

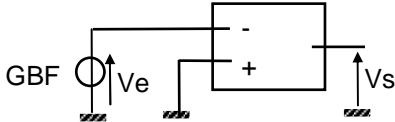
**TP Cours COMPARETEURS ET GENERATEURS DE SIGNAUX**

Ce T.P. a pour but l'étude de l'A.O. en fonctionnement non linéaire : comparateur simple et comparateur à hystérésis. Puis on s'intéressera à l'utilisation d'un comparateur à hystérésis pour réaliser un générateur de signaux.

TOUS LES MONTAGES SERONT REALISES AVEC DES TL081.

**1 Comparateur simple**

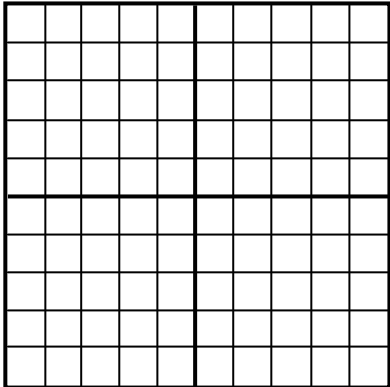
Réaliser le montage ci-contre. Le signal d'entrée est sinusoïdal de fréquence 200 Hz.



Relever la valeur  $v_B$  du signal d'entrée pour laquelle il y a basculement de la sortie

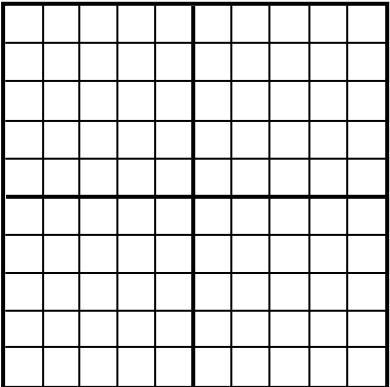
Relever les tensions de saturation  $V_{sat}$  et  $-V'_{sat}$

Relever les oscillogrammes  $V_s$  et  $V_e$ .



Titre :  
 Observations :  
 sensibilité horizontale :  
 sensibilité voie 1 :  
 sensibilité voie 2 :

Visualiser la caractéristique de transfert  $V_s=f(V_e)$  en mode XY tracer. Relever l'oscillogramme.



Titre :  
 Observations :  
 sensibilité horizontale :  
 sensibilité voie 1 :  
 sensibilité voie 2 :

Retrouve-t-on la même tension de basculement que dans le 1<sup>er</sup> cas ?

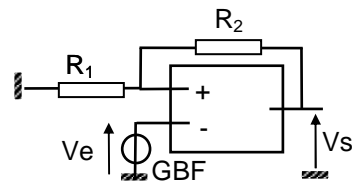
Augmenter la fréquence du signal et observer comment la caractéristique évolue : la tracer sur l'oscillogramme précédent.

Expliquer la pente non verticale du passage de  $V_{sat}$  à  $-V'_{sat}$  :

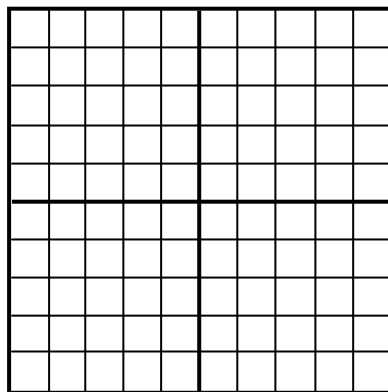
## 2 Comparateur à hystérésis:

### 2.1 Tracé de la caractéristique de transfert:

Réaliser le montage ci-contre avec  $R_1$  boîte AOIP X 1000 et  $R_2= 10\text{ k}\Omega$  avec l'autre boîte. Le signal d'entrée est sinusoïdal, de fréquence 200Hz environ.



Observer simultanément les signaux d'entrée et de sortie, relever les oscillogrammes pour  $R_1=1\text{ k}\Omega$ .



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

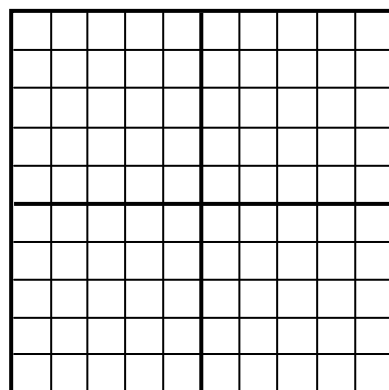
sensibilité voie 2 :

Relever les tensions de basculement haute ( $V_B$ ) et basse ( $-V'_B$ ) pour les valeurs de  $R_1$  suivantes: 1 k $\Omega$ , 5 k $\Omega$  et 10 k $\Omega$ .

Comparer avec la valeur théorique:  $V_B= R_1/( R_1+ R_2) V_{sat}$ . et  $V'_B= R_1/( R_1+ R_2) V'_{sat}$  (Attention la dissymétrie des tensions de saturation se répercute sur les tensions de basculement).

$R_1$	$V_B$ mesurée	$V_B$ théorique	$V'_B$ mesurée	$V'_B$ théorique

Observer la caractéristique de transfert  $V_s=f(V_e)$  en mode XY. Relever les oscillogrammes pour les 3 valeurs de  $R_1$  précédentes sur la même figure :



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

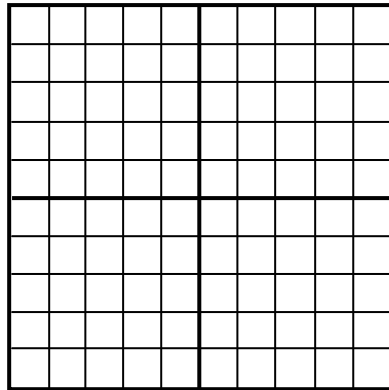
sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

Avec  $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$  diminuer la fréquence jusqu'à quelques Hz pour observer dans quel sens est décrit le cycle et relever les sens de basculement que vous indiquerez sur les oscillogrammes précédents.

Diminuer l'amplitude du signal d'entrée. Qu'observez-vous ?

Avec  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , augmenter la fréquence jusqu'à pouvoir observer l'effet du slew rate. Expliquer l'aspect du cycle obtenu.



Titre :

Observations :

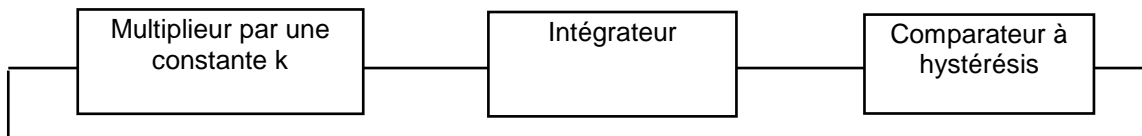
sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

### 3 Générateur de signaux carrés et triangulaires

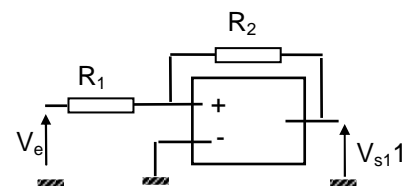
Le schéma de base d'un oscillateur de ce type est:



Dans la suite nous avons regroupé le multiplieur (par  $k=-1$ ) et le comparateur en un seul montage lui aussi comparateur à hystérésis.

#### 3.1 Le comparateur:

Réaliser le montage ci-contre avec 2 résistances  $R_1$  et  $R_2$  (à choisir). La tension  $V_e$  est sinusoïdale. Choisissez la fréquence et l'amplitude. Observer le cycle d'hystérésis  $V_{s1}=f(V_e)$ . Relever les tensions de basculement et comparer aux valeurs théoriques.



$V_B$  mesurée :

$$V_B \text{ théorique} = R_1 / R_2 V'_{\text{sat}}$$

$-V'_B$  mesurée :

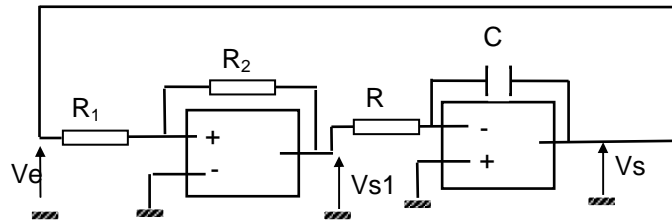
$$-V'_B \text{ théorique} = -R_1 / R_2 V_{\text{sat}}$$

Pourquoi faut-il  $R_1 < R_2$  ?

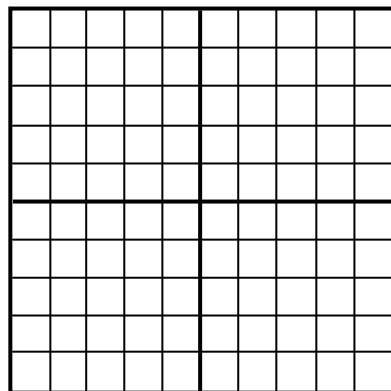
### 3.2 L'oscillateur:

Débrancher le G.B.F. et connecter la masse du montage à celle de l'oscilloscope.

Compléter le montage précédent avec un intégrateur.  
Choisir les valeurs de R et C.



Visualiser simultanément les tensions  $V_e$  et  $V_{s1}$ . Relever les oscillogrammes.



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

Mesurer la période T pour différentes valeurs de R, et trouver par régression linéaire la loi  $T = T(RC) = a(RC) + b$ .

L'étude du montage donne  $T = RC \frac{R_1}{R_2} \frac{(V_{sat} + V'_{sat})^2}{V_{sat} V'_{sat}}$ , où  $V_{sat}$  et  $V'_{sat}$  sont les valeurs absolues des 2

tension de saturation.

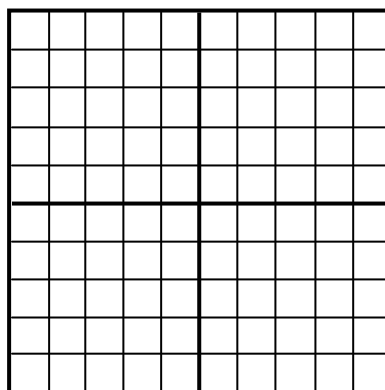
Comparer les résultats théoriques et expérimentaux :

*L'intérêt d'un tel montage réside dans le fait que T est facilement réglable et dépend linéairement de RC.*

### 3.3 Limitations du montage:

#### 3.3.1 Saturation en courant:

Diminuer R jusqu'à observer une déformation du signal.



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

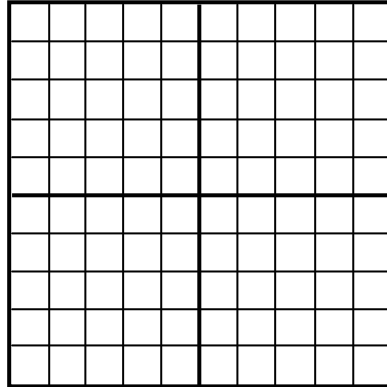
sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

Expliquer pourquoi le créneau généré par le premier A.O. est déformé à cause de la saturation en courant :

### 3.3.2 Limitation due au slew rate:

Reprendre le montage initial avec  $C=20\text{ nF}$  et choisir  $R=1\text{ k}\Omega$ . Observer la limitation due au slew rate sur les signaux  $V_{S1}$  et  $V_s$ .



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

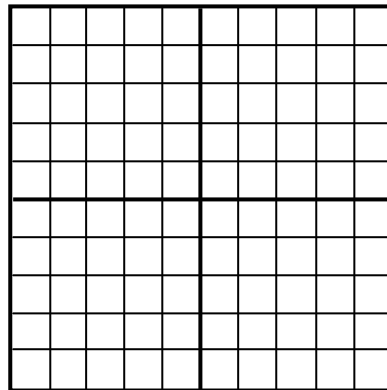
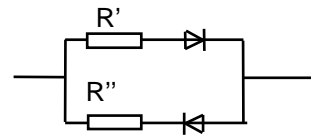
En déduire l'ordre de grandeur de la fréquence limite que peut générer ce système :

Les limites sont-elles aussi critiques sur le signal triangulaire que sur le créneau ?

### 3.4 Variation du rapport cyclique:

Dans le montage de l'oscillateur, remplacer  $R$  par le montage ci-contre (avec  $C=0,5\text{ }\mu\text{F}$ ). Les diodes sont des diodes de signal (1N4148),  $R'=10\text{ k}\Omega$  et  $R''$  est une boîte AOIP  $\times 1\text{ k}\Omega$ .

Observer les tensions d'entrée et de sortie pour 3 valeurs de la résistance variable, 1, 5 et  $10\text{ k}\Omega$ .



Titre :

Observations :

sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

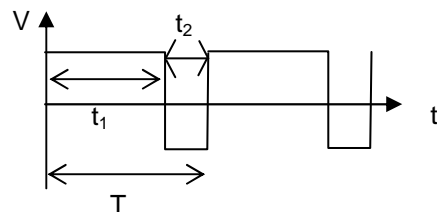
sensibilité voie 2 :

Pour des signaux tels que ceux observés, on

définit la rapport cyclique :  $r_c = \frac{t_1}{t_2}$ .

Montrer que dans le cas du montage, ce rapport

est égal à  $\frac{R'}{R''}$



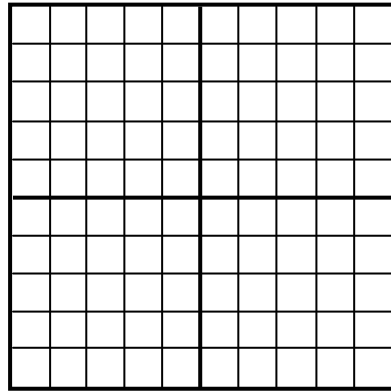
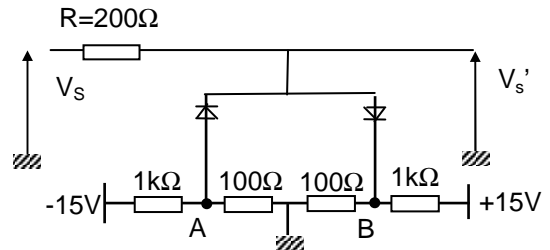
Mesurer le rapport cyclique et comparer avec la théorie.  
Une application est d'obtenir un générateur d'impulsions.

## 4 Mise en forme du signal

Pour obtenir un signal sinusoïdal on peut utiliser en sortie un filtre passe-bande pour filtrer le signal triangulaire. Cependant il faudrait accorder la fréquence de résonance du filtre à chaque changement de fréquence de l'oscillateur. Cette méthode est donc très efficace pour un montage de fréquence fixe.

On utilise dans les générateurs B.F., un conformateur sinusoïdal dont nous allons étudier le principe. Reprendre le montage du 3.2 avec  $R=100\text{ k}\Omega$  (boîte AOIP) et  $C=20\text{ nF}$ .

Réaliser le montage ci-contre.  $V_s$  est le signal de sortie de votre oscillateur, et  $V'_s$  le signal après conformation. Relever l'oscillogramme de  $V'_s$  et conclure quant à l'utilité de ce circuit  
Relever les valeurs des tensions de rupture de pente



Titre :

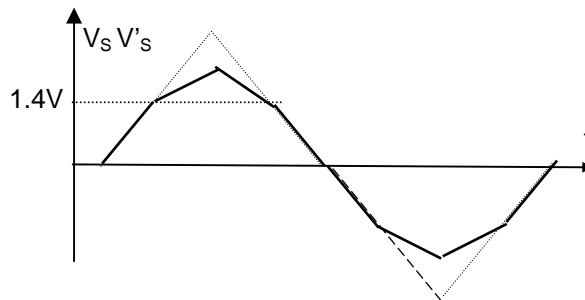
Observations :

sensibilité horizontale :

sensibilité voie 1 :

sensibilité voie 2 :

On obtient alors le signal ci-dessous. Le principe repose sur l'utilisation de ponts diviseurs différents suivant la tension du signal. Si les 2 diodes sont bloquées,  $V_s$  étant de valeur absolue trop faible (c'est à  $-1,4\text{ V} < V_s < 1,4\text{ V}$ ), alors  $V'_s = V_s$ .



Explication : quand l'une des diodes devient passante par exemple  $V_s > V_B$  sur le schéma (ou  $V_s < V_A$ ) le circuit se réduit au schéma ci-contre. En appliquant la loi des nœuds en tension au point B, on démontre  $V'_s = 0.31 V_s + 0.94\text{ V}$ .

En augmentant suffisamment le nombre de diodes on obtient un signal  $V'_s$  presque sinusoïdal.

