

Cours : Electronique  
Devoir : Etude de la PLL CD4046B

Formateur : Pr. Yannick Dusch

Othmane Belbchir

1. Caractérisation du VCO

Q1/ A partir de la notice technique, et pour  $V_{DD}=10V$ ,  $C_1=1nF=10^3 pF$ ,  $R_1=10 k\Omega$  et  $R_2$  infinie.

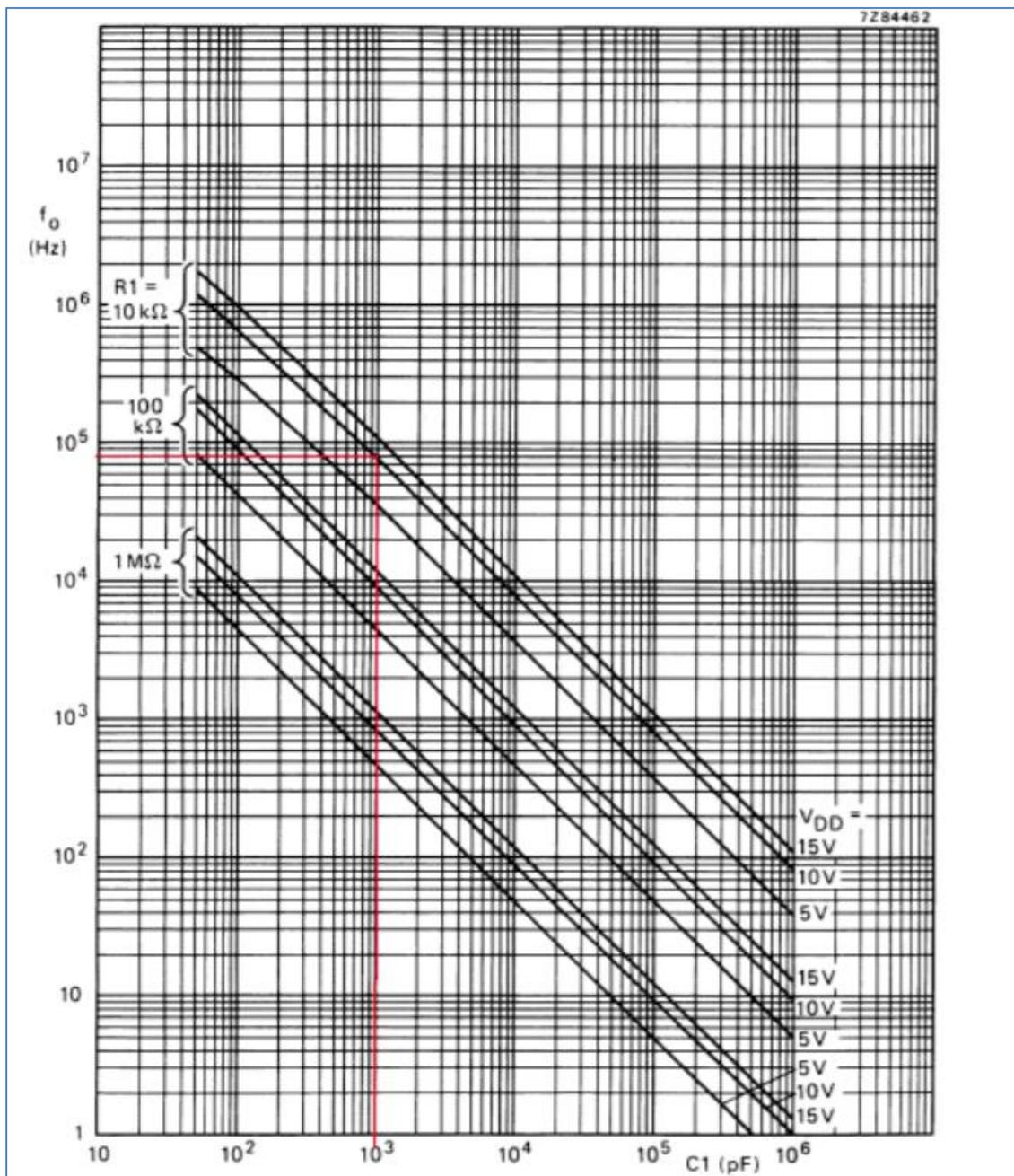


Figure 1 : Fréquence centrale  $f_o$  en fonction de la capacité  $C_1$

Nous avons donc  $f_o = 8.10^4$  Hz

Comme  $f_{\max} = 2 f_o \implies f_{\max} = 160\text{KHz}$

Et avec  $f_{\max} = f_o + f_L$  et  $f_{\min} = f_o - f_L$

On déduit que  $f_L = f_o \implies f_{\min} = 0\text{Hz}$  (on prend  $f_{\min} = 1\text{Hz}$  dans nos simulations)

**Q2/** Après introduction des valeurs des fréquences  $f_{\min}$  et  $f_{\max}$ , nous lançons la simulation du VCO pour les valeurs V1 de [0V,10V].

Nous utilisons par la suite la fonction FFT pour mesurer la fréquence du signal  $f_{vco}$  en sortie du VCO.

Nous avons par exemple pour  $V1 = 3\text{V}$

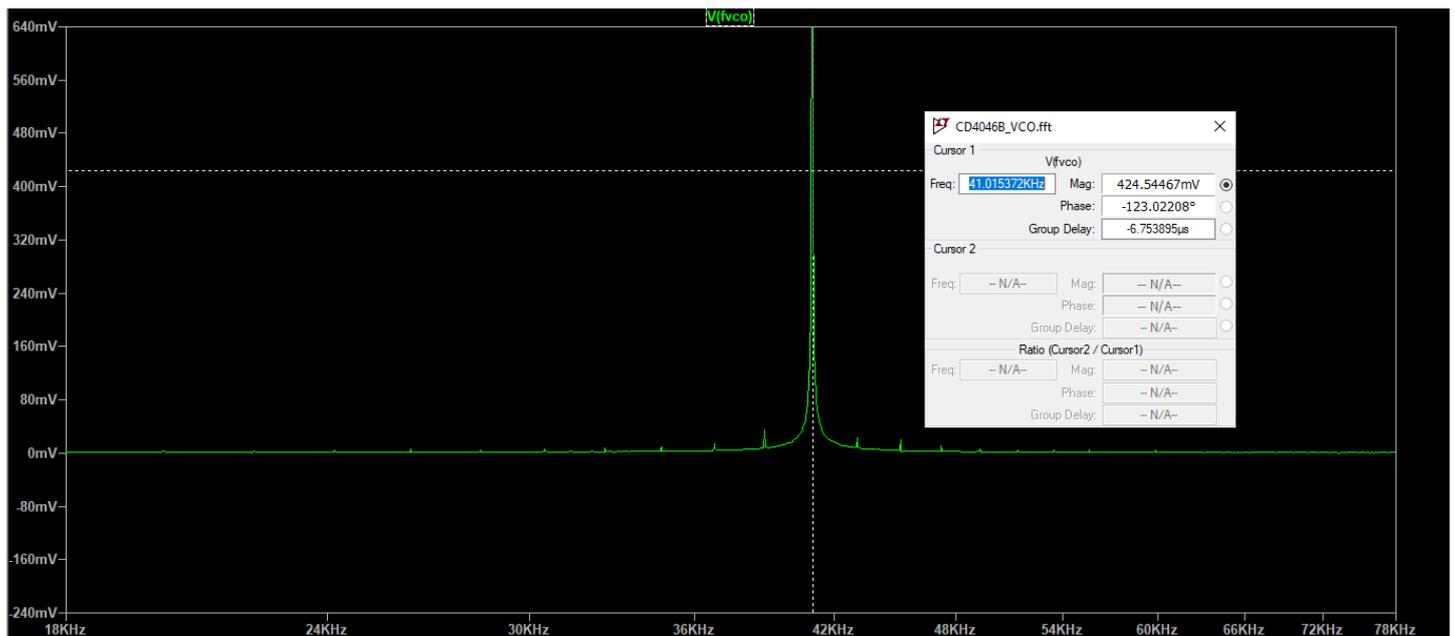


Figure 2 : Etude FFT du signal de sortie du VCO pour  $V1 = 3\text{V}$

Pour  $V1 = 3\text{V} \implies f_{vco} = 41\text{KHz}$

Pour le reste des valeurs nous obtenons les résultats indiqués sur le tableau suivant :

V1 (V)	fvco (1ère harmonique) (kHz)
0	0
1	1,95
2	21,47
3	41
4	60,48
5	80
6	99,51
7	119,02
8	138,53
9	158,04
10	160

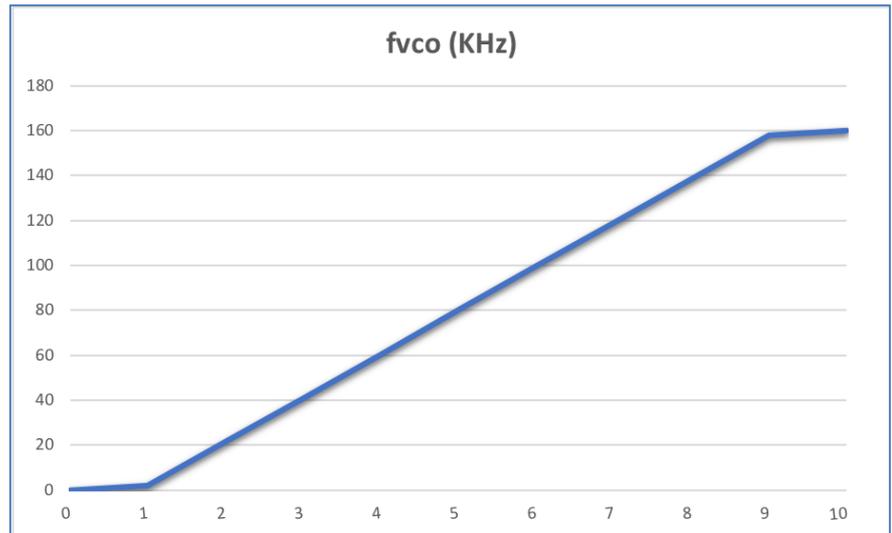


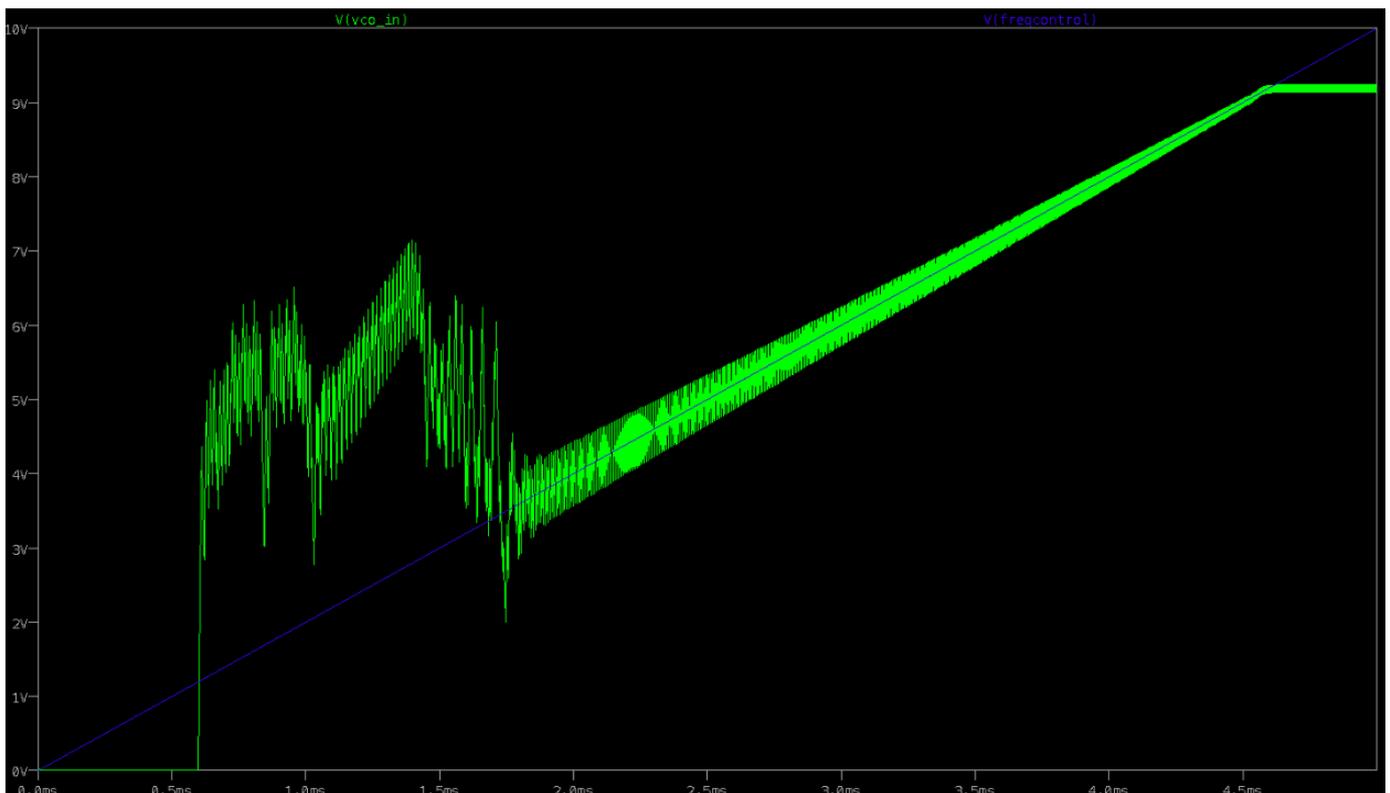
Figure 3 : Caractéristique du VCO ( $fvco = g(V1)$ )

## 2. Mesure des plages de capture et de verrouillage

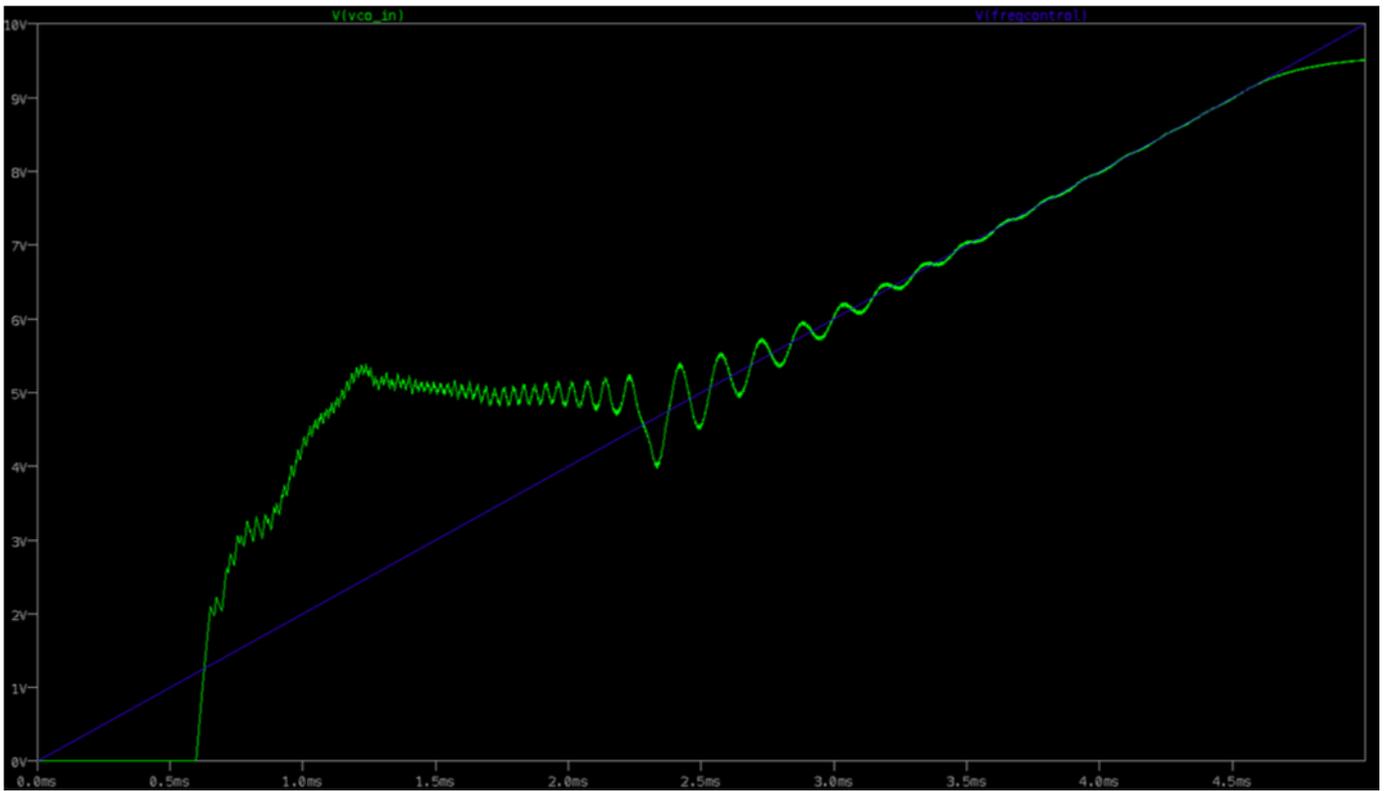
Q3/ Nous allons réaliser la simulation dans le fichier "CD4046B sweep croissant.asc" pour les deux comparateurs et pour les deux valeurs de la capacité  $C_2 = 10$  nF et 100 nF.

On fait alors faire varier la valeur de  $C_2$  et le comparateur utilisé en entrée du filtre RC en prenant pc1 ou pc2.

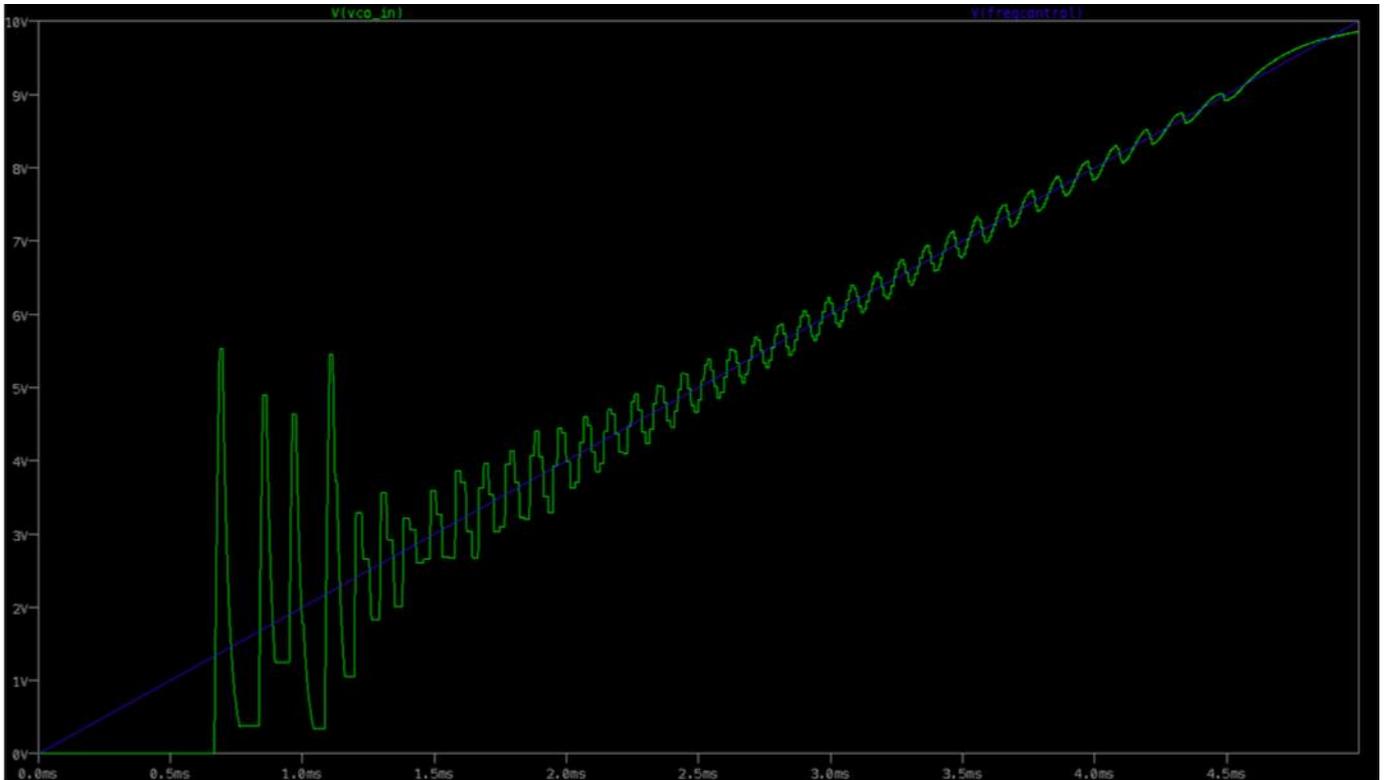
- pc1 &  $C_2 = 10$  nF



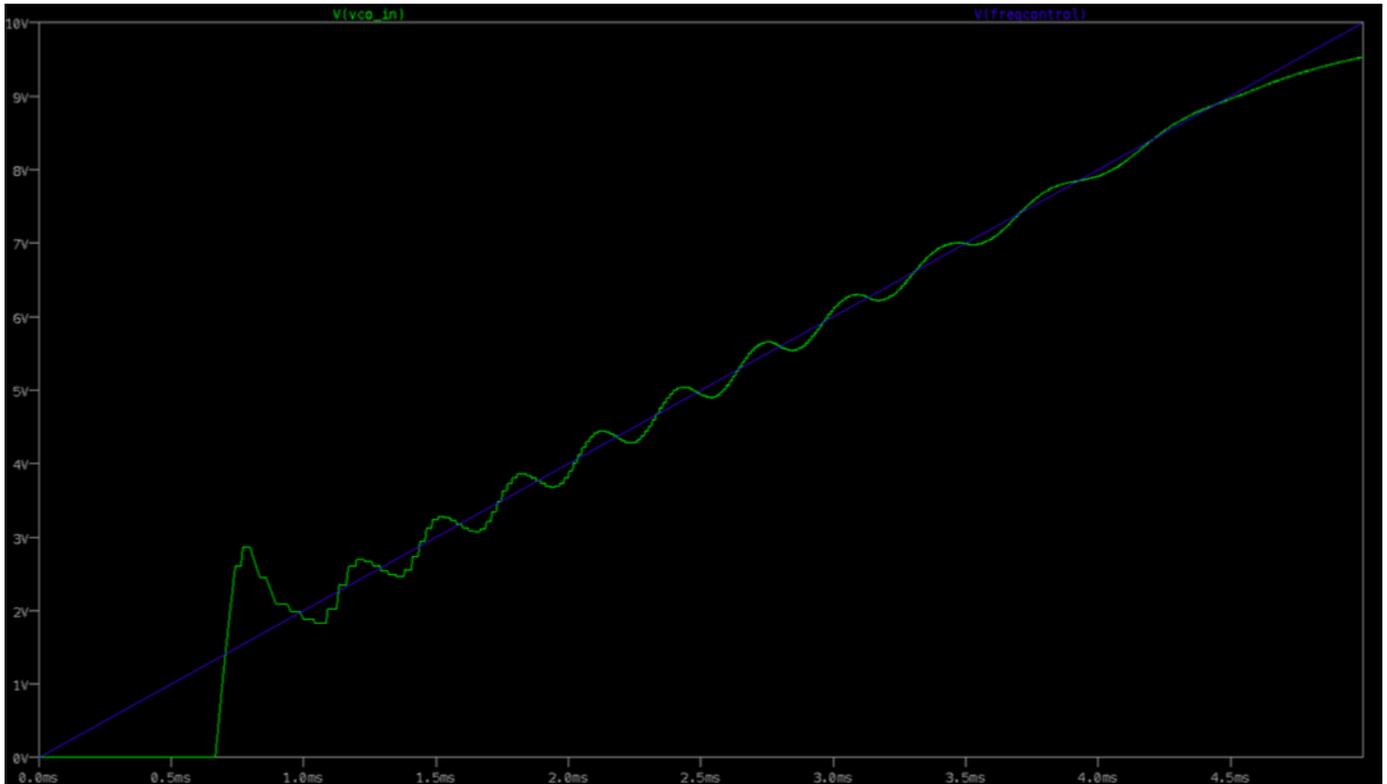
- $pc1$  &  $C_2 = 100 \text{ nF}$



- $pc2$  &  $C_2 = 10 \text{ nF}$



- $pc2$  &  $C_2 = 100$  nF



Nous remarquons bien le verrouillage et parfois le décrochage sur les courbes ci-dessus, il faut ensuite traduire  $V_{co\_in}$  en  $V_{co\_out}(freqout)$  en utilisant notre caractéristique du VCO.

De même avec le sweep décroissant. Nous avons rencontré ici des difficultés liées à des puissances de calcul limitées pour les simulations ainsi que pour les exportations vers Excel (export de plusieurs centaines de milliers de valeurs, avec des « . » au lieu de « , »).

Nous nous sommes limités au traçage de la courbe d'hystérésis pour le comparateur  $pc1$  avec  $C_2 = 100$  nF

Nous avons calculé  $V_{co\_out}(freqout)$  pour toutes les valeurs.

### Résultat :

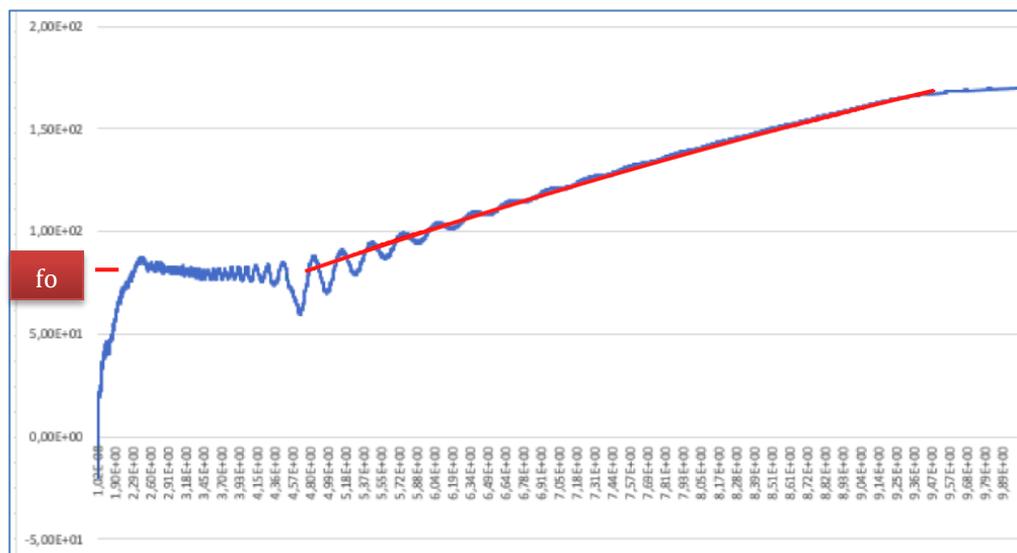


Figure 4 : Hystérésis croissant ( $pc1$  &  $C_2 = 100$  nF)

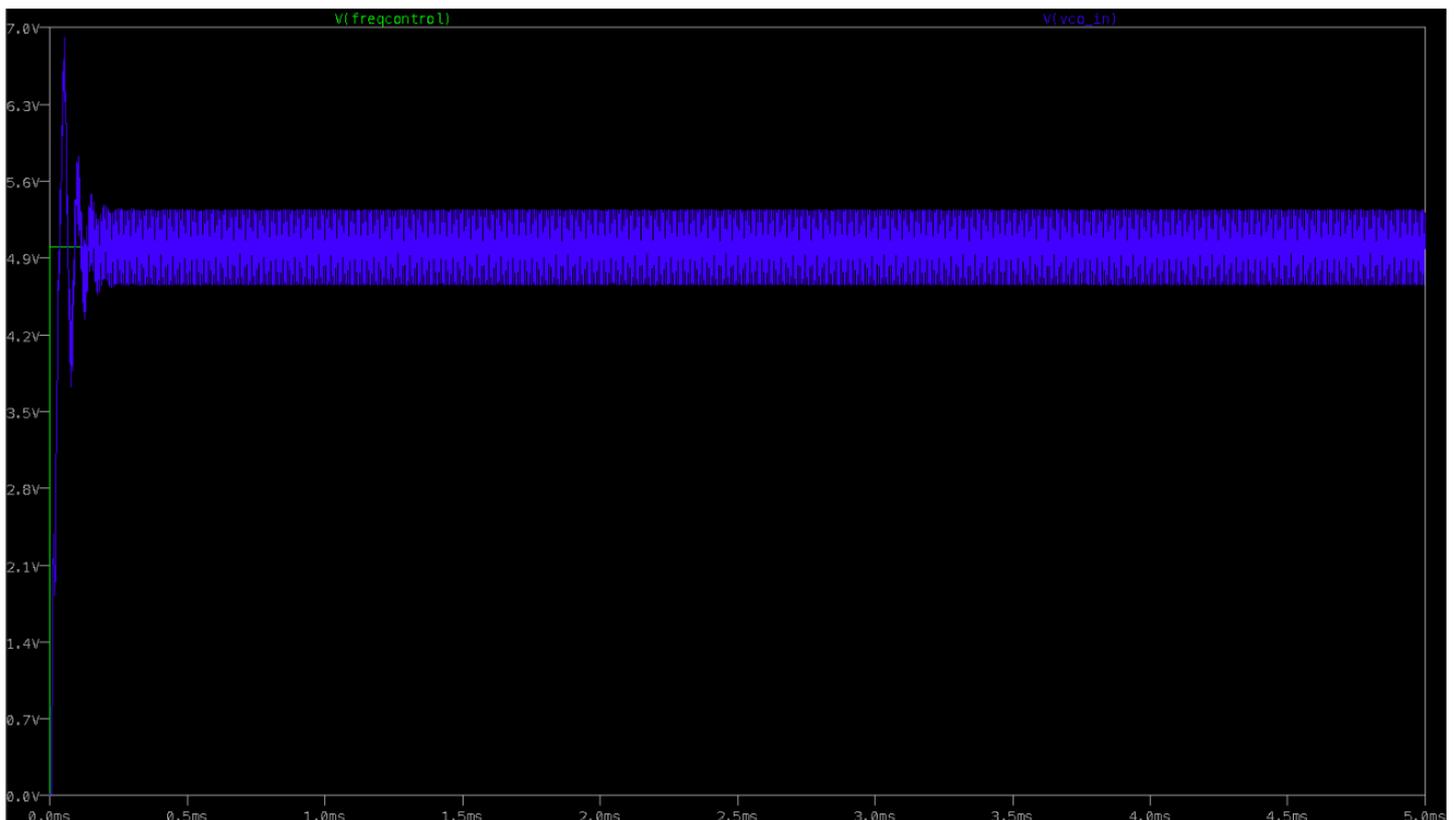
- Nous avons ici une fréquence basse de capture de presque 4,6 MHz (Nous devons ici réalisé la même étude mais en fréquences décroissantes afin de trouver la plage de capture et comparer les résultats de tous les autres cas)
- Nous avons également une fréquence haute de verrouillage de presque 10 MHz (Idem pour trouver la fréquence basse de verrouillage)

### 3. Réponse de la PLL à un échelon

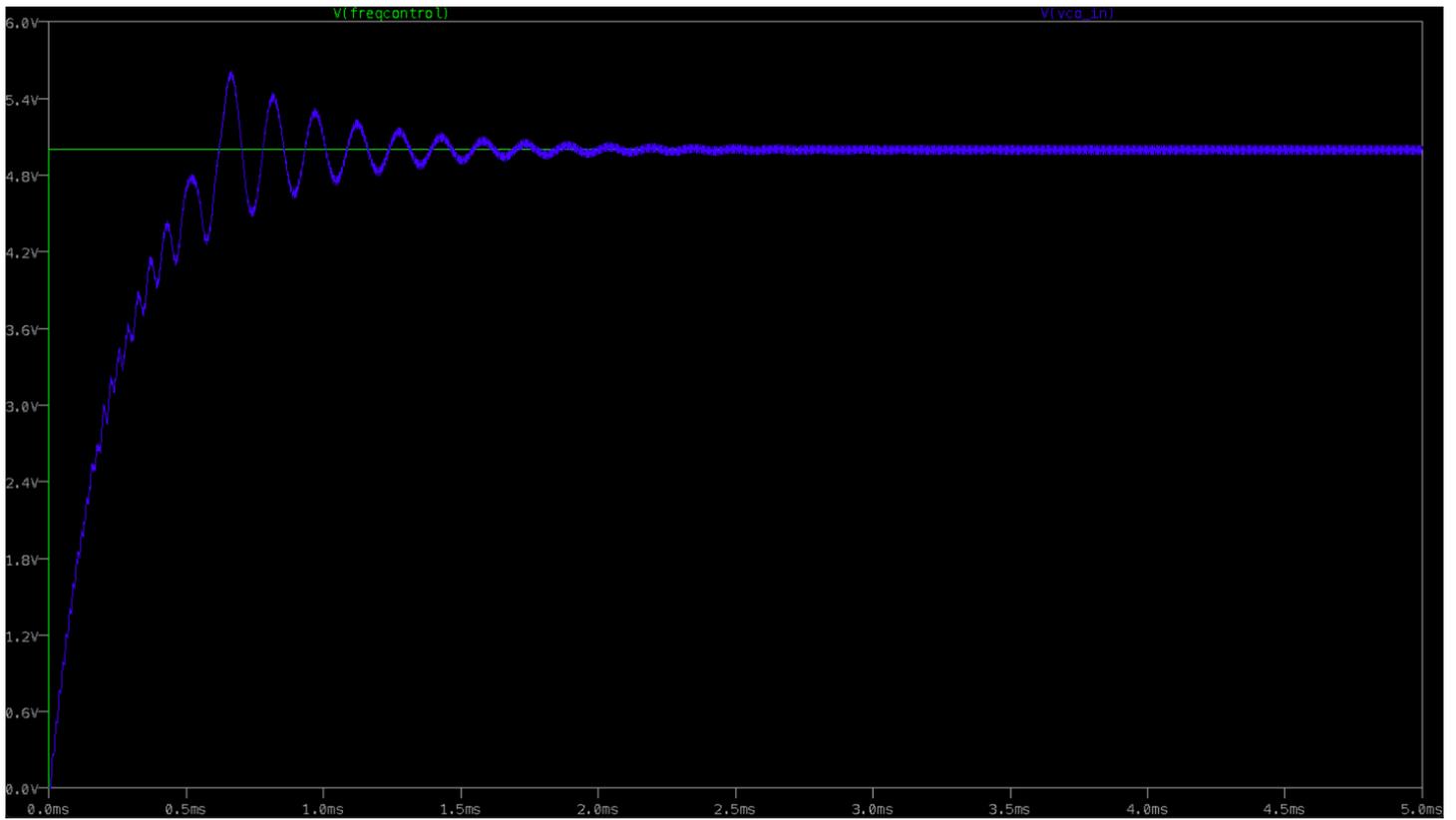
Q1/ Nous allons tracer la réponse à l'échelon pour chaque comparateur et pour les 2 valeurs de  $C_2$ .

Nous obtenons alors les 4 courbes ci-dessous :

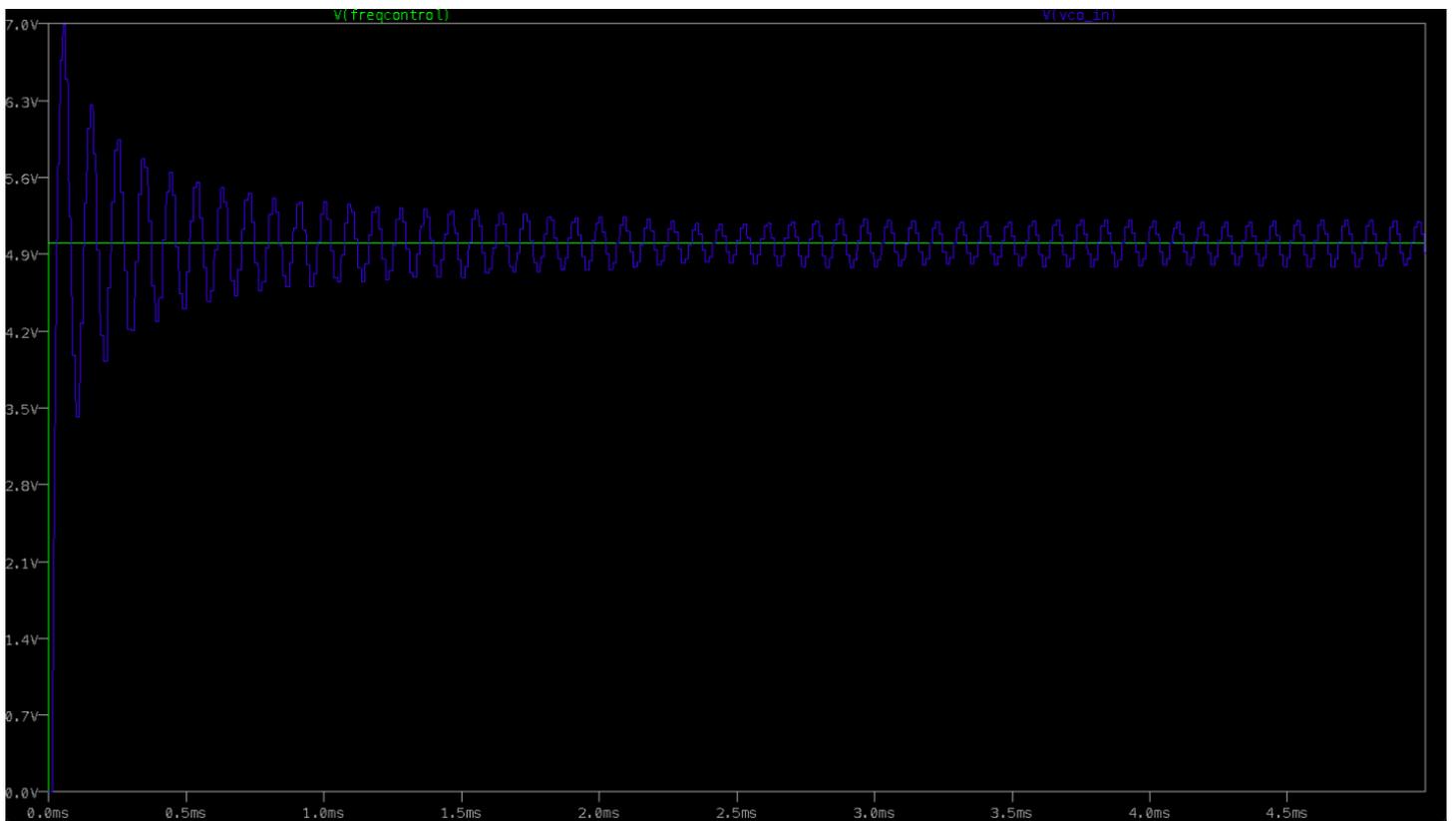
- $pc1$  &  $C_2 = 10$  nF



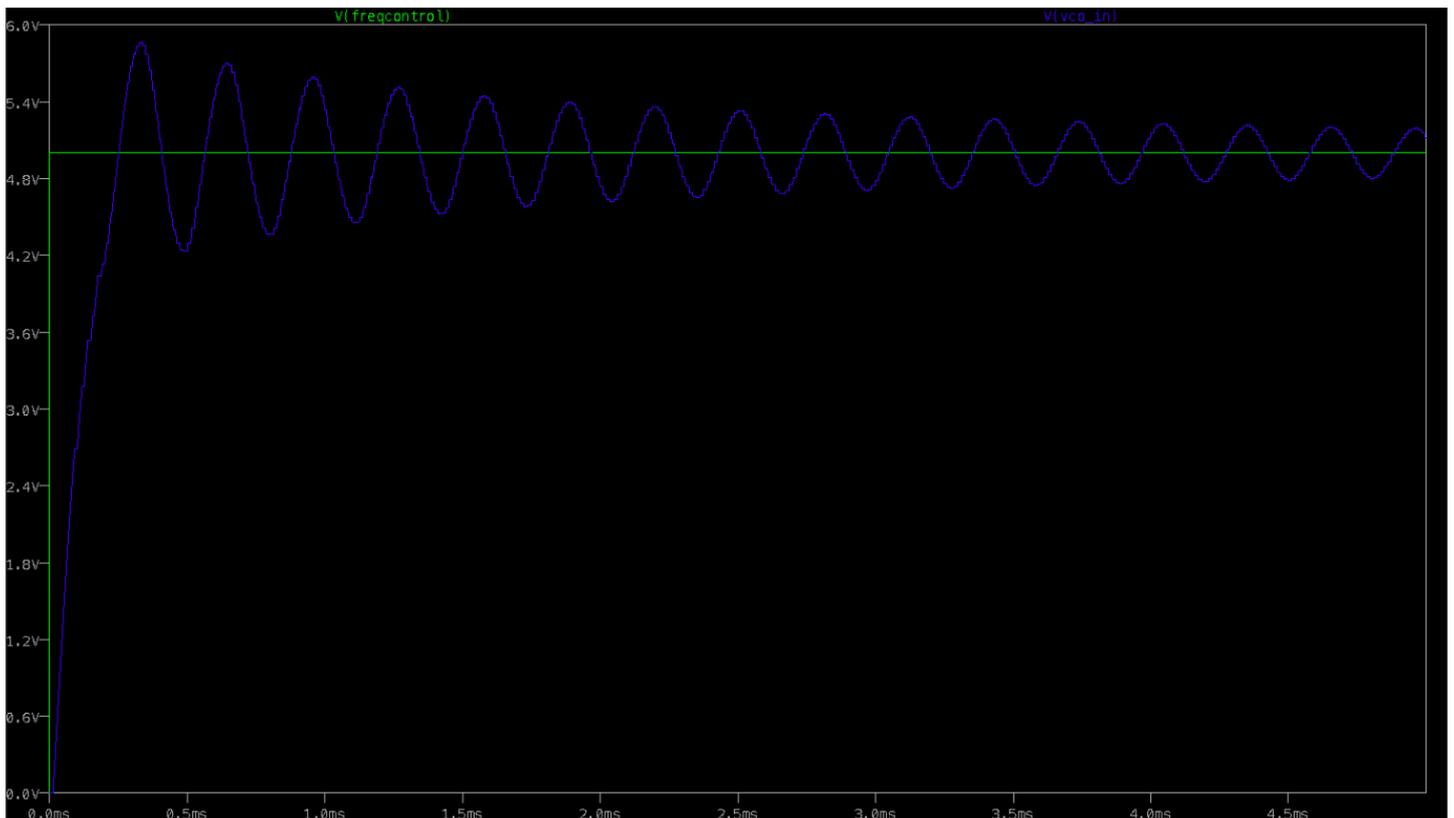
- $pc1$  &  $C_2 = 100 \text{ nF}$



- $pc2$  &  $C_2 = 10 \text{ nF}$



- pc2 & C<sub>2</sub> = 100 nF



Q2/ Nous allons mesurer pour les différents cas le temps nécessaire pour atteindre 90% de la valeur de V(freqcontrol).

	C <sub>2</sub> = 10 nF	C <sub>2</sub> = 100 nF
pc1	0.11 ms	0.68 ms
pc2	0.55 ms	1.27 ms

Q3/ Les caractéristiques du filtre RC nous donnent pour les 2 valeurs de la capacité :

- T<sub>1</sub> = 5RC = 5 \* 1800 \* 10e-9 = 0.09 ms
- T<sub>2</sub> = 5RC = 5 \* 1800 \* 100e-9 = 0.90 ms

Ces temps caractéristiques des filtres utilisés sont plus petits que les temps obtenus à la question précédente.

À ces temps caractéristiques des filtres s'ajoutent d'autres liés aux comparateurs pour trouver les valeurs de la question 2.