

DM 4 - Etude de la PLL CD4046B

Maeva Hao Yueming 15241004

1.

1.

$V_{DD} = 10\text{ V}$, $C_1 = 1\text{ nF} = 1000\text{ pF}$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et R_2 infinie.

Selon la notice technique, quand R_2 est infinie, $f_0 = 1/2 * f_{max}$.

On trouve dans la Fig.7, $f_0 \approx 7.5 * 10^4 \text{ Hz} = 75\text{ kHz}$.

$f_{max} = 2 * f_0 \approx 150\text{ kHz}$, $f_L = f_{max} - f_0 \approx 75\text{ kHz}$, $f_{min} = f_0 - f_L = 0\text{ kHz}$,

la plage de fonctionnement $= 2f_L \approx 150\text{ kHz}$.

VCO without frequency offset ($R_2 = \infty$).

a) Given f_0 : use f_0 with Fig.7 to determine R_1 and C_1 .

b) Given f_{max} : calculate f_0 from $f_0 = 1/2 f_{max}$; use f_0 with Fig.7 to determine R_1 and C_1 .

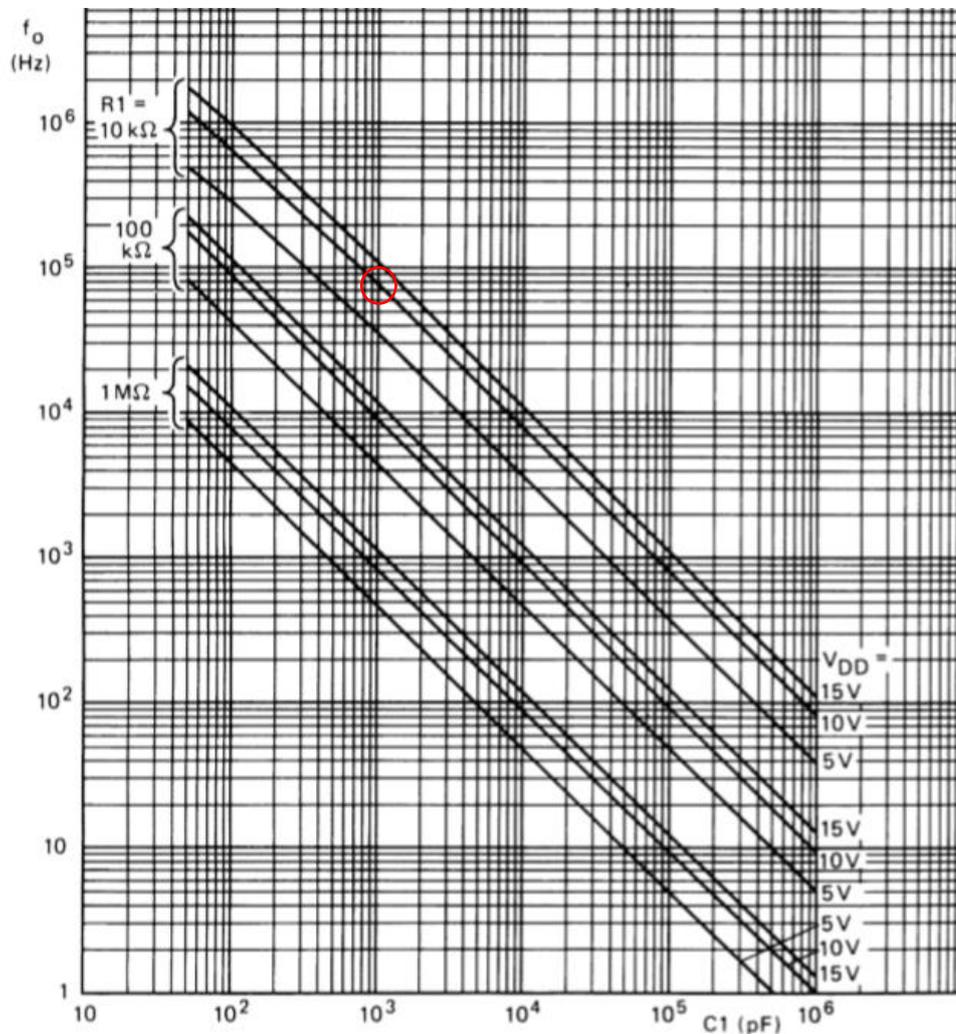


Fig.7 Typical centre frequency as a function of capacitor C_1 ; $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$; V_{COIN} at $1/2 V_{DD}$; INH at V_{SS} ; $R_2 = \infty$

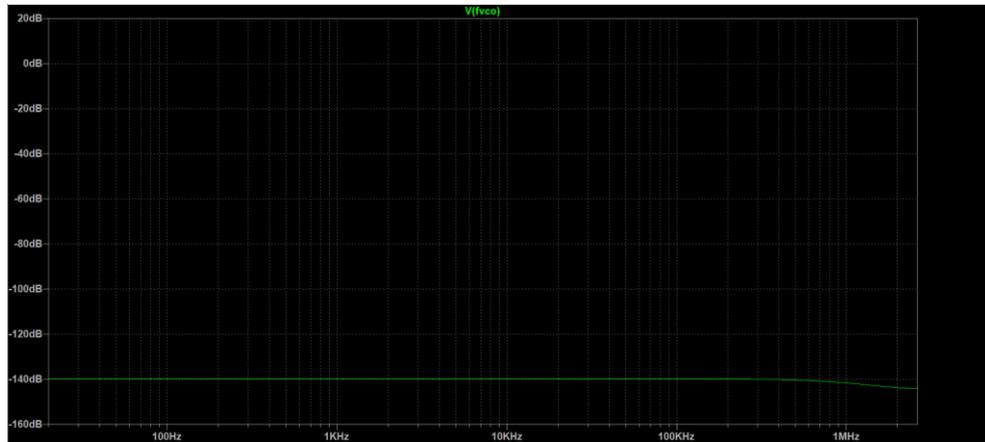
2.

$f_{max} \approx 150\text{kHz}$, $f_{min} = 0\text{kHz}$,

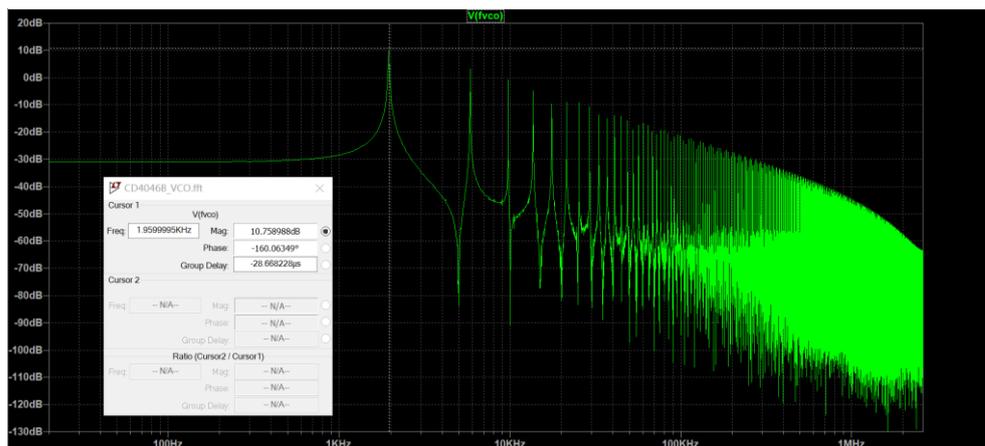
On prendra pour la tension d'entrée V1 des valeurs de 0 à 10 V par pas de 1 V.

On mesurera la fréquence du signal fvco en sortie du VCO en utilisant la fonction FFT de LTSpice.

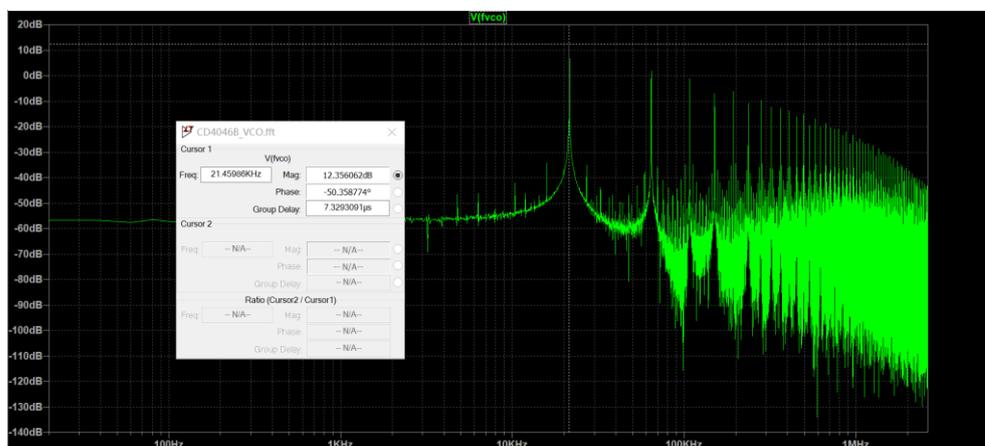
V1=0V :



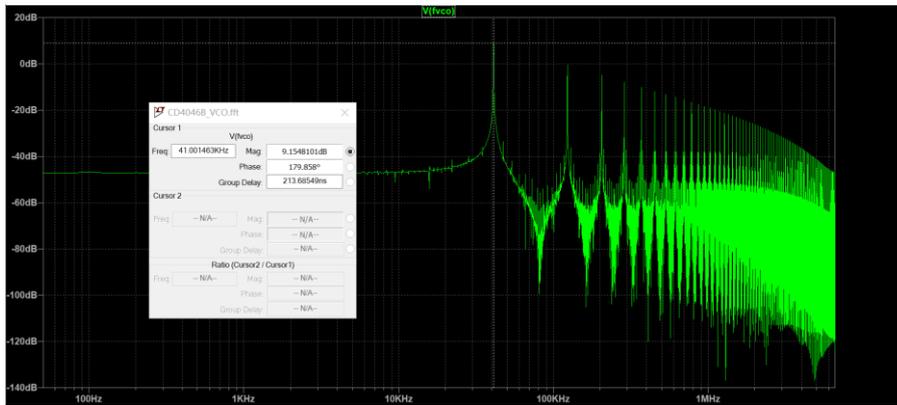
V1=1V, fvco=1.96kHz



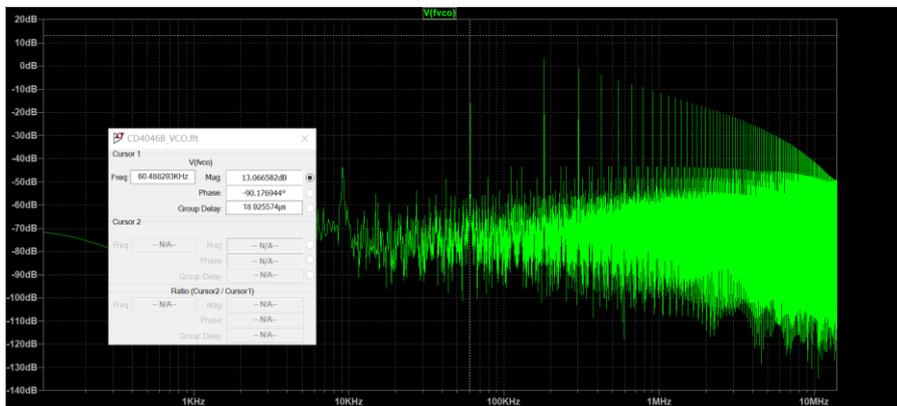
V1=2V, fvco=21.46kHz



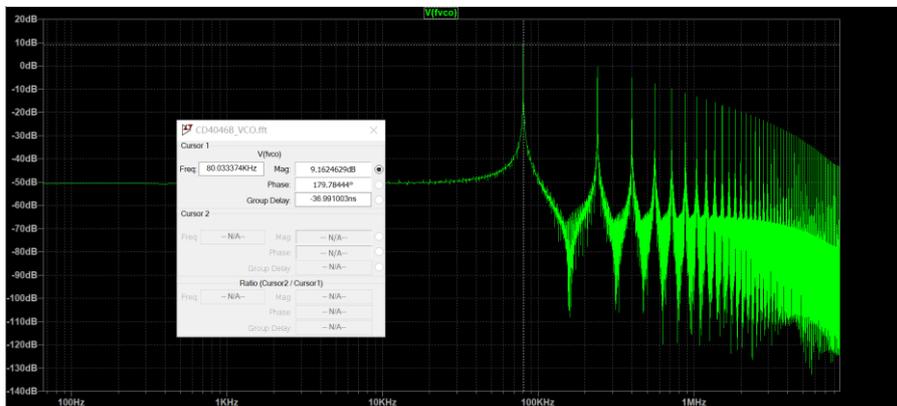
V1=3V, fvco=41kHz



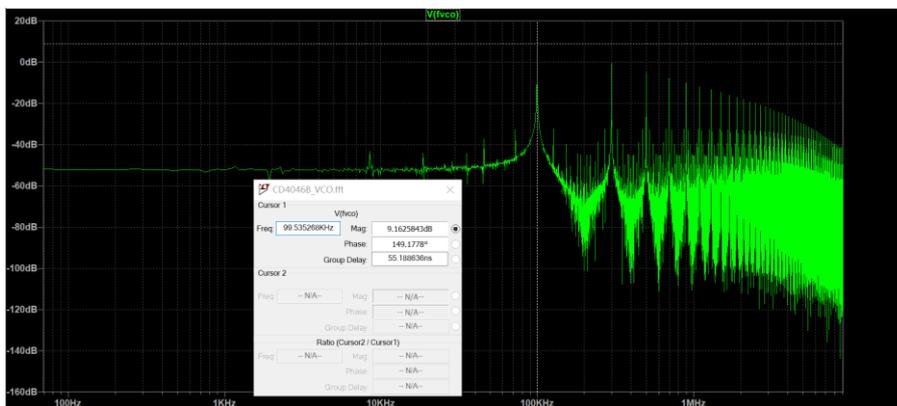
V1=4V, fvco=60.49kHz



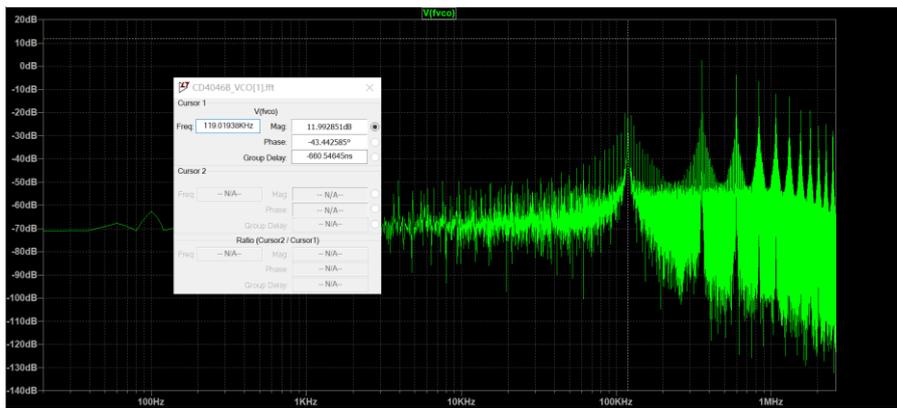
V1=5V, fvco=80.03kHz



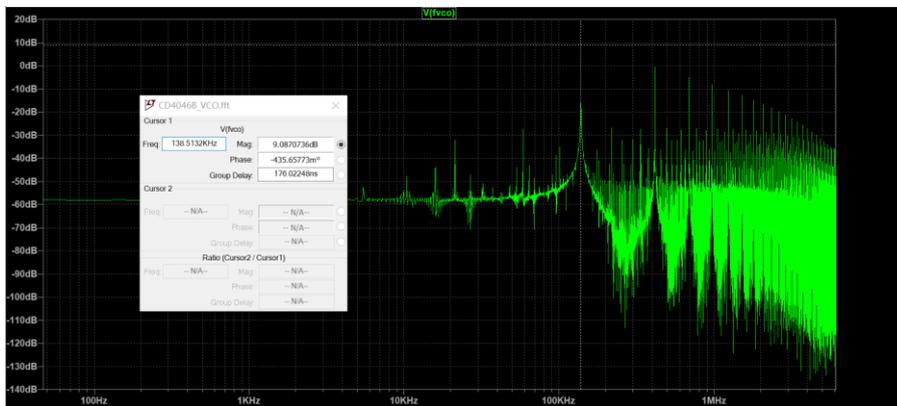
V1=6V, fvco=99.54kHz



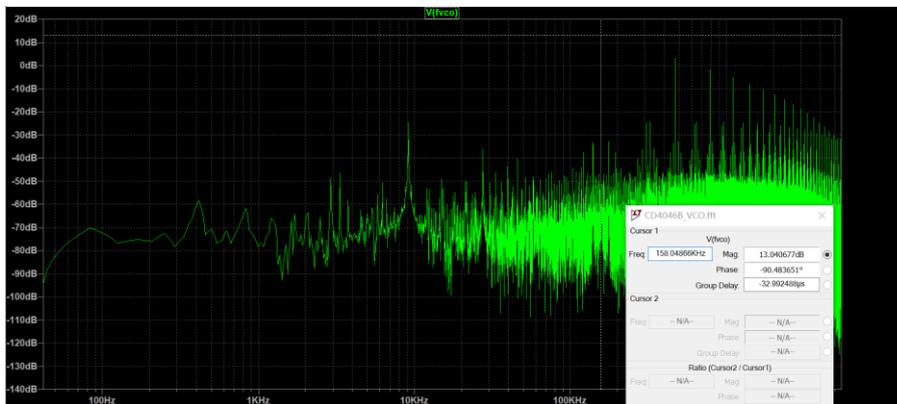
V1=7V, fvco=119.02kHz



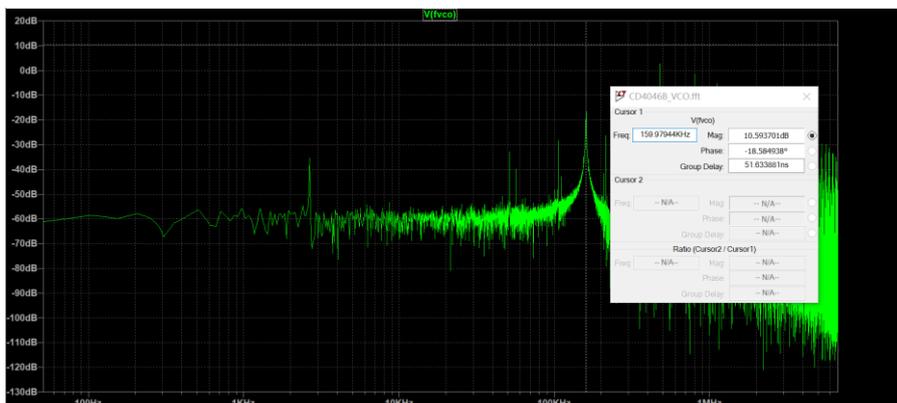
V1=8V, fvco=138.51kHz



V1=9V, fvco=158.05kHz



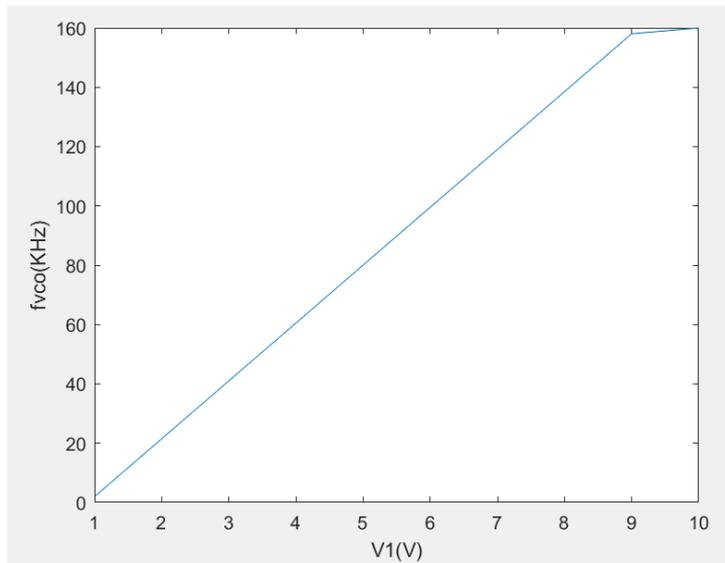
V1=10V, fvco=159.98kHz



Pour observer la relation entre V1 et la fréquence du signal fvco en sortie du VCO, on utilise

Matlab :

```
1 — V1=1:1:10
2 — fvco=[1.96, 21.46, 41, 60.49, 80.03, 99.54, 119.02, 138.51, 158.05, 159.98]
3 — plot(V1, fvco)
4 — xlabel(' V1 (V)')
5 — ylabel(' fvco (KHz)')
```

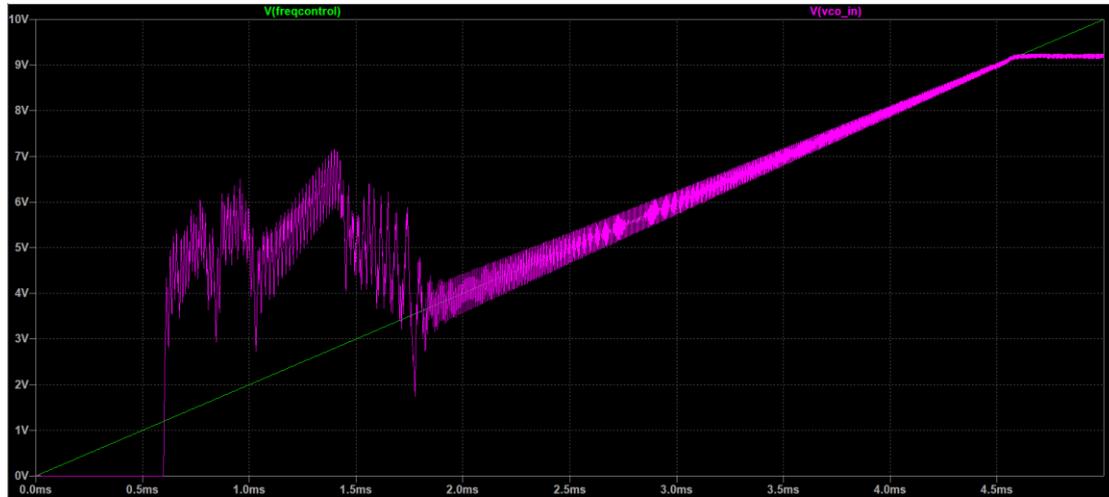


D'après la question précédente, on a trouvé : $f_{max} \approx 150 \text{ kHz}$, $f_{min} = 0 \text{ kHz}$, la figure au-dessus correspond bien les fréquences limites. Quand V1 est plus grand que 9V, 10V, la fréquence est toujours inférieur à la fréquence maximale.

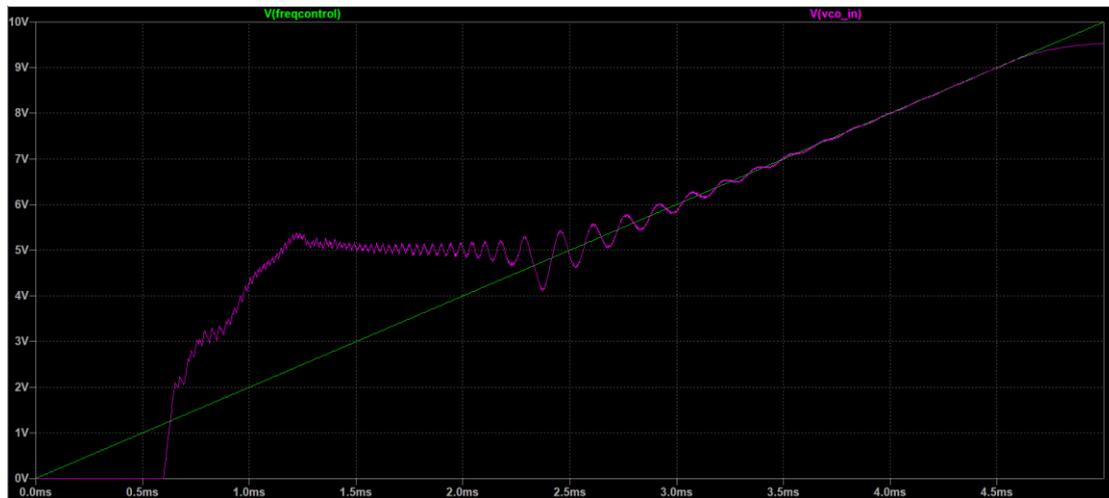
2.

3.

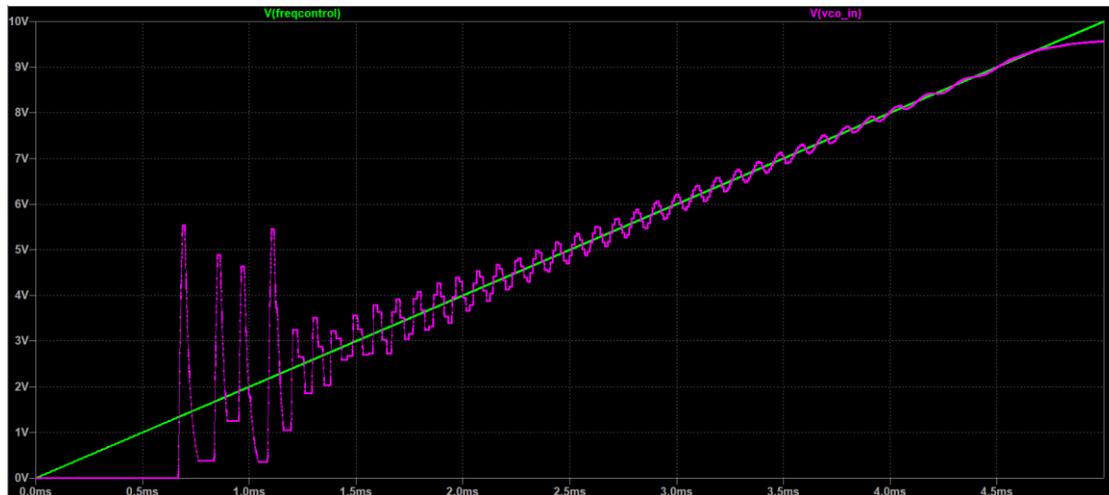
Comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=10nF



Comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=100nF



Comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=10nF

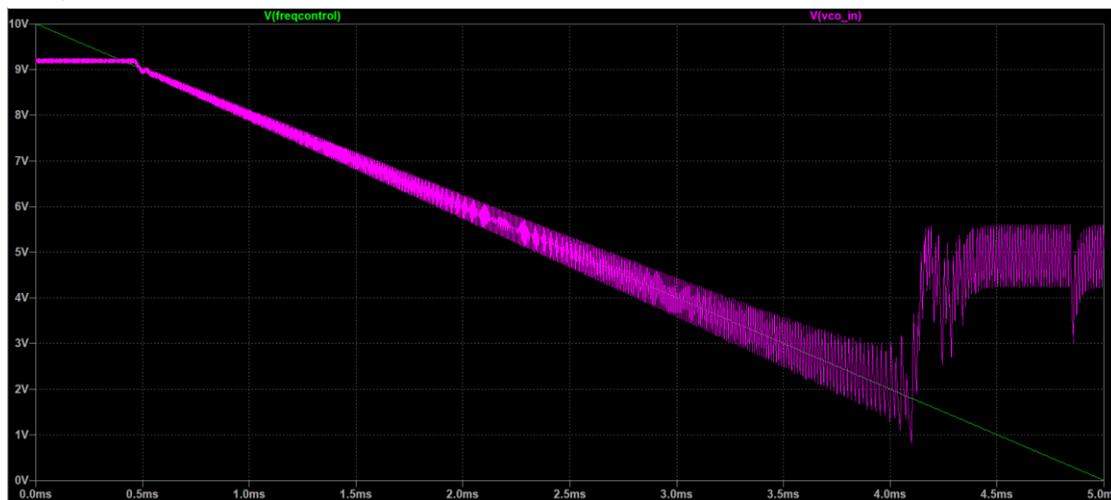


Comparteur 2 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=100nF



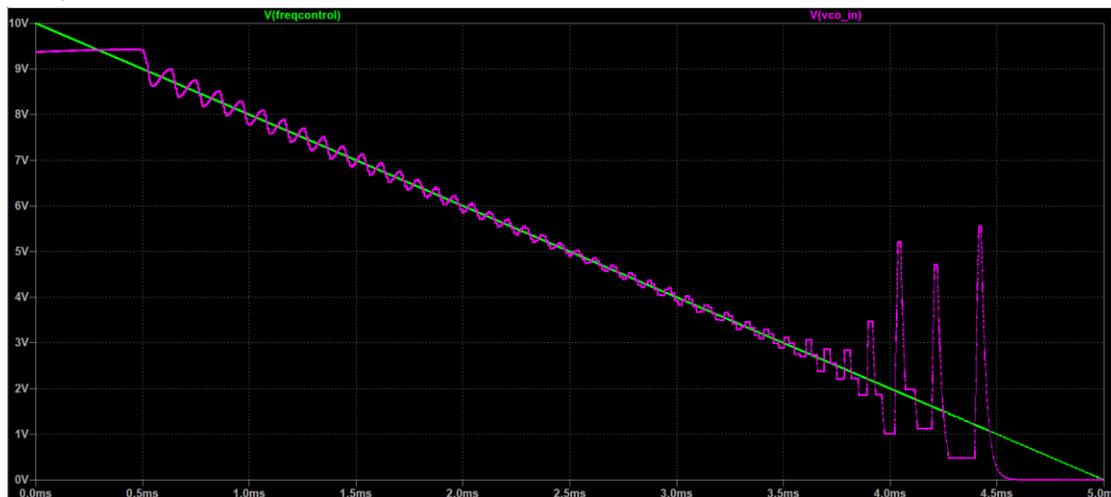
4.

Comparteur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=10nF

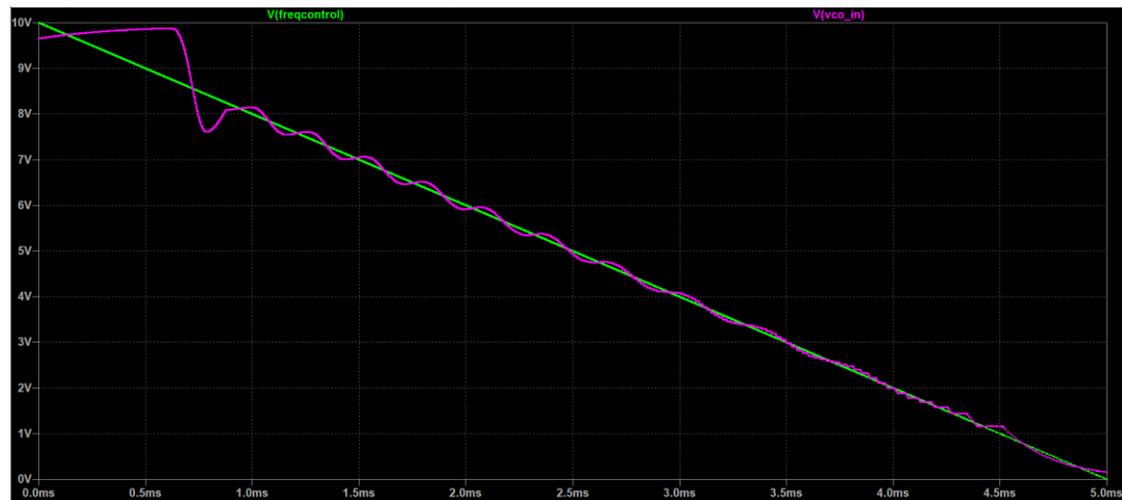


Comparteur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=100nF

Comparteur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), C2=10nF



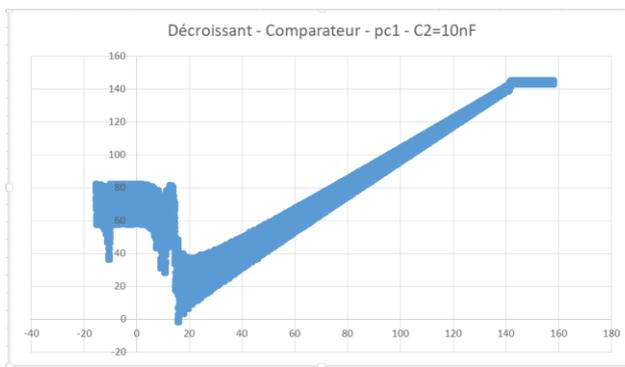
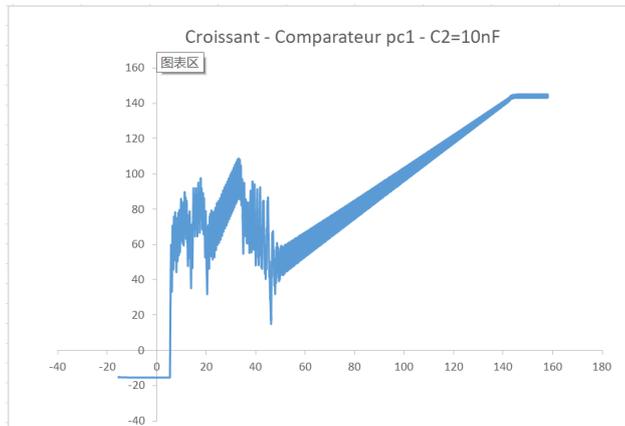
Comparteur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), C2=100nF



5.

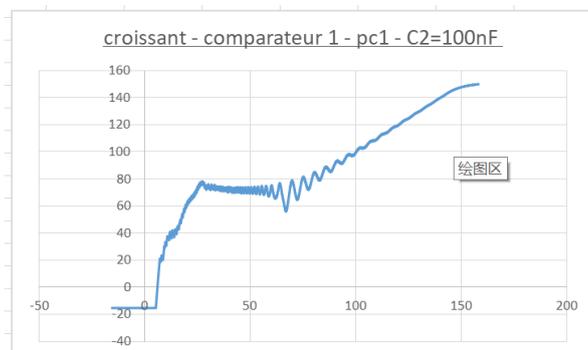
Dans la question 2, on a $f(V1=1V)=1.96\text{kHz}$, $f(V1=9V)=158.05\text{kHz}$, et la courbe est linéaire quand $1V < V1 < 9V$, on considère que le fonction est alors : $f=17.34V-15.38$

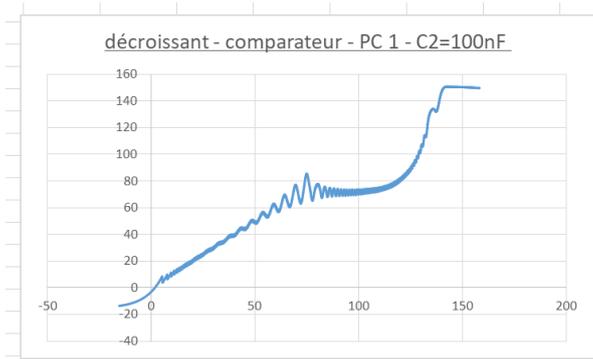
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), $C2=10\text{nF}$:



On trouve en croissant $f_0-f_c=5.46\text{kHz}$, $f_0+f_L=157.9\text{kHz}$;
 en décroissant $f_0-f_L=-12.9\text{kHz}$, $f_0+f_c=157.9\text{kHz}$;
 donc la plage de capture= $(f_0+f_c)-(f_0-f_c)=152.44\text{kHz}$,
 la plage de verrouillage= $(f_0+f_L)-(f_0-f_L)=170.8\text{kHz}$

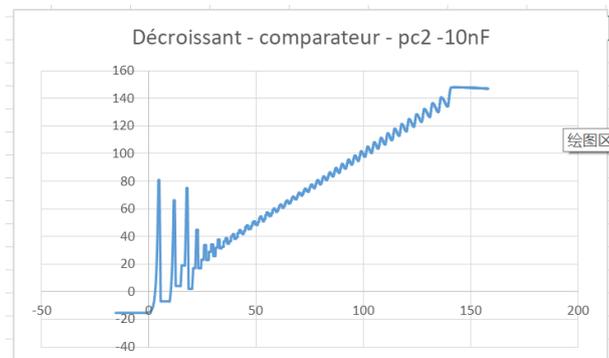
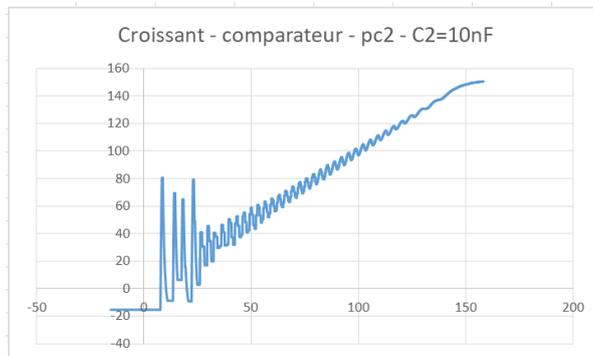
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), $C2=100\text{nF}$:





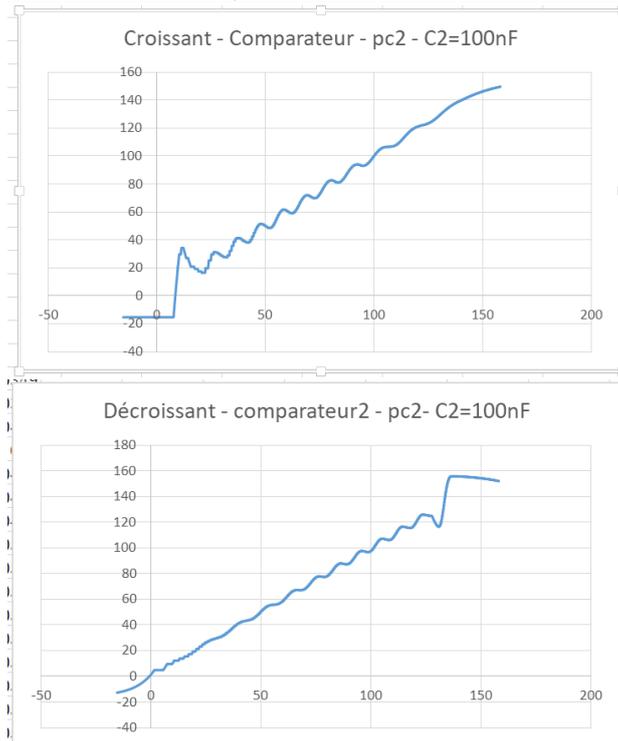
On trouve en croissant $f_0-f_c=6.11\text{kHz}$, $f_0+f_L=157.95\text{kHz}$;
 en décroissant $f_0-f_L=1.81\text{kHz}$, $f_0+f_c=142.81\text{kHz}$;
 donc la plage de capture= $(f_0+f_c)-(f_0-f_c)=136.7\text{ kHz}$,
 la plage de verrouillage= $(f_0+f_L)-(f_0-f_L)=156.14\text{kHz}$

- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), $C_2=10\text{nF}$:



On trouve en croissant $f_0-f_c=13.63\text{kHz}$, $f_0+f_L=155.6\text{kHz}$;
 en décroissant $f_0-f_L=2.8\text{kHz}$, $f_0+f_c=142.9\text{kHz}$;
 donc la plage de capture= $(f_0+f_c)-(f_0-f_c)=129.27\text{ kHz}$,
 la plage de verrouillage= $(f_0+f_L)-(f_0-f_L)=152.8\text{ kHz}$

- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), $C_2=100\text{nF}$:

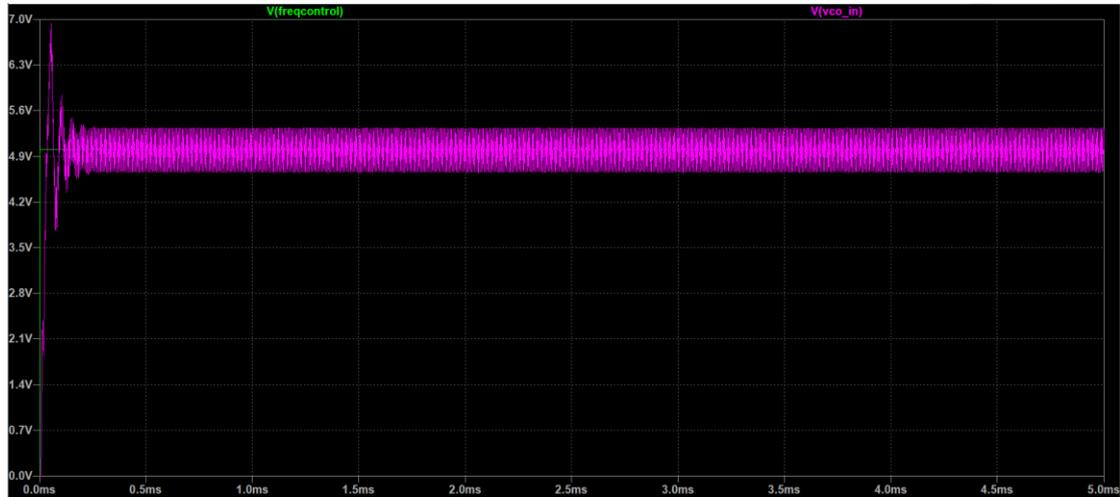


On trouve en croissant $f_0-f_c=8.49\text{kHz}$, $f_0+f_L=154.37\text{kHz}$;
 en décroissant $f_0-f_L=-0.72\text{kHz}$, $f_0+f_c=134.11\text{kHz}$;
 donc la plage de capture= $(f_0+f_c)-(f_0-f_c)=125.62\text{kHz}$,
 la plage de verrouillage= $(f_0+f_L)-(f_0-f_L)=155.09\text{kHz}$

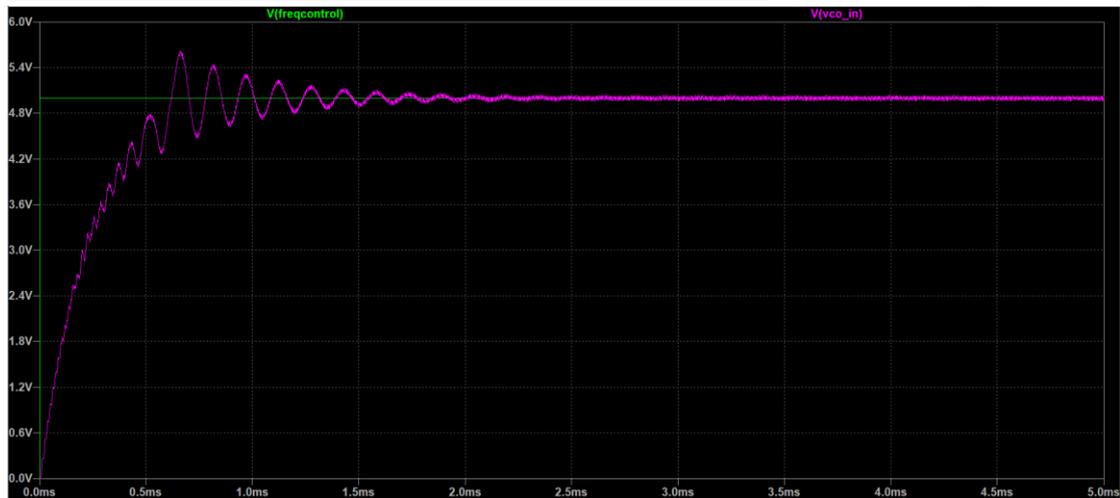
3.

1.

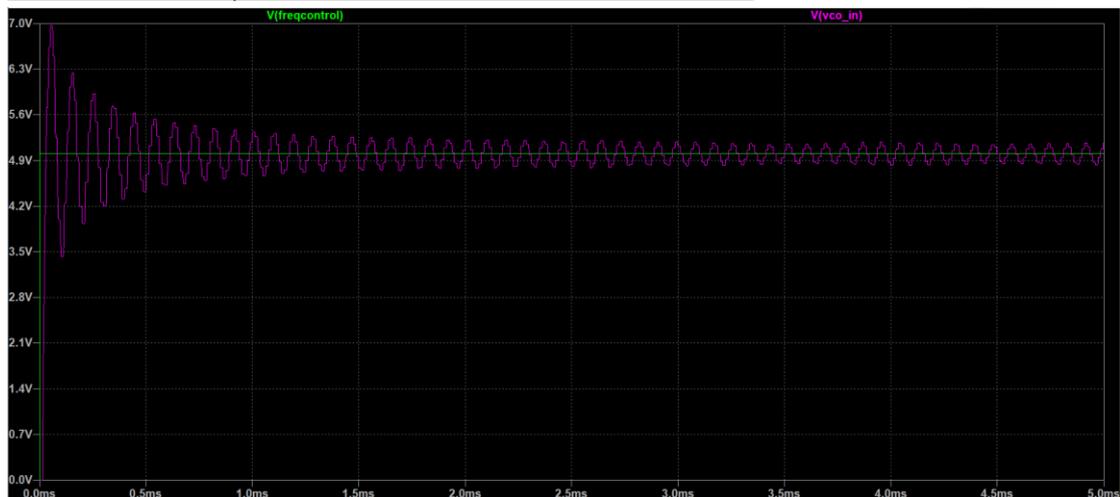
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), $C_2=10\text{nF}$:



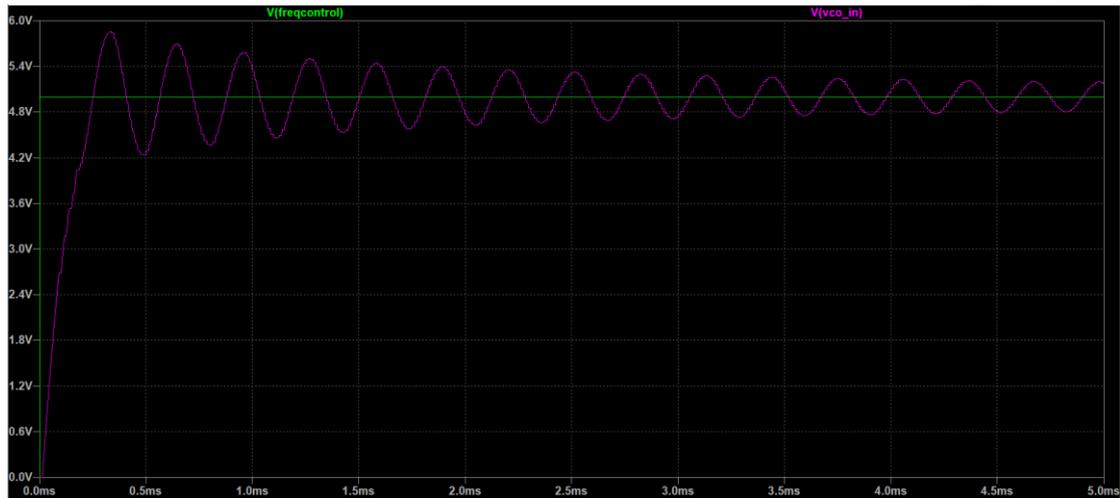
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), $C_2=100\text{nF}$:



- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), $C_2=10\text{nF}$:



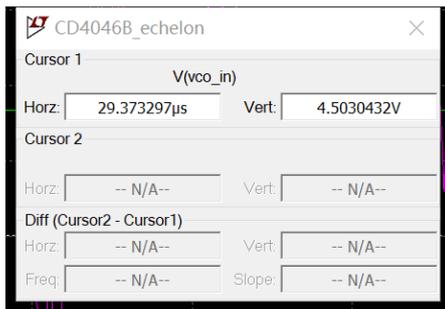
- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), C2=100nF :



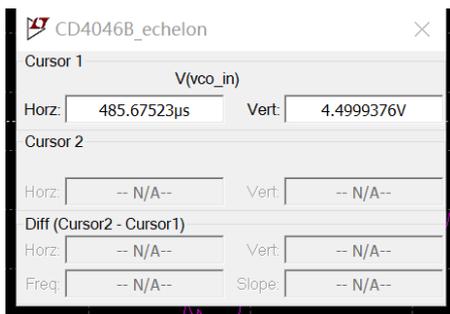
2.

$$5V * 90\% = 4.5V$$

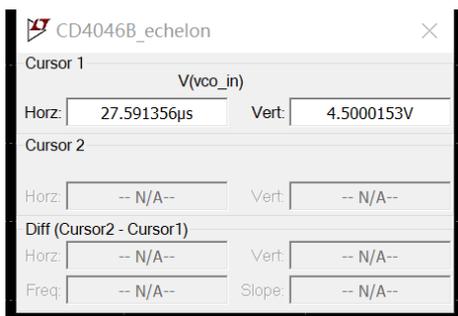
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=10nF :



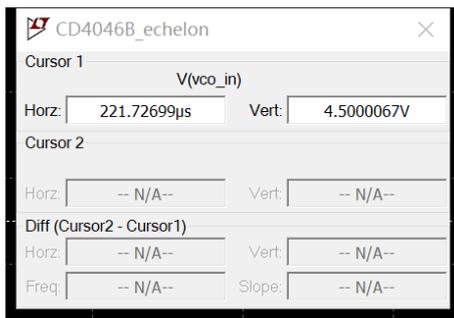
- Pour le cas de comparateur 1 (l'entrée du filtre :PC 1), C2=100nF :



- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), C2=10nF :

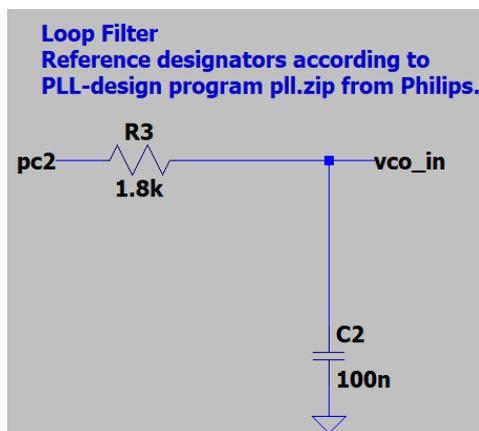


- Pour le cas de comparateur 2 (l'entrée du filtre :PC 2), $C2=100\text{nF}$:



3.

filtre utilisé :



temps caractéristiques= $R3 \cdot C2$

$C2=10\text{nF}$, temp caractéristique= $18\mu\text{s}$; $C2=100\text{nF}$, temp caractéristique= $180\mu\text{s}$

Comparateur 1, $C2=10\text{nF}$, $t=29.4\mu\text{s} > 18\mu\text{s}$;

Comparateur 2, $C2=10\text{nF}$, $t=27.6\mu\text{s} > 18\mu\text{s}$;

Comparateur 1, $C2=100\text{nF}$, $t=485.7\mu\text{s} \gg 180\mu\text{s}$;

Comparateur 2, $C2=100\text{nF}$, $t=221.7\mu\text{s} > 180\mu\text{s}$;