

Électronique

Devoir III:

Oscillateur à déphaseur RC

SY1724130(13241081)

Zhaofeng ZHANG(Alexia)

1 Etude théorique

On s'intéresse ici au circuit présenté sur la figure 1. On considérera dans cette première partie que l'interrupteur I1 est fermé, et donc que les diodes sont court-circuitées.

1. Calculer théoriquement la fonction de transfert de l'oscillateur et retrouver les relations données dans le cours.

Pour calculer la fonction de transfert, on peut simplifier la figure 1 comme figure :

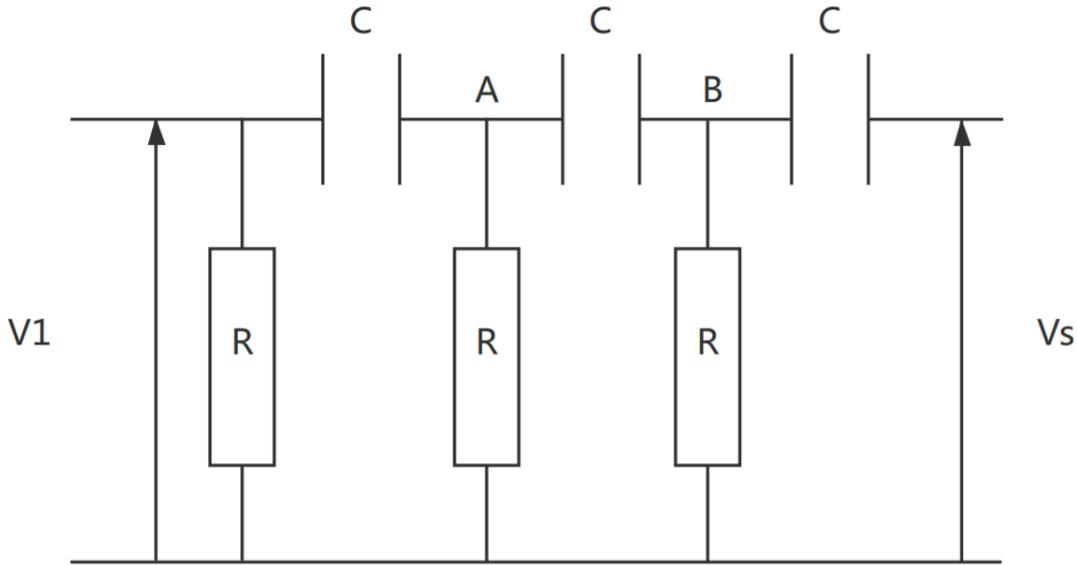


Figure 1 Schema pour calculer la fonction de transfert

Pour le point A, on a le loi de noeud :

$$(2j\omega RC + 1)V_A = j\omega RCV_B + j\omega RCV_1 \quad (1.1)$$

D'après la diviseur de tension, on a :

$$V_1 = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} \quad (1.2)$$

Pour le point B, on a le loi de noeud :

$$j\omega RC(V_A - V_B) = j\omega RC(V_B - V_S) + V_B \quad (1.3)$$

D 'après les équation (1.1), (1.2), (1.3). On a La fonction de transfert du déphaseur CR est :

$$\beta(j\omega) = \frac{1}{1 - \frac{5}{(\omega RC)^2} - j\left(\frac{6}{\omega RC} - \frac{1}{(\omega RC)^3}\right)} \quad (1.4)$$

La fréquence d'oscillation est obtenue lorsque l'argument de $\beta(j\omega)$ pass par π , soit

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6}RC}$. Le gain A égal :

$$|A| = \frac{1}{|\beta(j\omega_0)|} = -29 \quad (1.5)$$

La stabilité $S(\omega_0)$ égal :

$$S(\omega_0) = \left. \frac{d\phi(\beta(j\omega))}{d(\omega / \omega_0)} \right|_{\omega=\omega_0} \quad (1.6)$$

Où

$$\phi(\beta(j\omega)) = \arg(\beta(j\omega)) = \arg(N) - \arg(D) = 0 - \arctan\left(\frac{1 - 6(\omega RC)^2}{(\omega RC)^3 - 5\omega RC}\right) \quad (1.7)$$

Et on sait que $\frac{\omega}{\omega_0} = \sqrt{6}\omega RC$

Donc on a

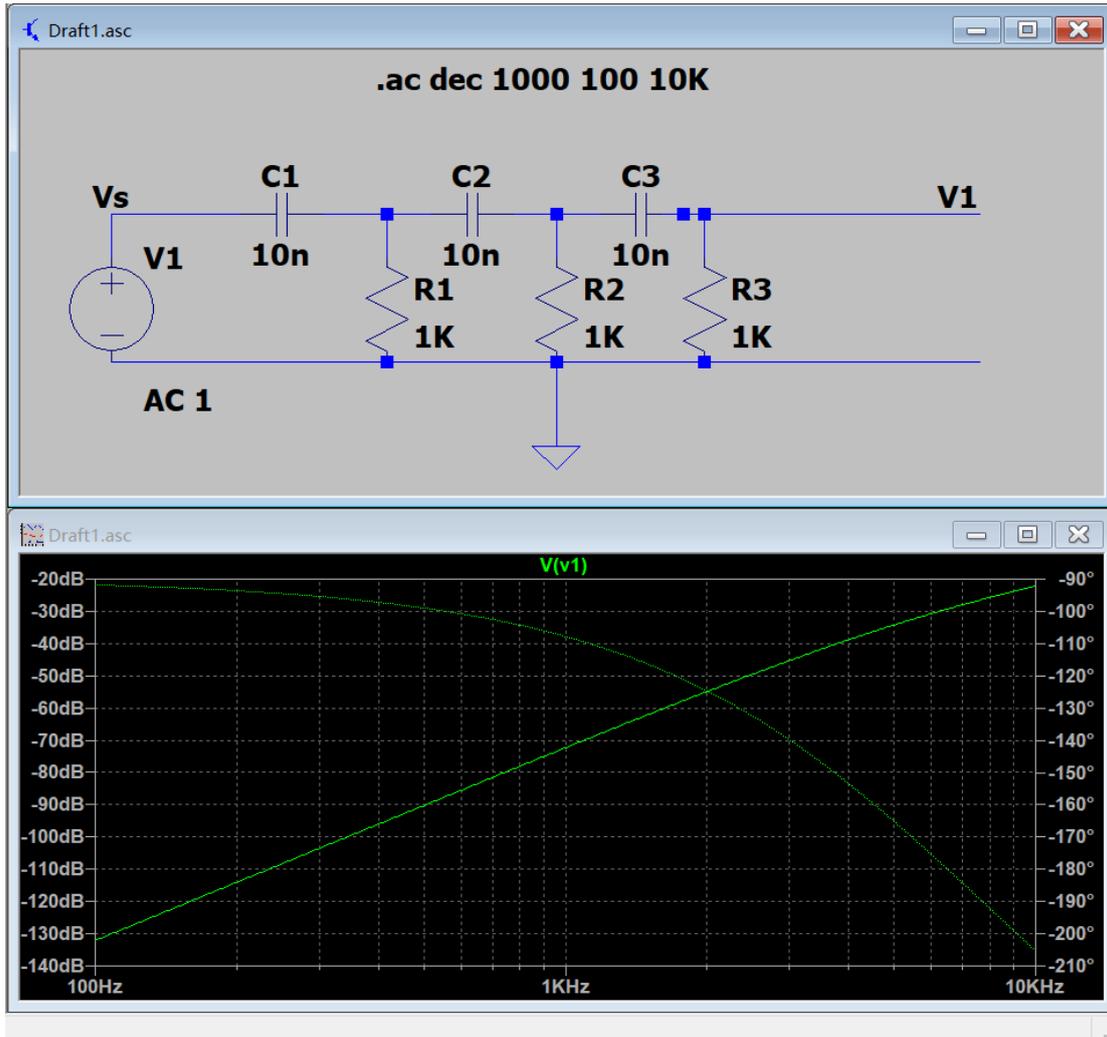
$$S(\omega) = \frac{12}{29} \sqrt{6} \approx 1 \quad (1.8)$$

qui est meme que le cours.

2 Etude numérique

On s'intéresse dans un premier temps aux conditions d'oscillation.

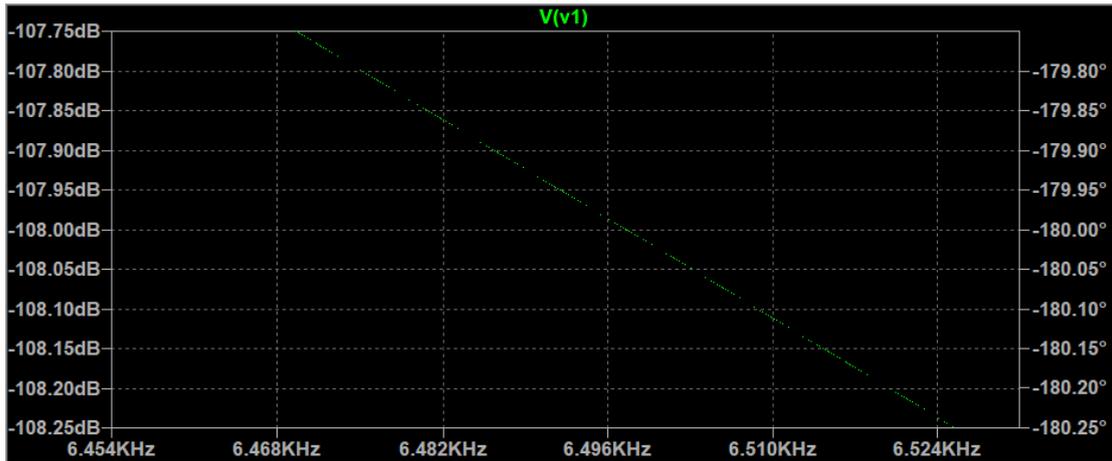
2. A l'aide de LTspice, simuler la réponse en fréquence $\beta RC(j\omega) = V1/Vs$ (amplitude et phase) du déphaseur RC seul, sans l'associer avec l'amplificateur, entre 100 et 10 kHz. Attention: Le déphaseur RC est chargé par la résistance R1. Il faut donc en tenir compte dans le schéma du déphaseur.



3. En déduire la valeur de la fréquence d'oscillation F_0 en Hz et la valeur du gain A assurant le maintien des oscillations. N'oubliez pas d'illustrer vos réponses avec les résultats de la simulation. la fréquence d'oscillation

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}} \approx 6497.47\text{Hz} \quad (1.9)$$

Vérifier dans la simulation on a $-\pi$ quand la fréquence est 6.497kHz.



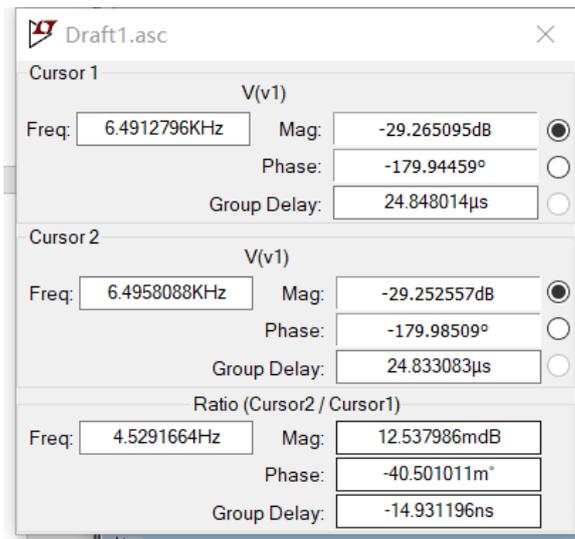
la valeur du gain

$$A = 20 \log |\beta(j\omega)| \approx -29.25 \text{dB} \quad (1.10)$$

Vérifier dans la simulation quand la fréquence est 6.497kHz, le gain A est -29.25dB.



4. Evaluer numériquement (en justifiant) la stabilité de l'oscillateur et la comparer à la valeur théorique donnée dans le cours.

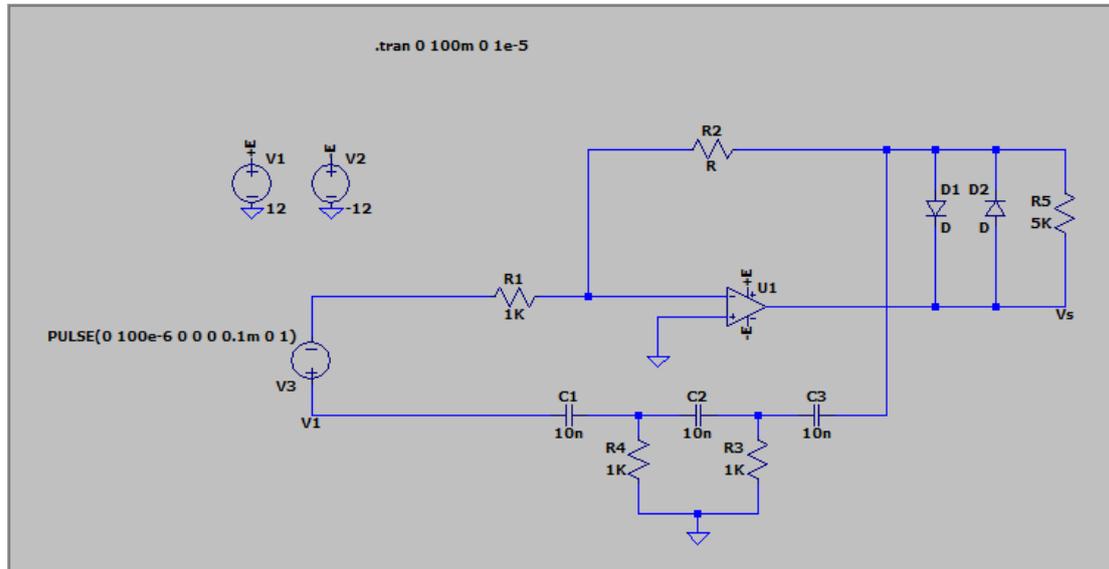


D'après la simulation on a

$$S(\omega_0) = F_0 p_{F_0} = 6497.47 \times \frac{40.501011}{4.5291664} \times \pi \times 10^{-3} \approx 1.013549 \approx 1 \quad (1.11)$$

qui est très proche de la valeur théorique dans question 1.

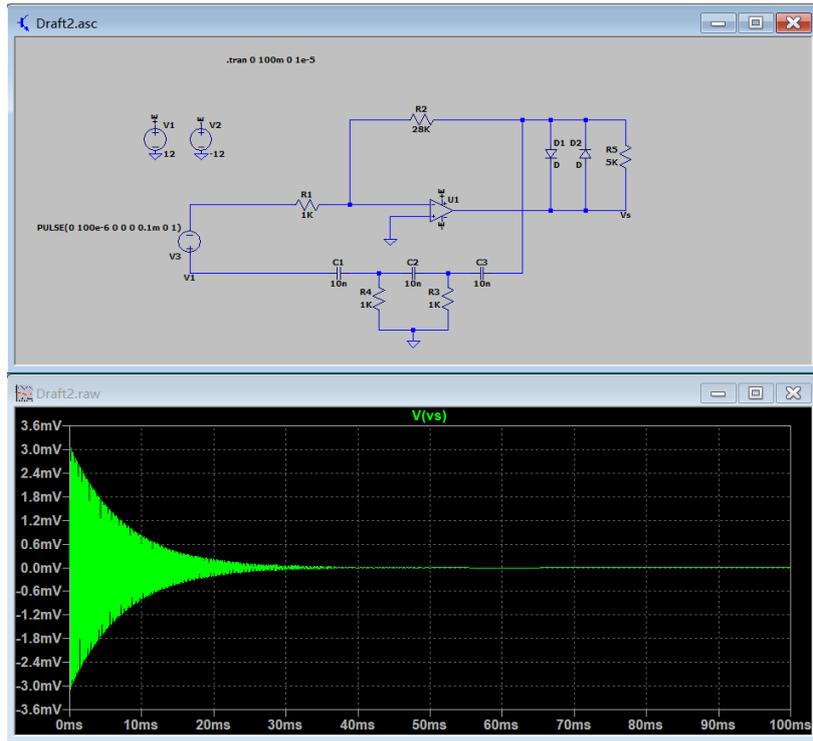
5. Créer sur LTspice le schéma de l'oscillateur complet (Il toujours fermé), avec la source de tension de démarrage. On utilisera pour l'amplificateur opérationnel "UniversalOpamp2".



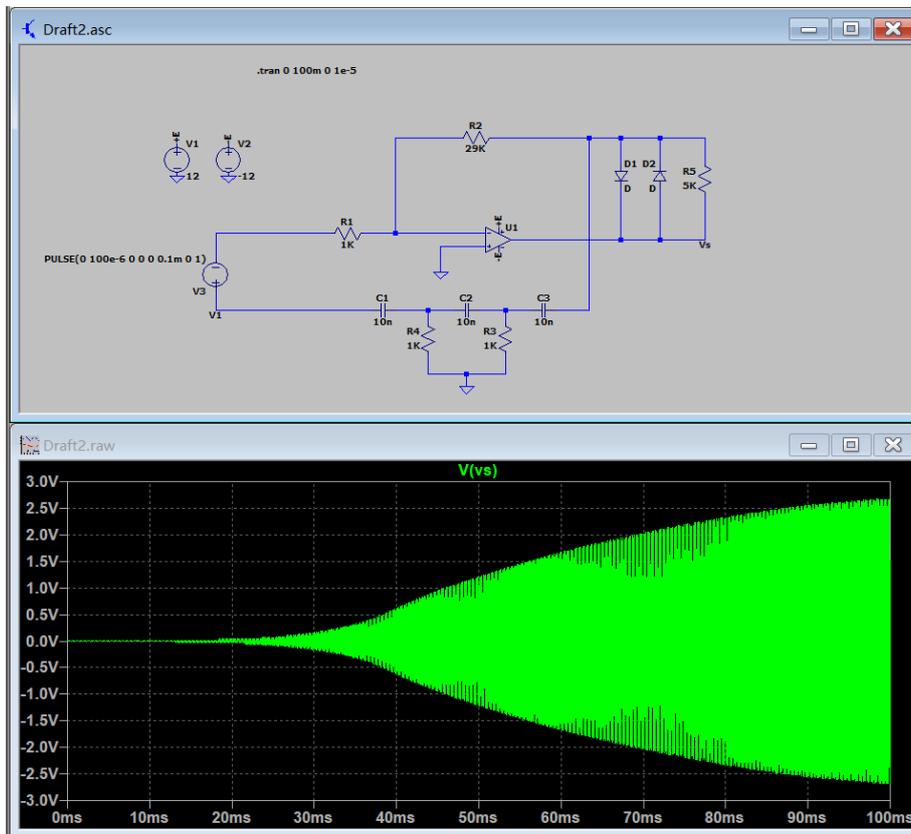
6. Simuler temporellement le circuit et observer les trois régimes de fonctionnement en changeant la valeur de R2. On utilisera pour cela une simulation de type "transient" sur une durée de 100 ms. Attention: le gain numérique peut être légèrement différent du gain théorique. Vérifier également que l'oscillateur oscille à la bonne fréquence. Étudions pour finir le contrôle de gain induit par la présence des diodes.

$$\text{On a } A = \frac{R_2}{R_1} = -29, \text{ et } R_1 = 1\text{k}\Omega$$

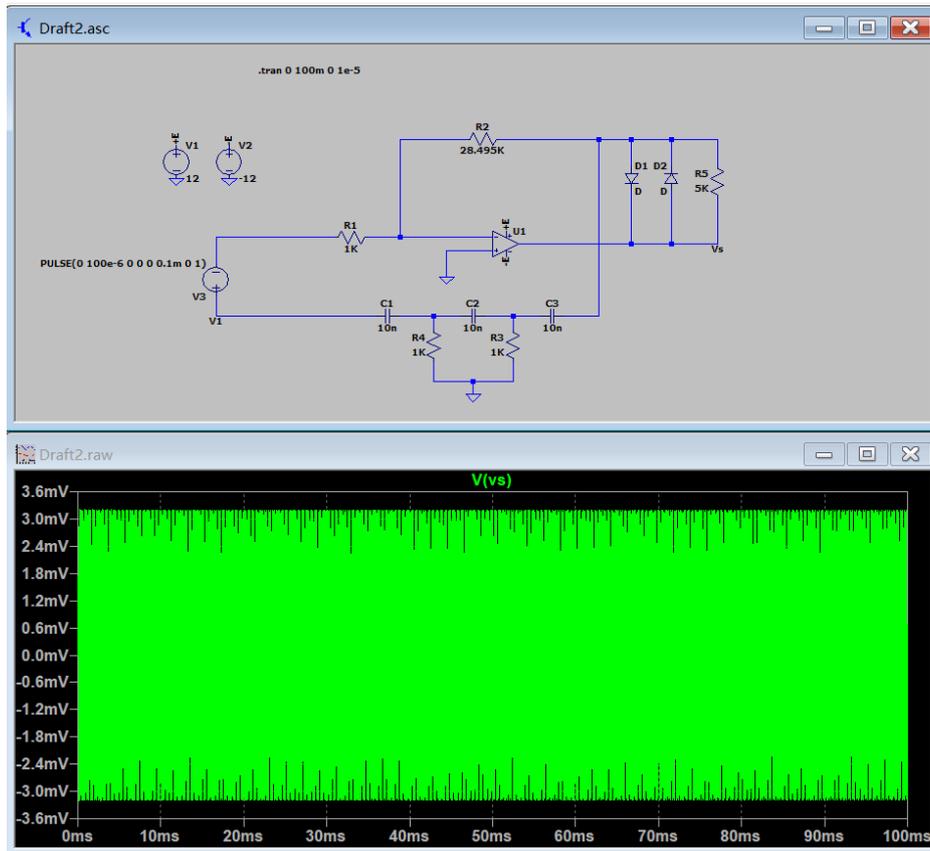
Quand $|A\beta(j\omega)| > 1$, donc $R_2 < 29\text{k}\Omega$. On suppose que $R_2 = 28\text{k}\Omega$, la figure est :



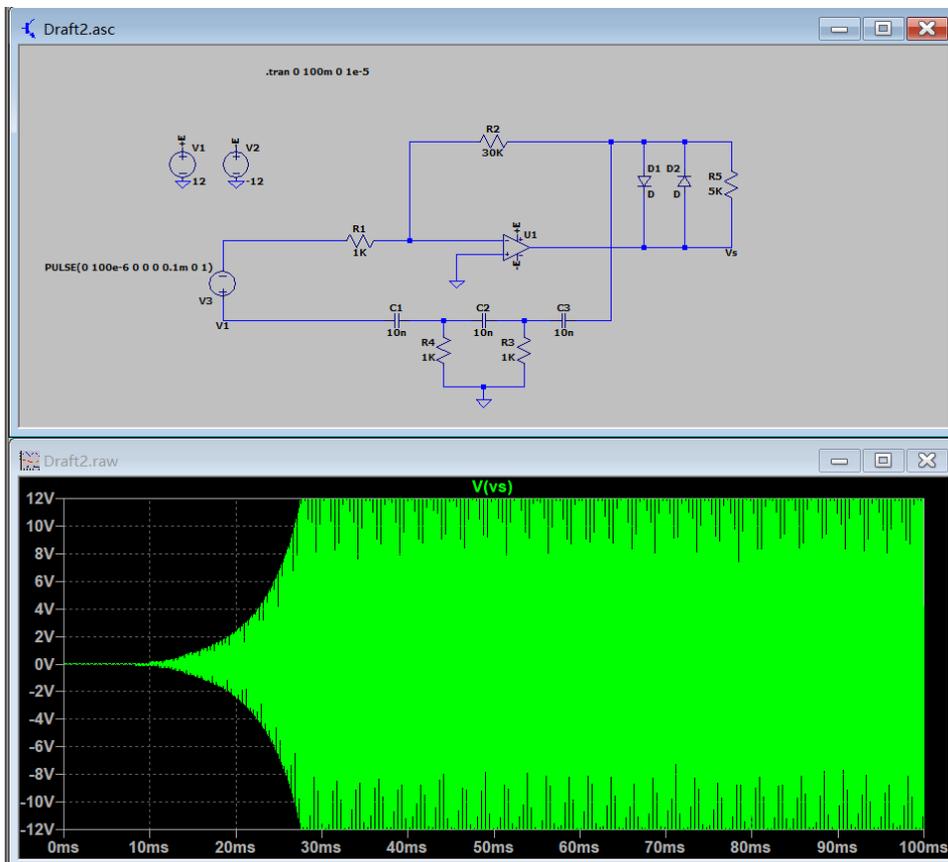
Quand $|A\beta(j\omega)| = 1$, donc $R_2 = 29\text{k}\Omega$. On suppose que $R_2 = 29\text{k}\Omega$, la figure est :



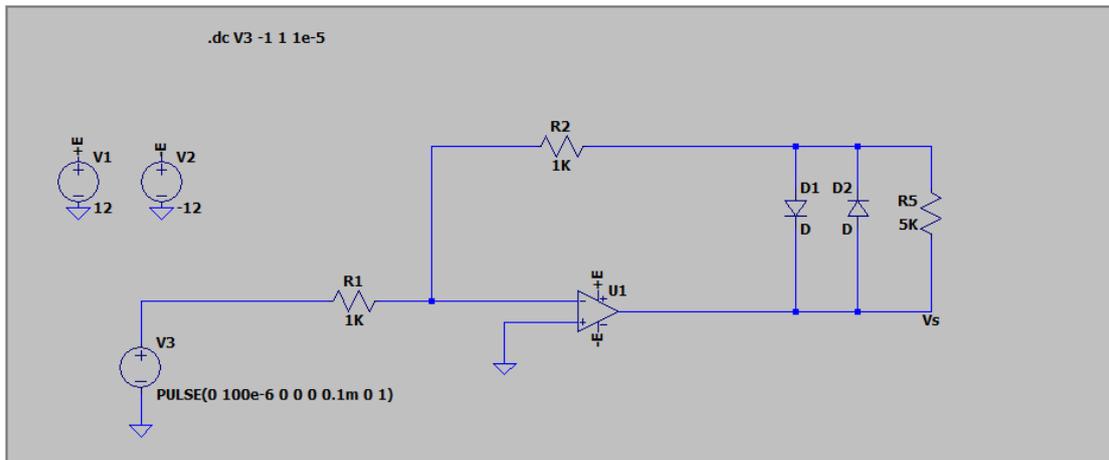
On suppose que $R_2 = 28.495\text{k}\Omega$, la figure est :



Quand $|A\beta(j\omega)| < 1$, donc $R_2 > 29k\Omega$. On suppose que $R_2 = 30k\Omega$, la figure est :



7. Créer le schéma de l'amplificateur opérationnel seul, avec I1 ouvert (on considère donc les diodes et la résistance de 5 kΩ) et une source de tension à l'entrée.



Dans ce cas, l'expression du gain de l'amplificateur :

$$A_0 = 1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1} \quad (1.12)$$

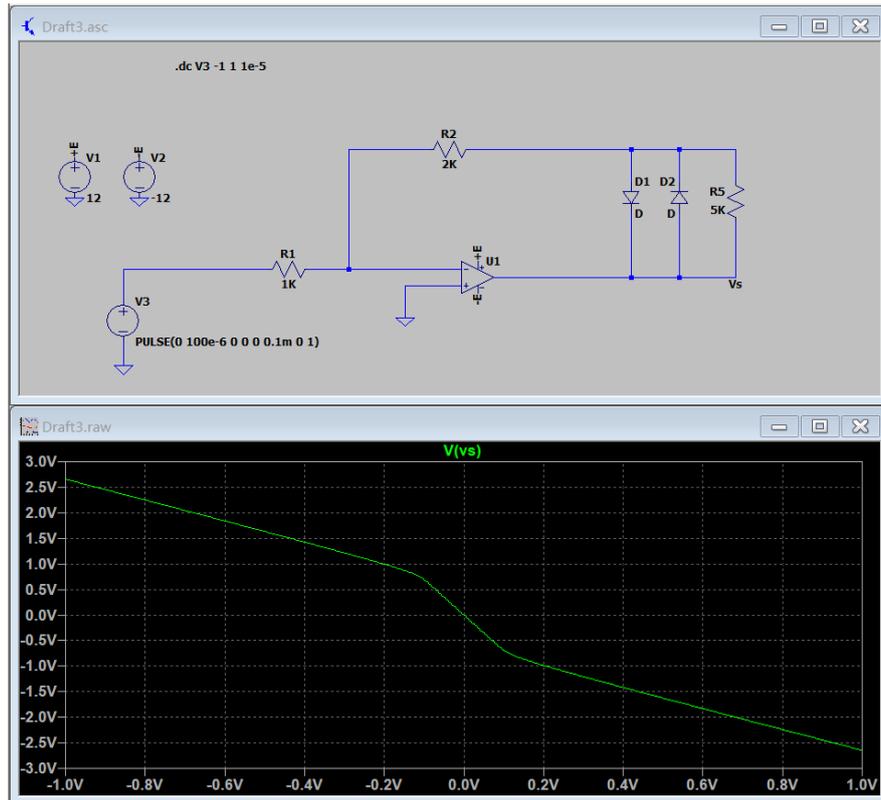
$$V_{R_3} = \frac{R_3}{R_3 + R_2} (V_1 - V_s) = -\frac{R_3}{R_1} V_1 \quad (1.13)$$

$$V_s = V_{D0} + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_1 \Rightarrow V_{s,max} = \frac{3}{2 - \frac{R_2}{R_1}} V_{D0} \quad (1.14)$$

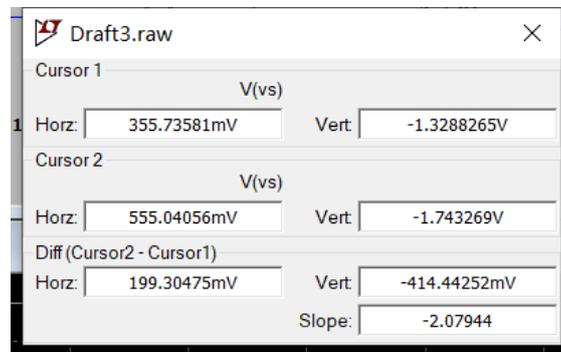
V_{D0} étant la tension seuil de la diode.

8. En utilisant une simulation de type "DC sweep", simuler la caractéristique $v_s = f(v_e)$ pour des tensions v_e comprises entre -1 V et 1 V, et observer la non-linéarité du gain introduite par les diodes.

Suppose que $R_2 = 2k\Omega$, la simulation est :



La pente de deux ligne extrimité doit etre $-(R_2 / R_1) = -2$ (-2.07944 dans le tableau)



La pente au milieu doit etre $-(R_2 + R_3) / R_1 = -7$ (-6.99994 dans le tableau)

