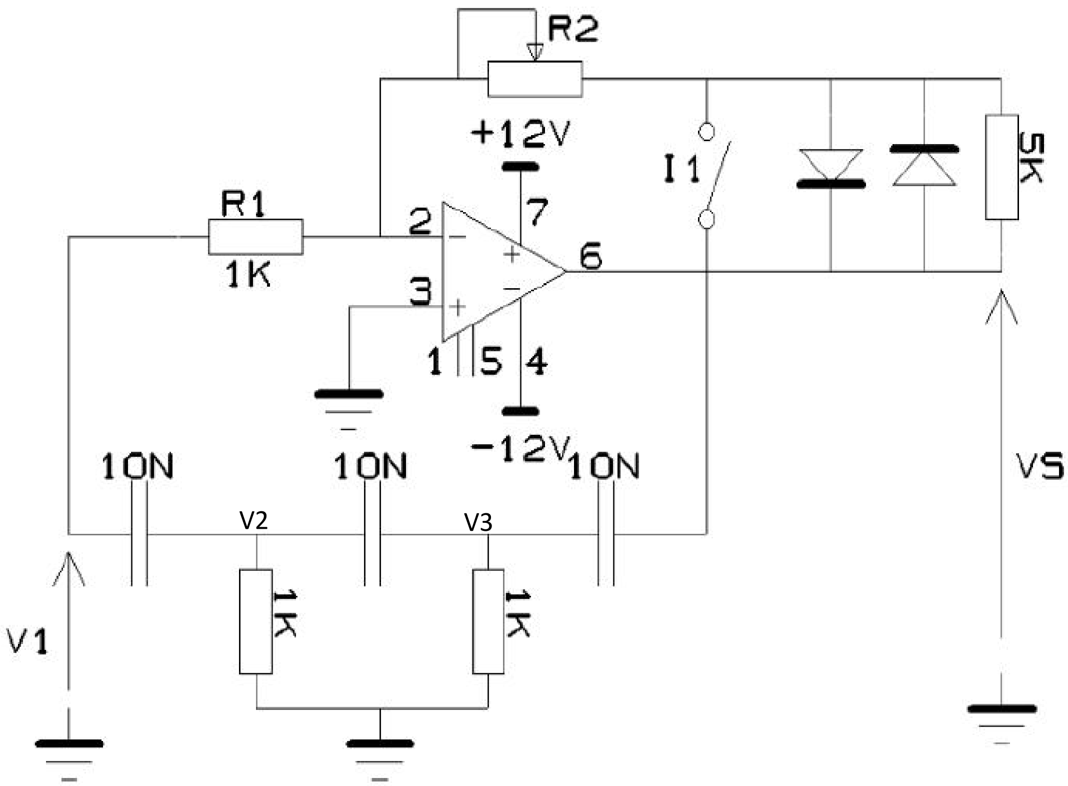
Q1

Par théorème de Milman



$$V_1 = \frac{V_2 j\omega C + 0}{j\omega C + \frac{1}{R_1}}$$

$$V_2 = \frac{V_1 j\omega C + V_3 j\omega C + 0}{j\omega C + j\omega C + \frac{1}{R}}$$

$$V_3 = \frac{V_2 j\omega C + V_s j\omega C + 0}{j\omega C + j\omega C + \frac{1}{R}}$$

$$V_s = \frac{V_3 j\omega C + 0}{j\omega C + \frac{1}{R_2}}$$

Donc

$$V_3 = (2 + \frac{1}{j\omega CR})V_2 - V_1$$

$$V_s = (2 + \frac{1}{j\omega CR})V_3 - V_2$$

$$V_2 = (1 + \frac{1}{j\omega CR})V_1$$

$$V_3 = [(2 + \frac{1}{j\omega RC})(1 + \frac{1}{j\omega RC}) - 1]V_1 = (\frac{1}{(j\omega RC)^2} + \frac{3}{j\omega RC} + 1)V_1$$

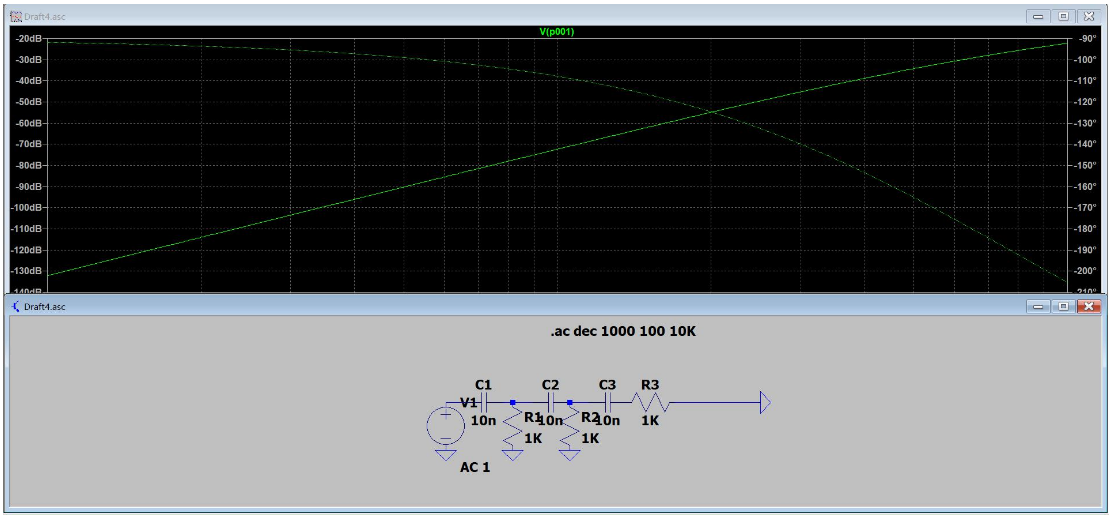
$$V_s = [(\frac{1}{(j\omega RC)^2} + \frac{3}{j\omega RC} + 1)(2 + \frac{1}{j\omega RC}) - (1 + \frac{1}{j\omega RC})]V_1 = (\frac{1}{(j\omega RC)^3} + \frac{5}{(j\omega RC)^2} + \frac{6}{j\omega RC} + 1)V_1$$

Donc, après avoir résolu les équations

$$A = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$\beta = \frac{V_1}{V_s} = \frac{1}{1 - \frac{5}{(\omega CR)^2} - j(\frac{6}{\omega CR} - \frac{1}{(\omega CR)^3})}$$

Q2


Draft4.asc
V(p001)
-20dB
-30dB
-40dB
-50dB
-60dB
-70dB
-80dB
-90dB
-100dB
-110dB
-120dB
-130dB
-90°
-100°
-110°
-120°
-130°
-140°
-150°
-160°
-170°
-180°
-190°
-200°
Draft4.asc
.ac dec 1000 100 10K
C1
C2
C3
R3
V1
10n
R1
10n
R2
10n
1K
1K
1K
AC 1

Q3

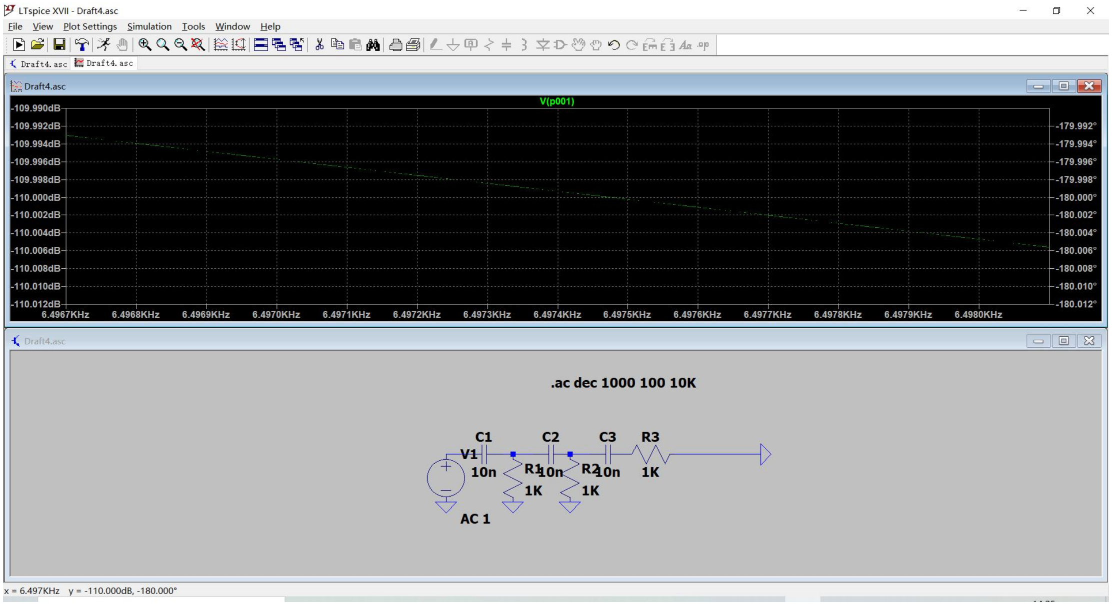
La condition pour obtenir des oscillations permanentes s'écrit :

$$1 - A\beta(j\omega) = 0 \Leftrightarrow A\beta(j\omega) = 1$$

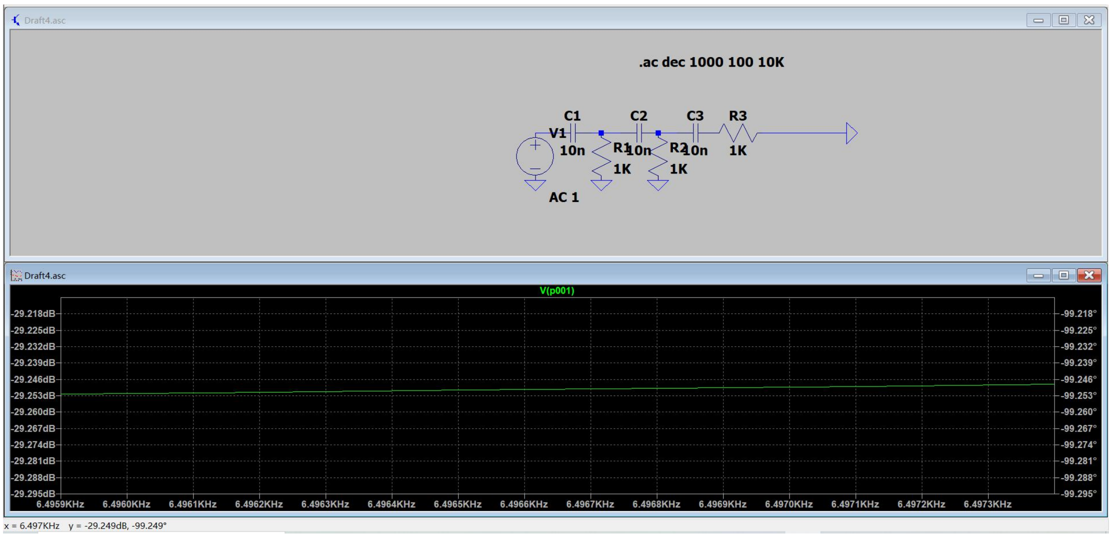
$$|A\beta(j\omega)| = 1 \qquad \varphi(A\beta(j\omega)) = n2\pi, n \in \mathbb{N}$$

1 La fréquence d'oscillation f_0 est celle pour laquelle le déphasage de boucle est un multiple entier de π :

$$\beta(j\omega_0) \in \mathbb{R} \Leftrightarrow \varphi(\beta(j\omega_0)) = n\pi, n \in \mathbb{N}$$



Dans la figure, on peut voir que quand la phase tend vers -π, la fréquence tend vers -6.497kHz



Donc, le gain tend vers -29.249dB

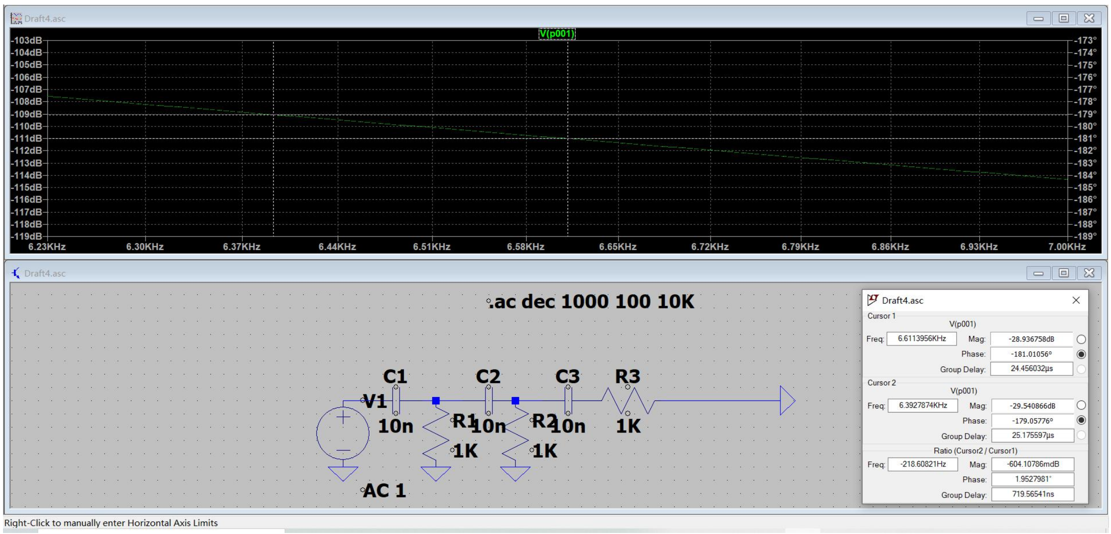
$$\beta \approx \frac{1}{29.249}$$

$$\left|A\right| = 29$$

Q4

La **stabilité** est définie par :

$$S(\omega_0) = \left| \frac{d\varphi(\beta(j\omega))}{d(\omega/\omega_0)} \right|_{\omega=\omega_0}$$



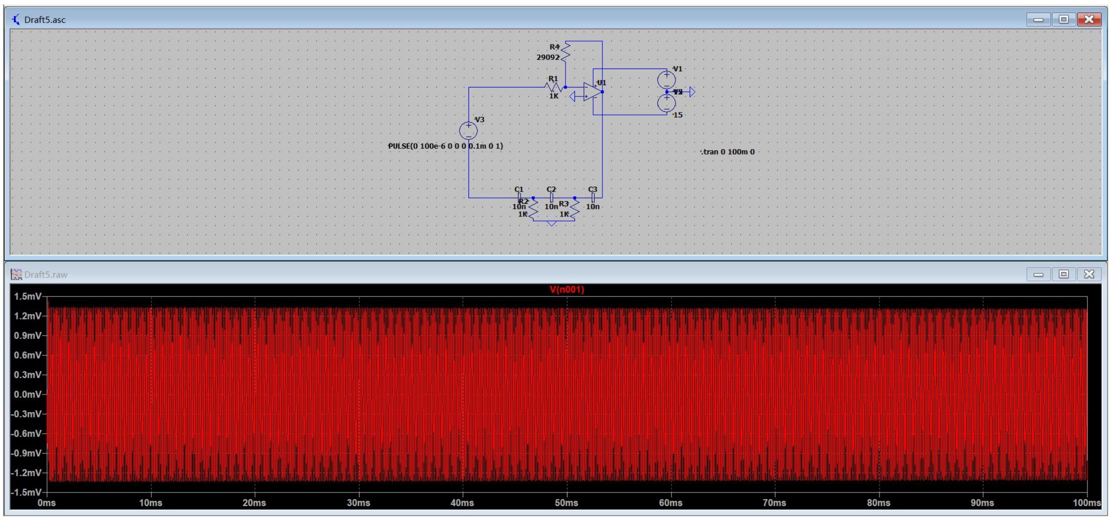
Donc

$$S = \left| \frac{d\varphi(f)}{d(f/F_0)} \right|_{f=F_0} = \frac{(181.01056 - 179.05776)/180 \times \pi}{6.6113956 - 6.392787} \times 6.497 = 1.010343070726 \approx 1.01$$

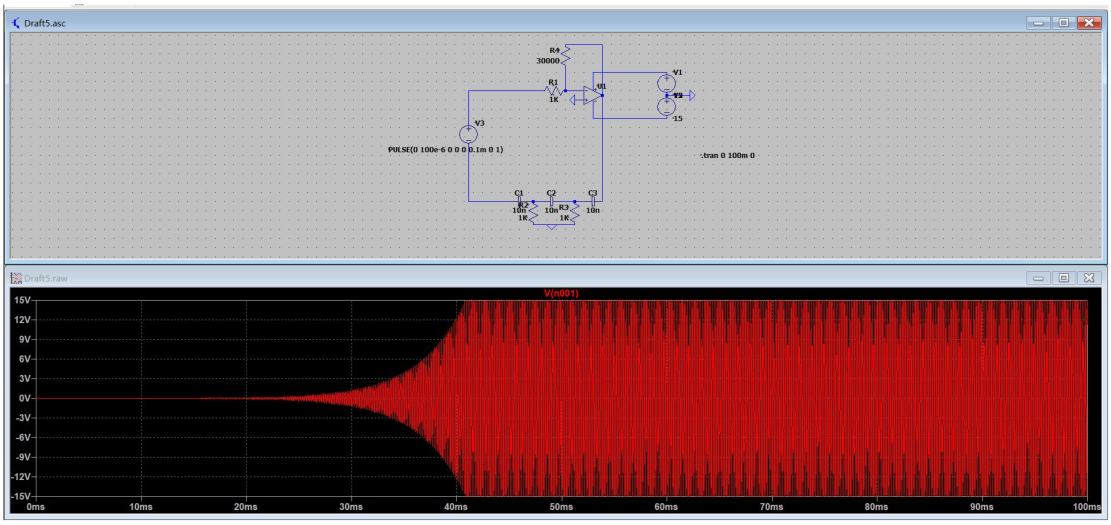
C’est presque la valeur du cours

Q5 Q6

R2=29092Ώ

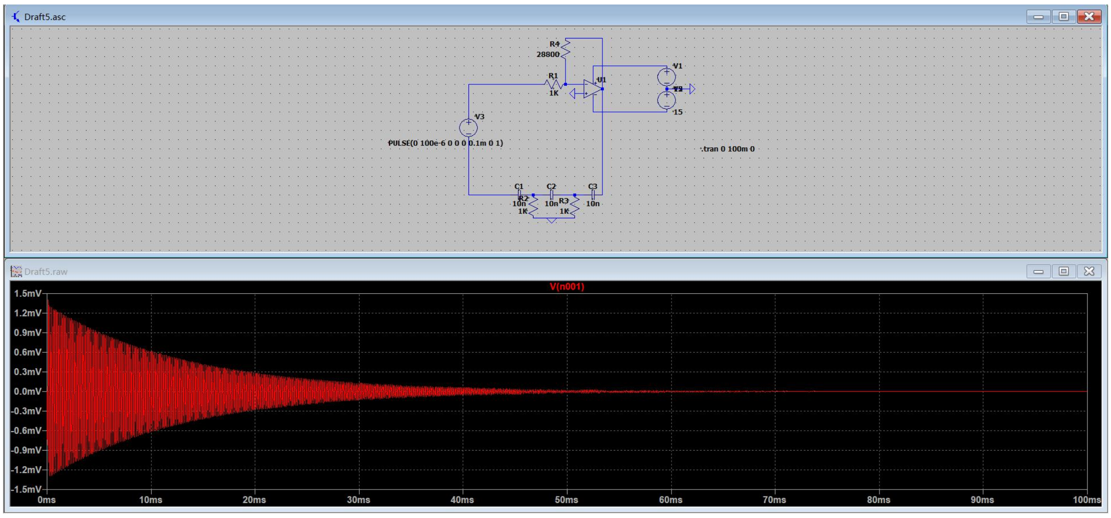


Il correspond bien à la régime de $A\beta(j\omega) = 1$, R2=30000Ώ

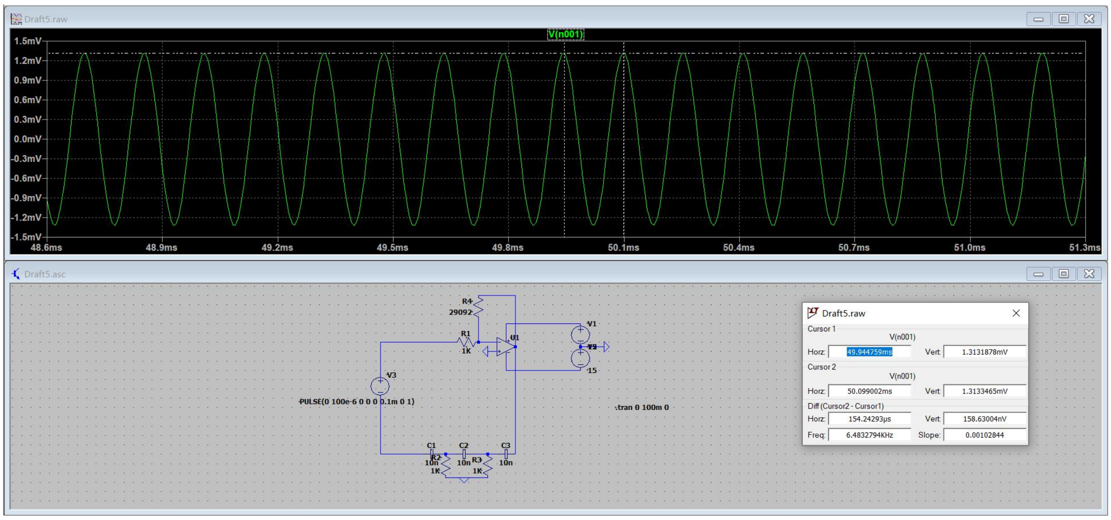


Il correspond bien à la régime de $A\beta(j\omega) > 1$

R2=28800Ώ

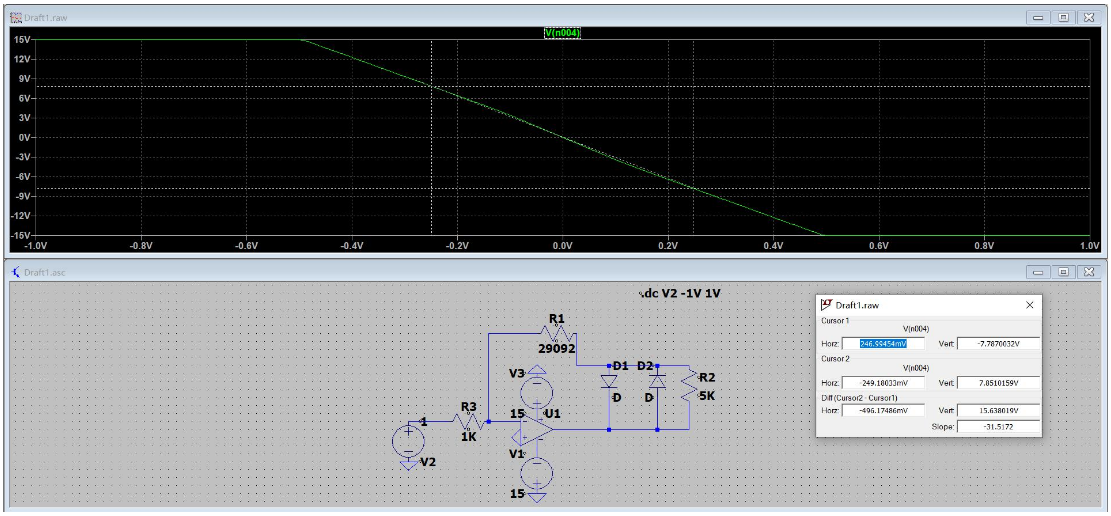


Il correspond bien à la régime de $A\beta(j\omega) < 1$



f=1/0.145*1000=6896.55Hz est presque la valeur théorique.

Q7 Q8



Donc, on peut voir une non-linéarité.