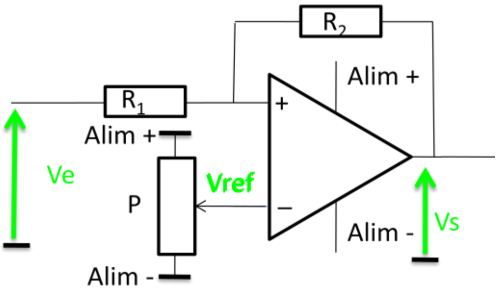
ULSI304 Init. à l'Analyse des Circuits

TD AOP 4

Olivier MORET-BAILLY le 22.05.2024

Exercice 1: Trigger de Schmidt :



1°) Montrer que les seules tensions possibles en sortie sont +Vsat où –Vsat.

L'AOP n'est pas contre réactionné donc Vs=±Vsat. En effet, supposons –Vsat<Vs<Vsat, alors

$V+=\frac{R_2}{R_1+R_2}Ve+\frac{R_1}{R_1+R_2}Vs$ Cette tension doit être égale à Vref pour assurer ε=0 c'est-à-dire Vs ≠ ±Vsat. Ce qui ne donne que 2 valeurs très précises pour Ve. Pour toute autre valeur Vs= ±Vsat. De plus la moindre dérive redonnera ±Vsat, même si ε≈0.

2°) Donner l'expression de la tension V+ en fonction de Vs et Ve.

$$V+=\frac{R_2}{R_1+R_2}Ve+\frac{R_1}{R_1+R_2}Vs$$

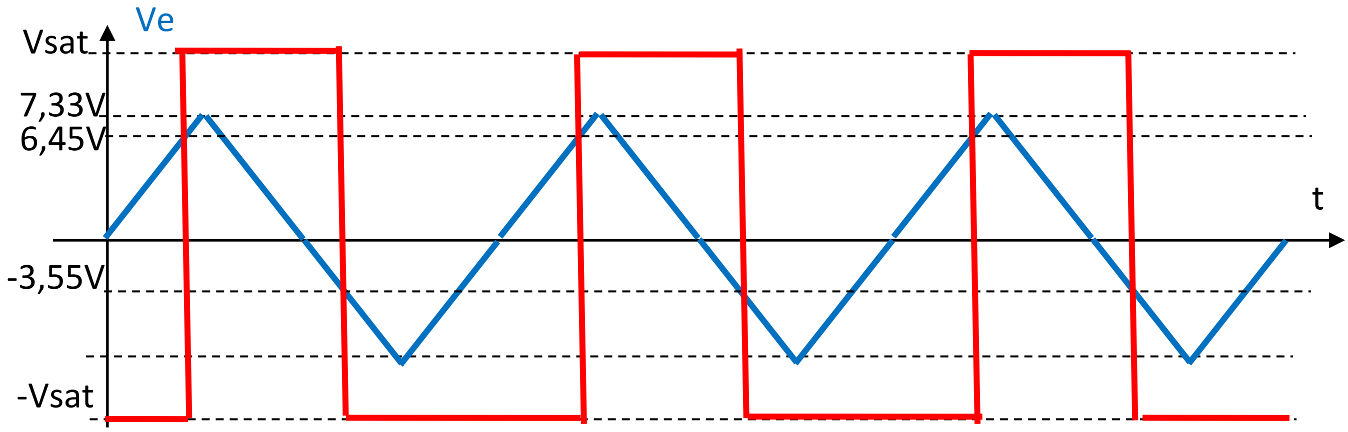
3°) En déduire les tensions de seuil pour Ve en fonction de Vref.

Le seuil se produit lorsque V+=Vref et Vs=±Vsat.

d'où

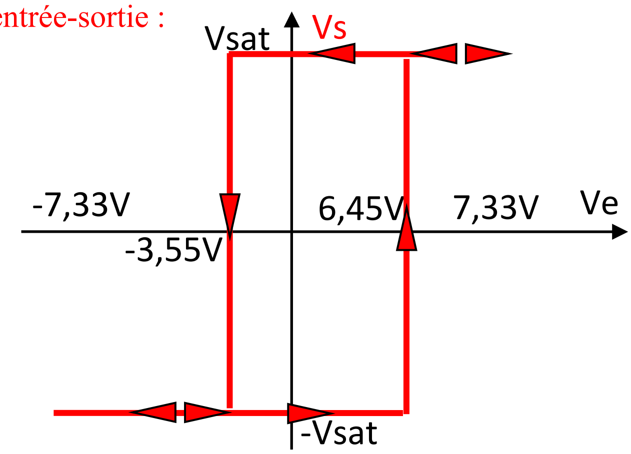
$$Ve\pm=\frac{R_1+R_2}{R_2}Vref\mp\frac{R_1}{R_2}Vsat \quad = 1.45 \text{ -/+ } 5 \quad (V)$$

4°) Tracer (sur deux périodes) le chronogramme pour Ve triangulaire d'amplitude 2/3Vsat. On prendra R_1=1kΩ et R_2=2,2kΩ. Vref=1V et Vsat = 11V.



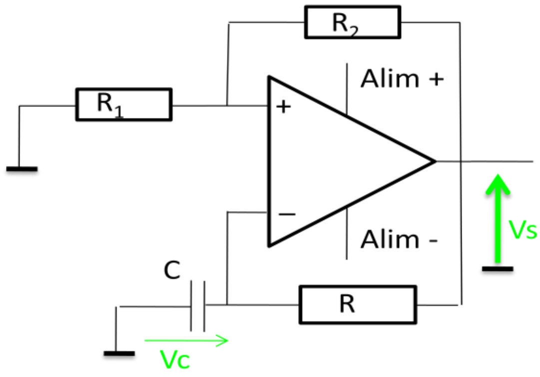
5°) Tracer la caractéristique entrée/sortie de ce montage, conclure.

On obtient la caractéristique entrée-sortie :



Cette caractéristique présente bien un hystérésis.

Exercice 2: Multivibrateur astable :



1°) Montrer que les seules tensions possibles en sortie sont +Vsat où –Vsat. Quelles sont les tensions V+ correspondantes ?

Supposons que cela ne soit pas le cas, avec Vs≠±Vsat.

La tension V+ vaut $Vs.R_1/(R_1+R_2)$. La tension V- vaut à l'équilibre (le courant de charge de C s'étant annulé) Vs.

Comme V+≠V-, Vs part en saturation.

$V+=\pm R_1/(R_1+R_2)Vsat=\pm kVsat$.

2°) On suppose que C est initialement déchargée, et Vs = +Vsat. Comment évolue Vc ?

Vs=+Vsat et C déchargé, donc un courant i initialement égal à Vs/R charge C. Vc évolue donc comme la charge d'un condensateur à travers une résistance et tend vers la tension Vsat.

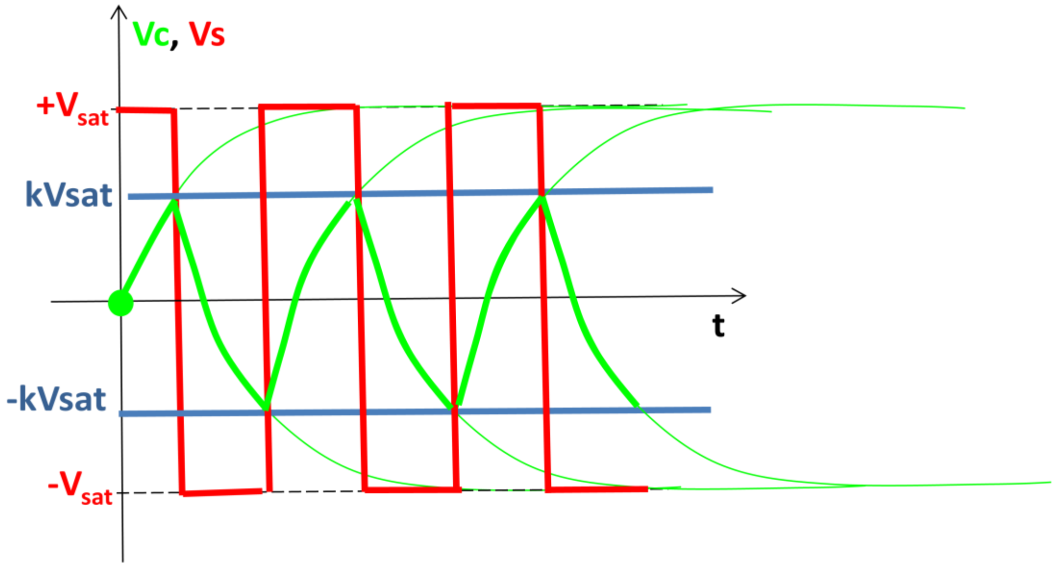
$Vc=Vsat[1-\exp(-t/RC)]$

3°) Sur un chronogramme, reporter l'instant où Vs bascule à –Vsat.

Voir ci-dessous.

4°) Continuer le chronogramme, et dessiner l'évolution des tensions Vs et Vc sur une période complète.

Voici le chronogramme complet :



5°) Établir l'expression de la fréquence des oscillations en fonction de R, C, R_1 et R_2.

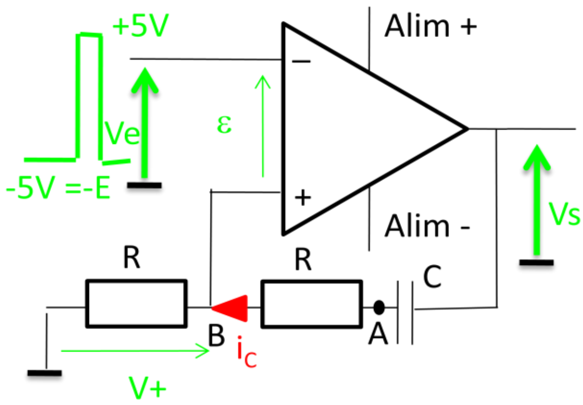
Période des oscillations :

T/2 correspond à la charge de C de -kVsat à +kVsat avec comme limite Vsat.

$$V_C=-kVsat+((1+k)Vsat)\left[1-e^{-\frac{t}{RC}}\right] \qquad kVsat=-kVsat+((1+k)Vsat)\left[1-e^{-\frac{T}{2RC}}\right]$$

$$\frac{2k}{1+k}=\left[1-e^{-\frac{T}{2RC}}\right] \qquad \frac{1-k}{1+k}=e^{-\frac{T}{2RC}} \qquad \boxed{T=2RC\ln\left[\frac{1+k}{1-k}\right]}$$

Exercice 3: Monostable :



1°) Quelles sont les valeurs possibles pour Vs ?

±Vsat

En effet, V- n'a aucune raison d'être identique à V+.

2°) Ve = -5V, quel est l'état stable pour Vs ?

A l'équilibre (état stable), i_C = 0 donc V+=0.

V+>V-=Ve=-5V. Donc l'état stable est Vs=+Vsat.

3°) On envoie sur Ve une impulsion de -5V à +5V.

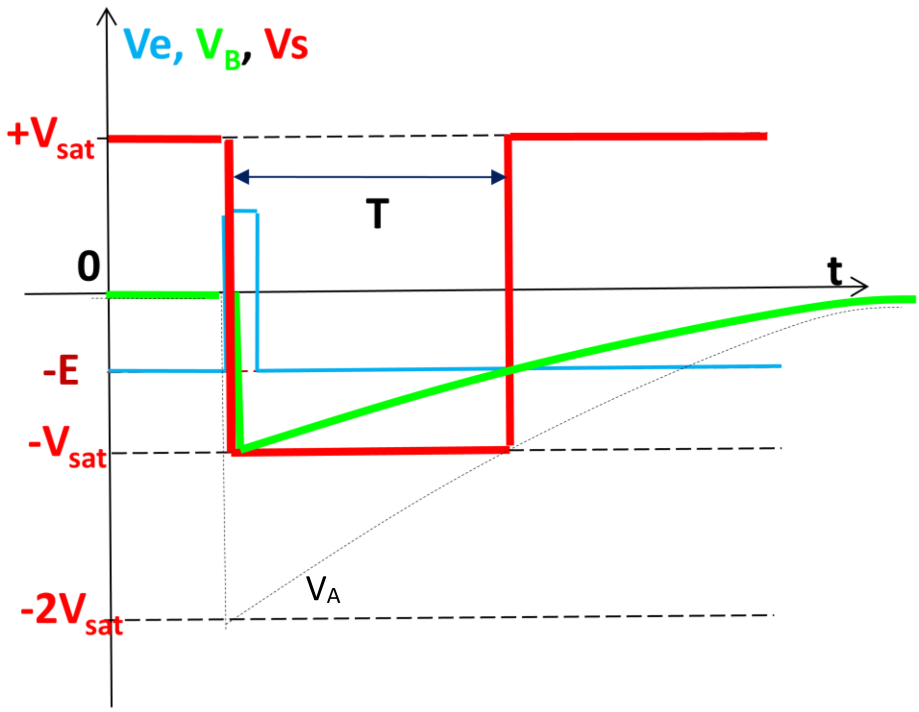
Que deviennent les tensions Vs, V_A, et V_B ?

En passant à +5V, Ve =V- devient plus grande que V+=0V. Et Vs bascule à –Vsat.

La capa étant déchargée, elle a une tension nulle à ses bornes. Elle transmet toute la chute de tension (+Vsat à –Vsat) à la tension V_A car la tension reste continue à ses bornes. Donc V_A passe à -2Vsat.

Le pont diviseur de tension par 2 que constituent les deux résistances R impose : V_B passe à –Vsat.

4°) Comment évolue V_B ? Tracer l'allure des tensions Vs et V_B.



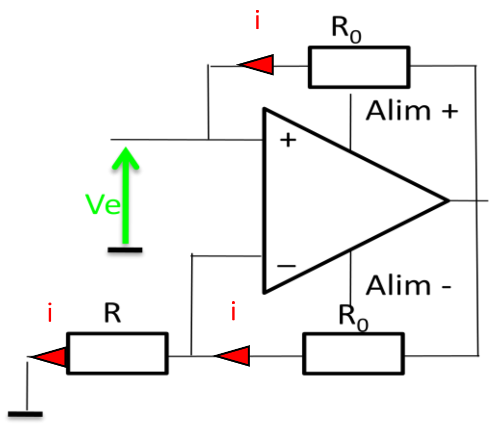
5°) Établir l'expression de la durée T du monostable.

Les équations donnent :

$$-V_{sat}+V_{sat}\left[1-e^{-\frac{T}{2RC}}\right]=-E$$

d'où $$\boxed{T= RC\ln\left[\frac{V_{sat}}{E}\right]}$$

Exercice 4: Convertisseur d'impédance négative :



1°) Que vaut la tension V- ?

Le montage étant contre réactionné, V+=V-=Ve

donc V-=Ve

2°) En déduire le courant circulant dans R_0 pour la branche du bas, puis pour celle du haut.

La tension Ve se retrouve aux bornes de R imposant un courant i = Ve/R. Ce courant ne pouvant provenir de E- traverse aussi R_0 du bas. Comme la tension Vs-V- aux bornes de R_0 du bas est la même que la tension Vs-V+ aux bornes de R_0 du haut. La branche supérieure est elle aussi parcourue par le courant i = Ve/R dans le sens indiqué sur la figure.

3°) Que vaut le courant à l'entrée du montage ?

L'entrée E+ étant d'impédance infinie, le courant i = Ve/R sort de l'entrée du montage.

4°) Comment se comporte ce montage ?

C'est donc comme si on avait en entrée un courant négatif i = -Ve/R

Montrer que son impédance équivalente vaut –R.

Il s'agit bien d'une résistance équivalente –R.