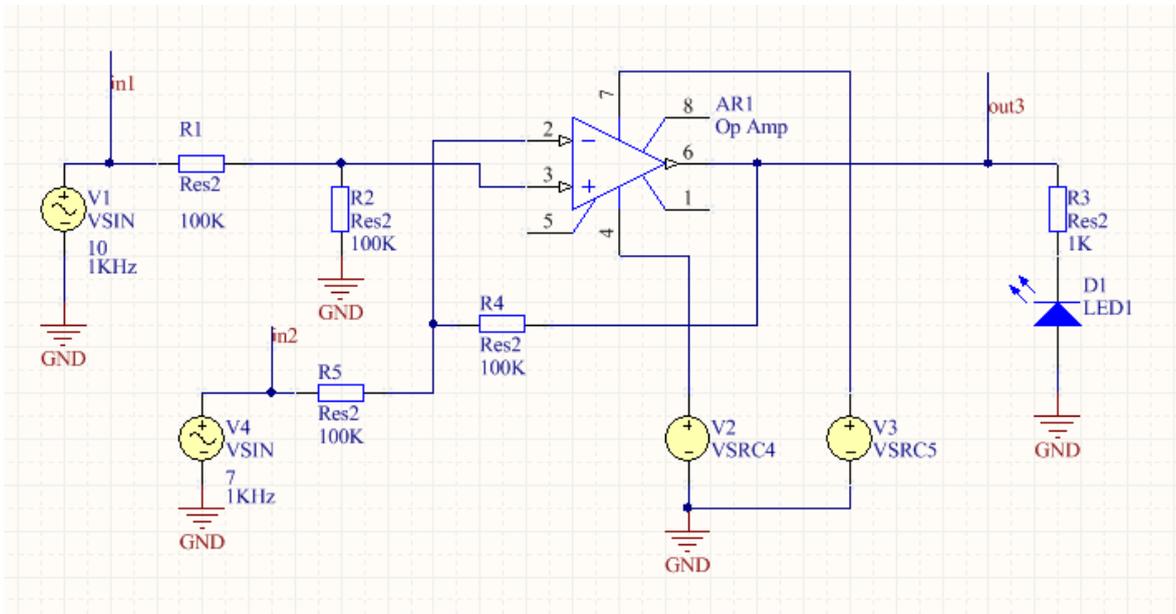
- Formule

$$V_s = (V_p - V_n) \times \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

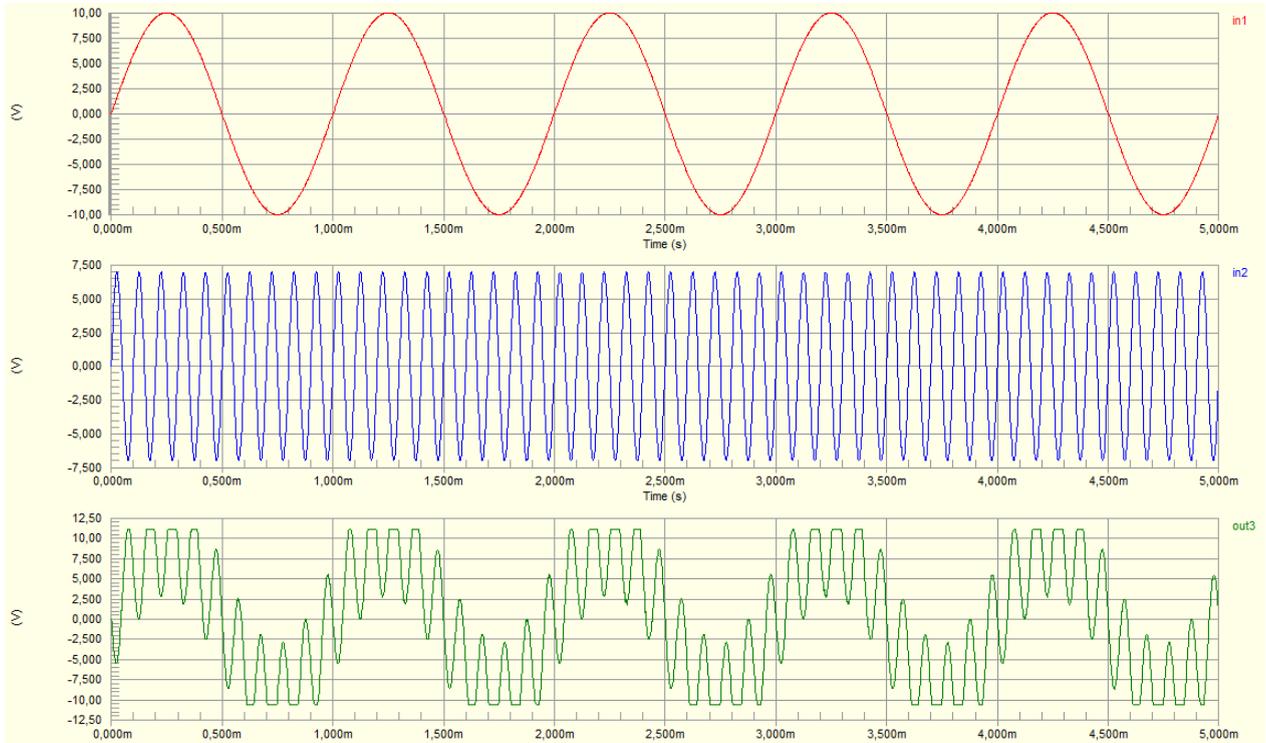
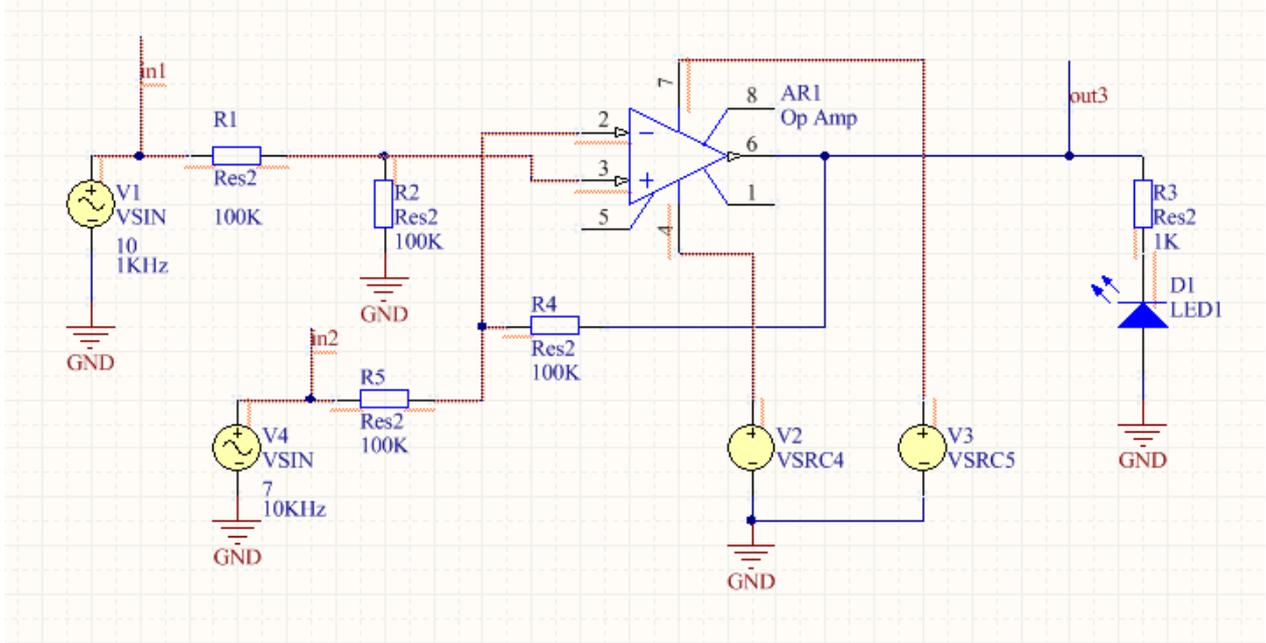
- Remarques

Si on prend $R_2=R_1$, on aura $V_s = (V_p - V_n)$

- Simulation (V1 et V4 ont la même fréquence)

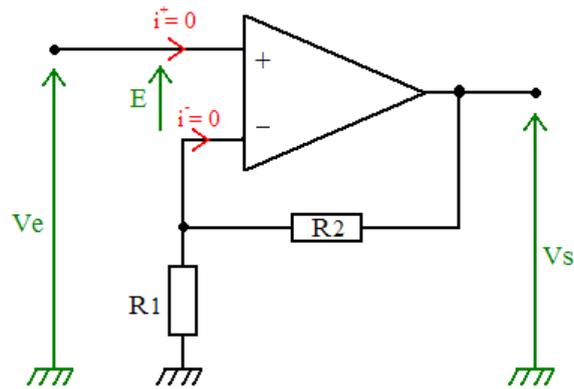


- Simulation (V1 et V4 ont des fréquences différentes)



c. Amplificateur de tension non-inverseur

- Schéma



- Formule

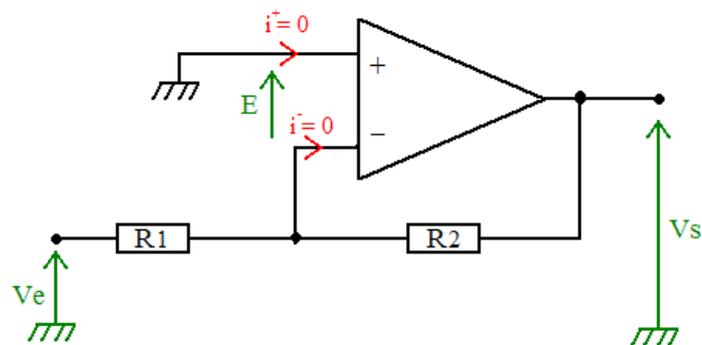
$$V_s = V_e \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

- Remarques

L'amplitude de V_s est supérieure à celle de V_e (c'est pour cela qu'il est "non-inverseur")
La résistance en entrée du montage est infinie. Donc le courant d'entrée est nul.

d. Amplificateur de tension inverseur

- Schéma



- Formule

$$V_s = V_e \times \left(-\frac{R_2}{R_1}\right)$$

- Remarques

V_s peut être soit :

- amplifiée: lorsque $R_1 > R_2$
- atténuée: lorsque $R_1 < R_2$

La résistance d'entrée du montage est R_1 , donc cette résistance ne peut pas être très élevée par rapport aux autres montages vu précédemment.

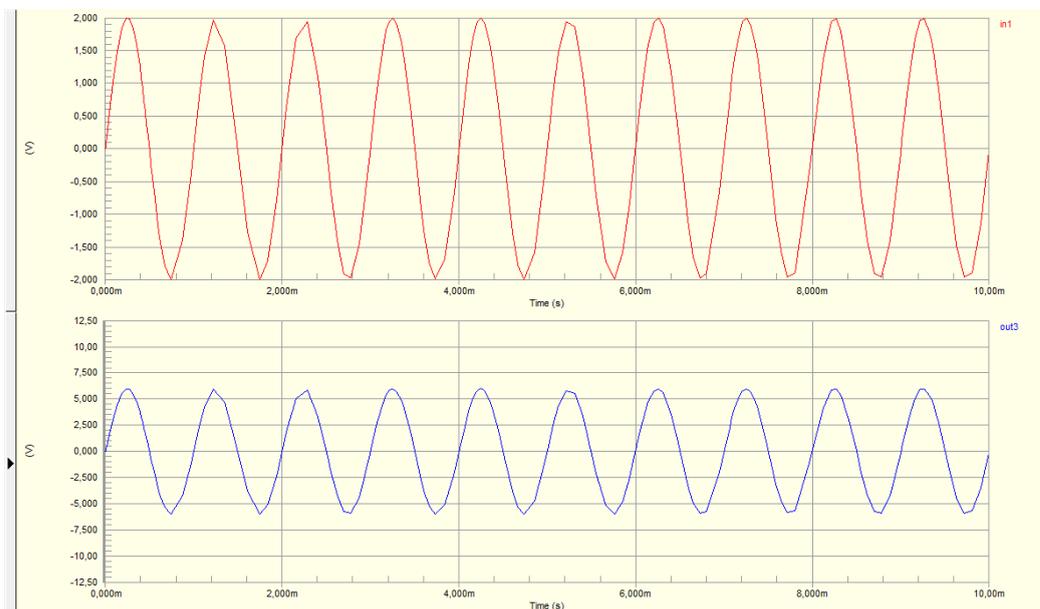
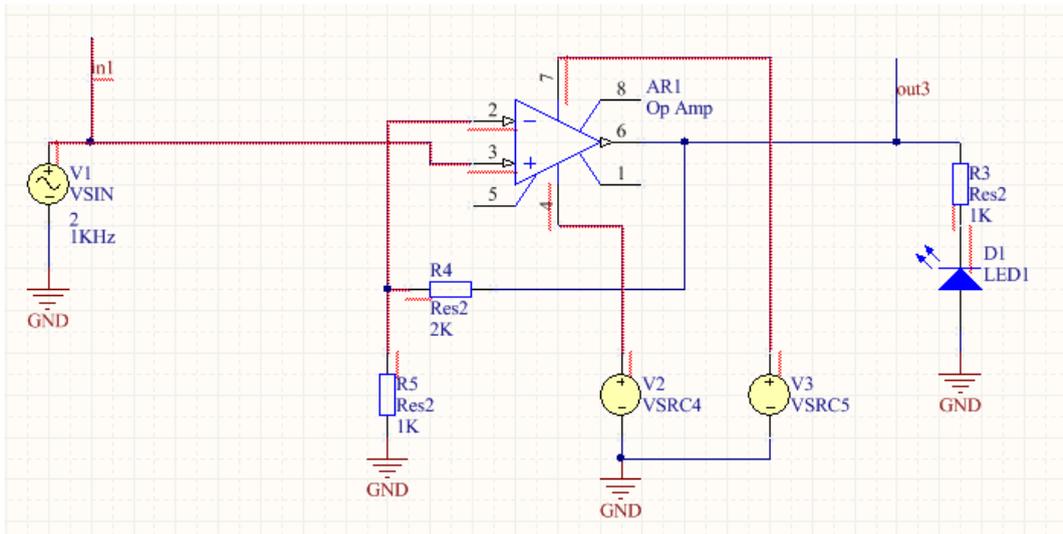
3. Problème de saturation

Les systèmes d'enregistrement, de traitement et de restitution du son ont tous un volume maximum au-delà duquel le signal est perdu ou déformé.

Un signal sinusoïdal amplifié à l'extrême va finir par saturer et se transforme peu à peu en signal carré.

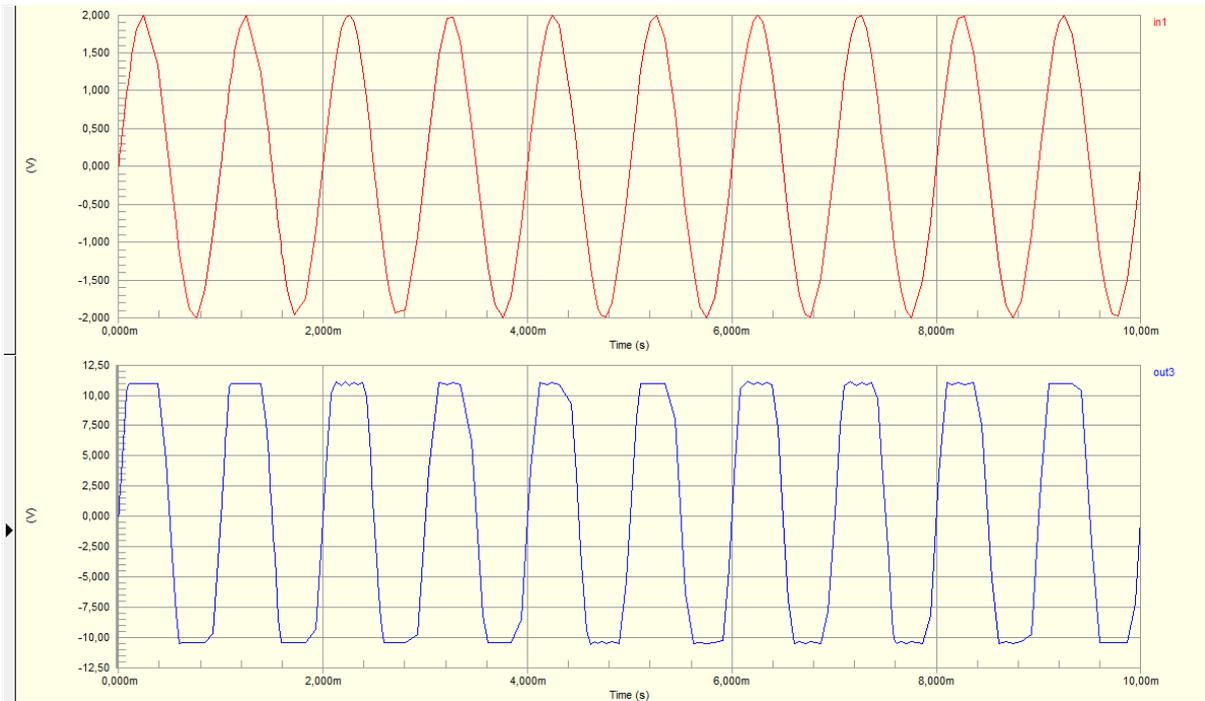
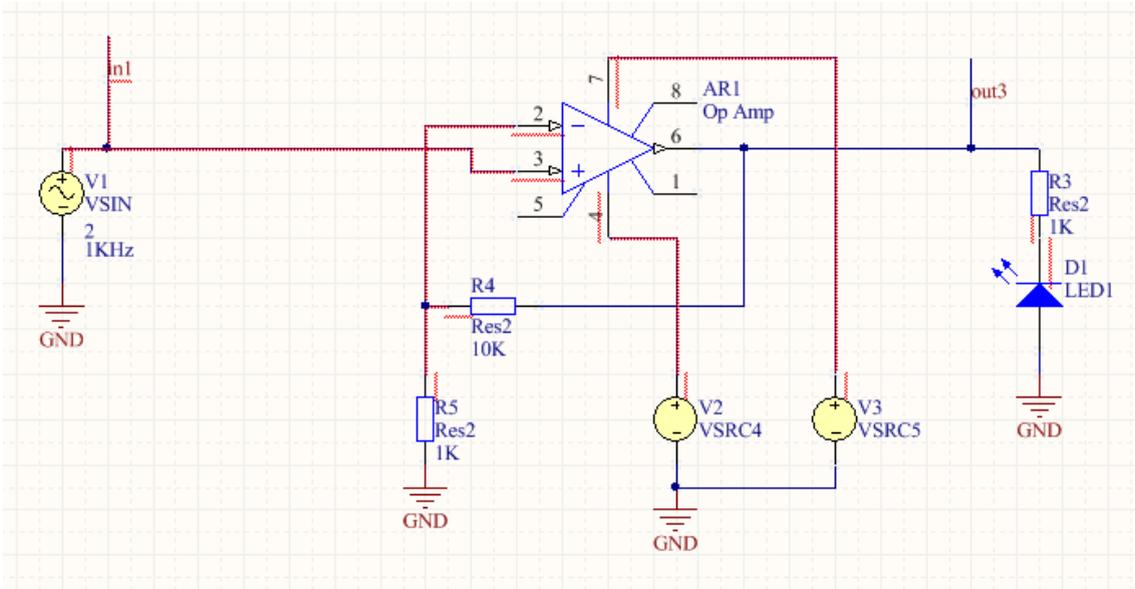
Exemple : Amplificateur

- Premier montage (amplification de 3)



Le signal de sortie n'est pas saturé

- Deuxième montage (amplification de 11)

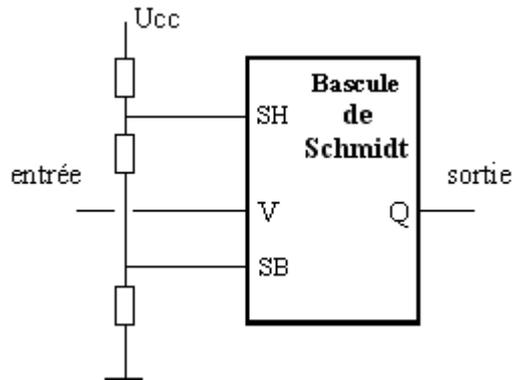


Le signal de sortie est saturé

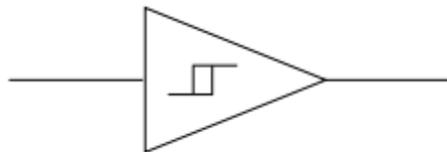
4. Les Triggers

a. Descriptions

C'est une bascule à trois entrées V, SB et SH et une sortie Q. Contrairement aux autres bascules, qui sont commandées en appliquant des signaux logiques à leurs entrées, la bascule de Schmitt est conçue pour être pilotée par une tension analogique, c'est-à-dire qui peut prendre n'importe quelle valeur (dans l'intervalle 0 - Vcc afin de ne pas dégrader le circuit). Les entrées SB et SH (seuil bas, seuil haut, ce dernier étant à un potentiel supérieur à SB) sont maintenues à des potentiels fixes ; ceci peut se faire par exemple grâce à un diviseur de tension composé de 3 résistances placées en série entre Vcc et la masse ; SH et SB sont reliés aux points intermédiaires du diviseur.

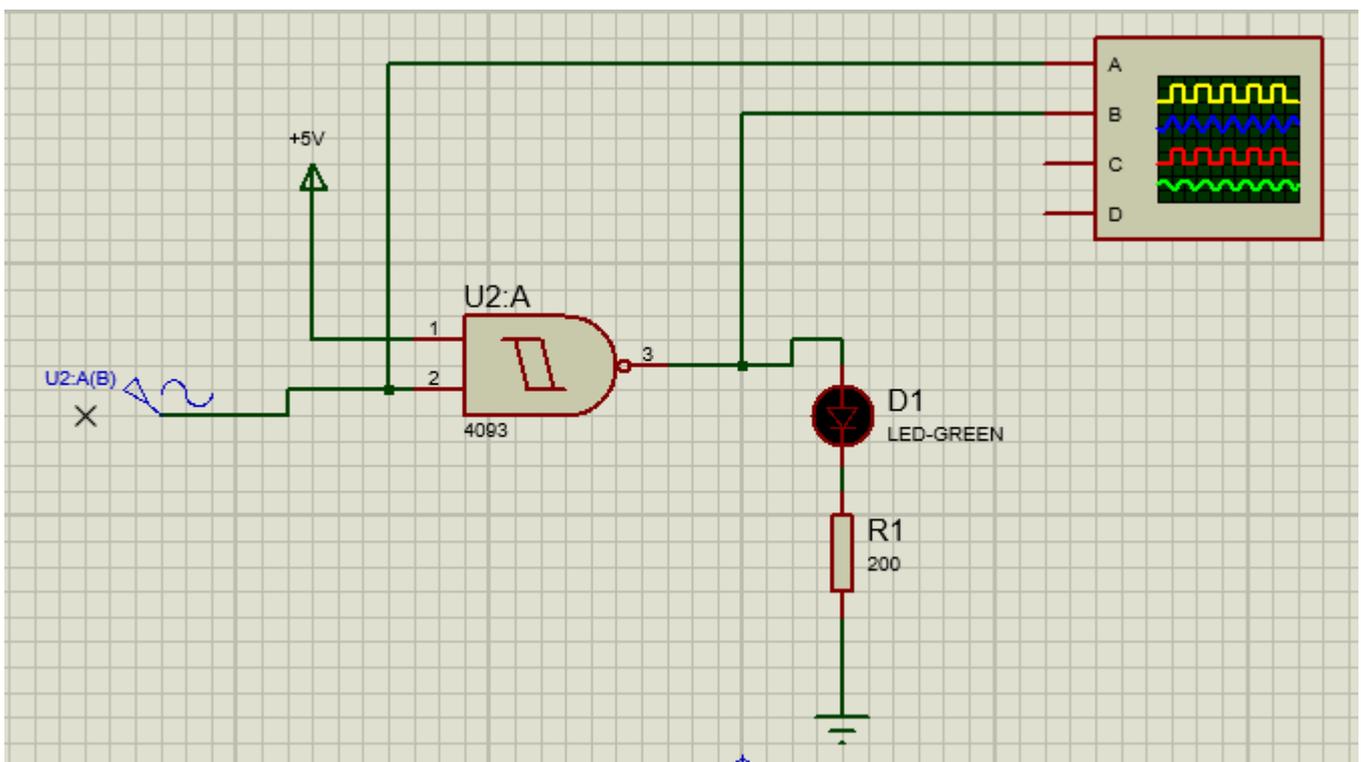


b. Symbole

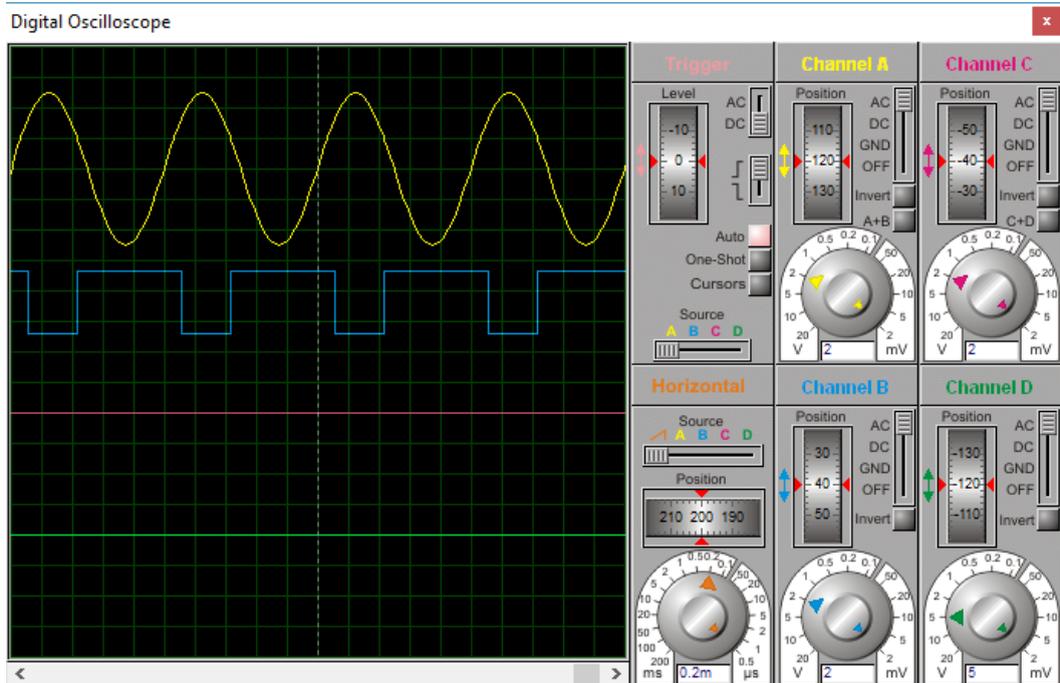
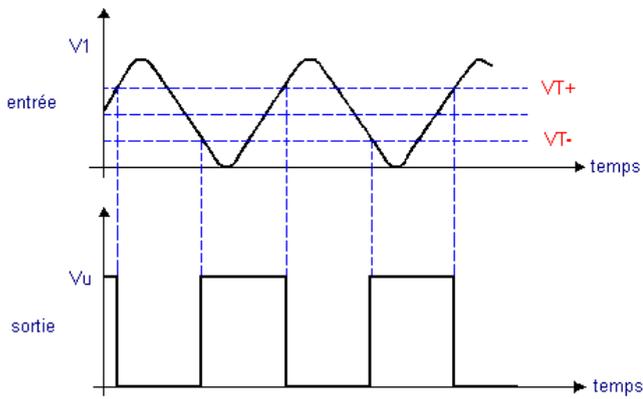


c. Montage (signal d'entrée sinusoïdal)

Principale application de la bascule de Schmitt est la mise en forme de signaux analogiques pour les appliquer à des circuits logiques (par exemple une entrée de compteur).



d. Signal (seuil de déclenchement $V_{cc}/2$)



e. Utilisation : Commande de l'allumage de l'éclairage en fonction de la luminosité

