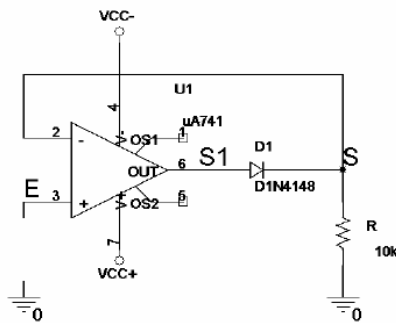


## AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL 2

### I - MONTAGE REDRESSEUR SANS SEUIL :

#### I.1 Montage non inverseur :

##### *I.1.1. Montage non inverseur :*



Nous réalisons le montage suivant :

a - Hypothèse 1 :  $D_1$  est passante.

Alors  $S = E$  et  $S_1 = E + V_d$

Il y a une contre réaction sur  $V^-$  donc l'AOP fonctionne en **linéaire**.

Hypothèse 2 :  $D_1$  est bloquée.

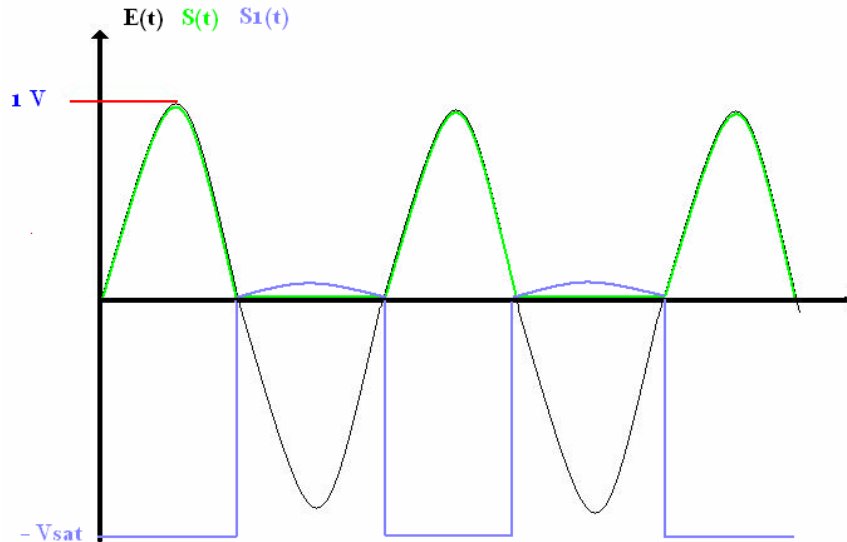
Il n'y a pas de contre réaction sur  $V^-$  donc l'AOP fonctionne en **commutation**.

$S = 0$  et  $S_1 = -V_{sat}$

Conclusion :  $E > 0 \Rightarrow$  Diode passante  $\Rightarrow S = E \Rightarrow$  régime **linéaire**

$E < 0 \Rightarrow$  Diode bloquée  $\Rightarrow S = 0 \Rightarrow$  régime **commutation**

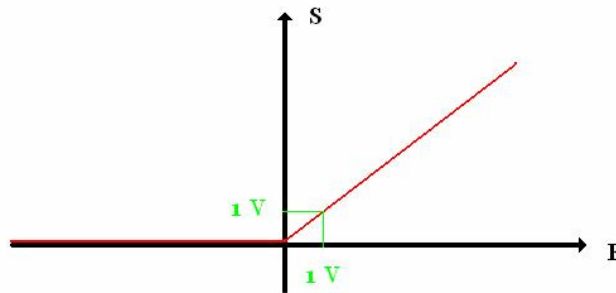
Après avoir réalisé le montage précédent, nous relevons pour  $E = 1V$ , Amplitude 1V et une fréquence de 100Hz.



Les oscillogrammes précédents confirment bien la théorie :

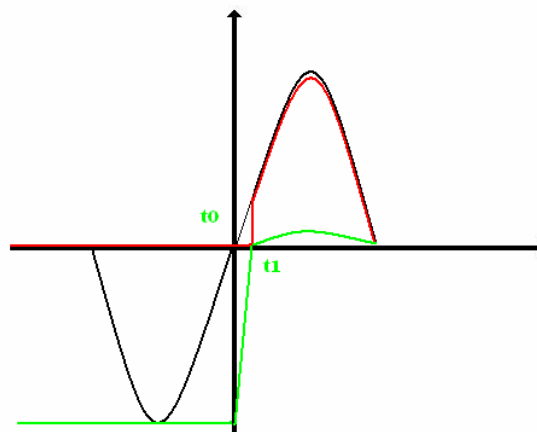
$S_1 = E + V_d$	$S = E$	quand $E > 0$
$S_1 = -V_{sat}$	$S = 0$	quand $E < 0$

Visualisons maintenant la caractéristique de transfert statique  $S = f(E)$



La théorie et la pratique sont cohérentes car à l'aide de SPICE nous trouvons exactement les mêmes caractéristiques. Le montage nous permet donc de réaliser un redressement sans seuil, ne laissant passer que les tensions positives de  $V_e$ .

b – Lorsque l'on applique en entrée un signal sinusoïdal de fréquence 5 kHz et d'amplitude égale à 1 V on observe :

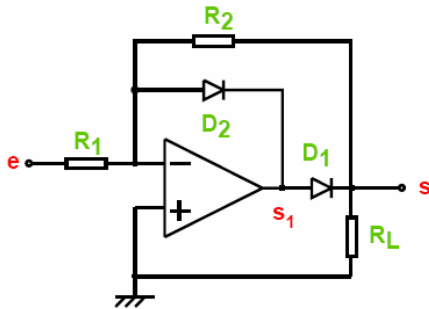


Nous remarquons, pour  $f = 5$  kHz, une légère déformation du signal  $S(t)$ . EN effet, nous avons vu que  $S_1$  variait entre  $-V_{CC}$  et  $E + V_d$  en fonction du signe de  $E$ . Cependant, le passage de  $-V_{CC}$  à  $E + V_d$  à la sortie de l'AOP ne se fait pas instantanément. A haute fréquence, ce passage est observable : il est dû à la vitesse de balayage de l'AOP (ou Slew Rate) qui limite la réponse de sa sortie. Par conséquent, à haute fréquence, si  $V_e > V_d$  à  $t = t_1$  et non à  $t = t_0$

Cela explique que  $V_s = E$  à partir de  $t = t_1$  et non à partir de  $t = t_0$

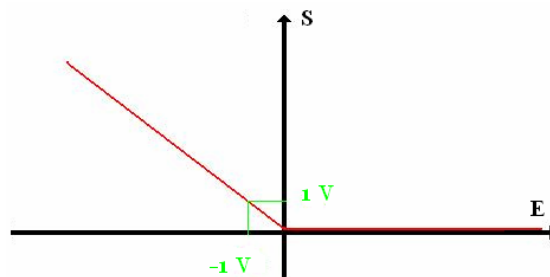
Nous pouvons mesurer le slew rate qui est de  $0.84 \text{ V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$

**I.1.2. Montage non inverseur :**



Nous réalisons ce montage.  
Après une étude de celui-ci nous pouvons en déduire que si :  
 $e > 0 \Rightarrow D_1$  bloquée et  $D_2$  passante,  $S = 0$  et  $S_1 = -V_d$   
 $e < 0 \Rightarrow D_2$  bloquée et  $D_1$  passante,  $S = -e$  et  $S_1 = -e + V_d$   
Si  $R_1 = R_2$

Nous obtenons la caractéristique suivante :



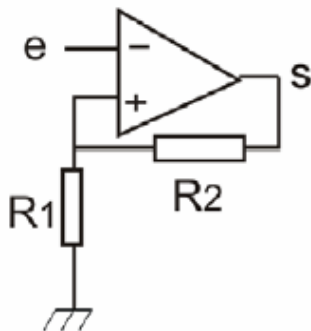
Aux vues des différents relevés, nous remarquons que la théorie et la pratique sont en cohérence puisque nous avons les résultats désirés. De plus, les simulations viennent confirmer les résultats obtenus.

La fonction réalisé est donc un montage redresseur inverseur sans seuil.

**II. COMPAREUR A HYSTERESIS :**

**II.1. Montages comparateurs :**

Nous réalisons l'étude du montage suivant :



Il n'y a pas de contre réaction sur l'entrée  $V^-$ , donc l'AOP fonctionne en régime non linéaire.

Si  $V_S = V_{sat}$  pour avoir le basculement il faut que  $V^- > V^+$ , donc si  
$$e > V_{sat} * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

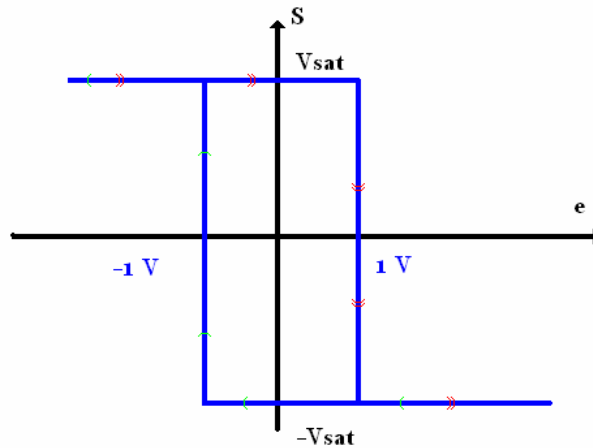
De même, si  $V_S = -V_{sat}$  pour avoir le basculement il faut que  $V^- < V^+$ , donc  
$$\text{si } e < -V_{sat} * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Donc, pour obtenir les seuils de basculement de  $\pm 1$  V, il faut donc :  $1 = V_{sat} * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ , donc

$R_2 = 14R_1$ .

Nous choisissons donc  $R_1 = 3.3 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 47\text{k}\Omega$ .

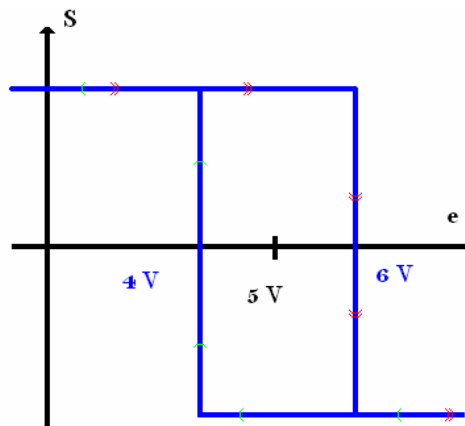
Puis nous observons l'évolution de la tension de sortie en fonction de la tension d'entrée par le biais du mode XY.



Nous retrouvons bien les conditions imposées sur les niveaux de basculement de la porte. Ce circuit est appelé bascule de Schmitt ou trigger de Schmitt car il possède deux seuils de basculement.

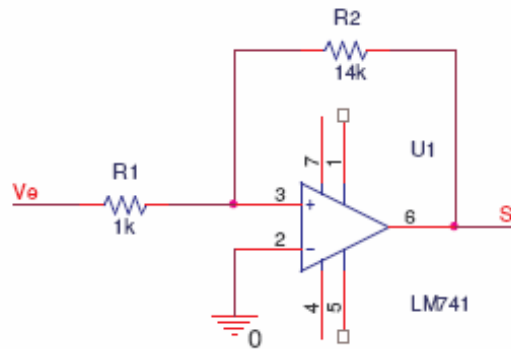
Pour obtenir des seuils de basculement centrés sur une tension de 5 V, il suffit d'ajouter une tension continue de 5 V, juste après la résistance  $R_1$ .

En ajoutant cette tension continue, nous obtenons cette nouvelle caractéristique de transfert :



Nous obtenons la caractéristique voulue, qui est une hystérésis centrée sur 5 V, dont la largeur de la porte est de 2 V.

Maintenant nous souhaitons réaliser un comparateur à hystérésis non inverseur. Pour cela nous réalisons le montage suivant :



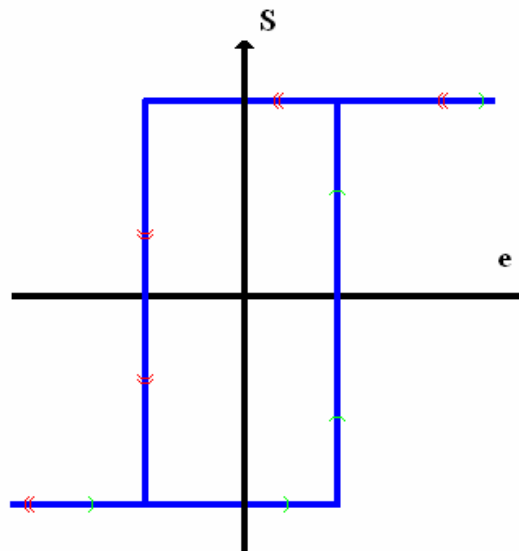
Nous avons gardé les mêmes valeurs de résistance. L'expression de  $V^+$  est la suivante :

$$V^+ = S \frac{R_1}{R_1 + R_2} + e \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Donc les seuils de basculement ont les expressions suivantes :

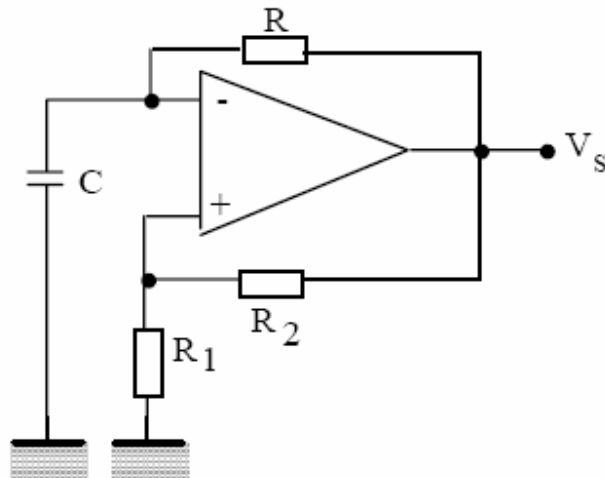
- si  $V_S = V_{sat}$  basculement si  $e < -\frac{R_1}{R_2} S$
- si  $V_S = -V_{sat}$  basculement si  $e > \frac{R_1}{R_2} S$

En réalisant la fonction caractéristique de la sortie en fonction de l'entrée, nous obtenons :



Nous obtenons donc bien un trigger de schmitt non inverseur centrée sur 0V et possédant une largeur de porte de 2 V.

## II.2. Application multivibrateur astable à amplificateur opérationnel :



Pour calculer la fréquence des oscillations, il faut tout d'abord comprendre le fonctionnement du montage.

Hypothèse 1 :  $V_S = V_{\text{sat}}$

Il y a basculement si  $V^- > V^+$ , donc si :  $V_C > \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_S$

Hypothèse 2 :  $V_S = -V_{\text{sat}}$

Il y a basculement si  $V^- < V^+$ , donc si :  $V_C < -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$

Nous cherchons donc à trouver la fréquence des oscillations.

D'après le montage, nous avons :  $V_S < R \cdot i_C + V_C$

$$V_S < RC \frac{dV_C}{dt} + V_C$$

La solution de cette équation différentielle est :  $V_C(t) = V_S(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

Calcul du « temps bas » :

Au début  $V_S = -V_{\text{sat}}$  et le condensateur est chargé à la tension  $\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$ .

Donc nous obtenons cette équation pour le « temps bas » :

$$T_L = RC \ln\left(\frac{2R_1}{R_2} + 1\right)$$

Calcul du « temps haut » :

Au début  $V_S = V_{\text{sat}}$  et le condensateur est chargé à la tension  $-\frac{R_1}{R_1 + R_2} 15$ .

Donc nous obtenons cette équation pour le « temps haut » :

$$T_H = RC \ln\left(\frac{2R_1}{R_2} + 1\right)$$

Or l'expression de la fréquence d'oscillation du montage est la suivante :  $f = \frac{1}{T_L + T_H}$

$$\text{Donc : } f = \frac{1}{2RC \ln\left(\frac{2R_1}{R_2} + 1\right)}$$

Nous souhaitons réaliser le montage pour une fréquence de 10 kHz. Nous prenons donc les valeurs suivantes pour les composants du montage :  $C = 4.7\text{nF}$  et  $R_1 = R_2 = R = 10\text{k}$ .

Nous réalisons dans un premier temps le montage avec un AOP 741, mais lors de la visualisation de la tension  $V_S$  et  $V_e$  nous avons obtenue une déformation de notre signal de sortie due aux slew rate.

Or nous avons refait la même expérience mais cette fois en utilisant un TL081, et nous n'observons pas de déformation du signal. De plus la fréquence de notre signal oscillant était de 10 kHz comme désiré dans l'énoncé.

Nous pouvons donc en conclure que lors de la réalisation d'un montage oscillateur nous prendrons de préférence un amplificateur de référence TL081, car il possède un meilleur rendement que le modèle AOP 741 (slew rate trop important pour le 741).