

ÉLECTRONIQUE

DM n°4

Benjamin QU – SY1924124

Étude de la PLL CD4046B

1 Caractérisation du VCO

Question 1

Pour une alimentation $V_{DD} = 10\text{ V}$ et une capacité $C_1 = 1\text{ nF}$, et des résistances $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et R_1 infinie, on peut déterminer, selon l'abaque fournie par la notice technique (**Figure 1**), la fréquence centrale de VCO : $f_0 = 80\text{ kHz}$, et ainsi $f_{\max} = 2f_0 = 160\text{ kHz}$.

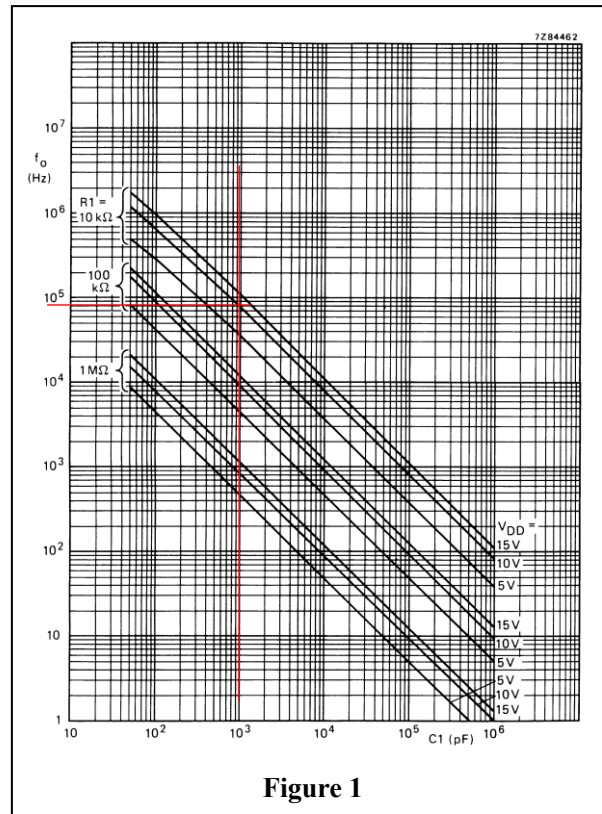


Figure 1

Question 2

On lance la simulation du modèle fourni dans le fichier « *CD4046B VCO.asc* ». Et en changeant la tension d'entrée pour des valeurs de 0 à 10 V par pas de 1 V, on observe des différentes fréquences du signal f_{vco} en sortie du VCO, selon la FFT. Les fréquences (seulement les fondamentales sont considérées) sont présentées dans la **Table 1**. Et le cas où la tension d'entrée est égale à la moitié de V_{DD} ($V1 = 5\text{ V}$) est présenté dans la **Figure 2**.

Table 1

$V1\text{ (V)}$	$f_{vco}\text{ (kHz)}$
0	0
1	2.0

2	21.5
3	40.7
4	60.2
5	79.8
6	100.0
7	119.0
8	138.5
9	158.1
10	160.1

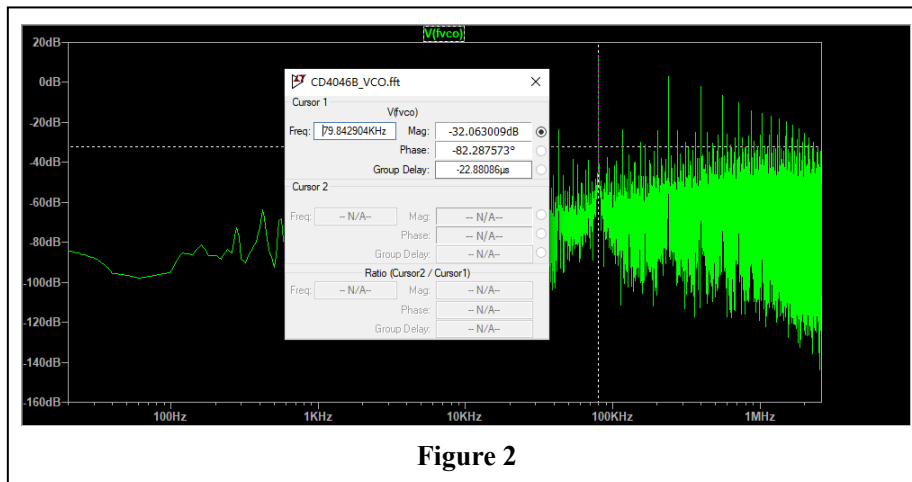


Figure 2

Dans la table, on peut observer qu’à partir de $V_1 = 2$ V, la fréquence de sortie change linéairement selon la tension d’entrée (20 kHz/V). Et à partir de $V_1 = 8$ V, il y a une non-linéarité qui conduira la saturation.

Dans la figure, on peut voir que le résultat correspond bien au cas de la Question 1, où la fréquence centrale $f_0 = 80$ kHz, dont la valeur est obtenue lorsque $VCO_{IN}(V_1) = \frac{1}{2} V_{DD} = 5$ V.

2 Mesure des plages de capture et de verrouillage

Question 3 et Question 4

Les données sont sauvegardées dans les fichiers .txt.

Question 5

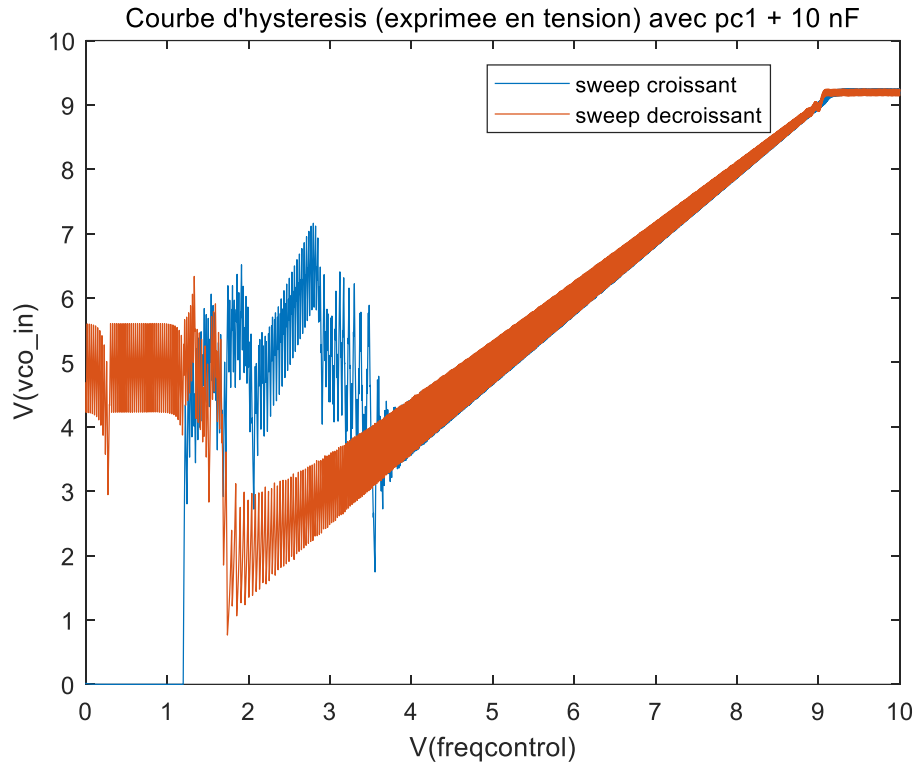
J’utilise ici le logiciel MATLAB pour traiter les données enregistrées précédemment. Les sorties graphiques sont montrées dans les **Figure 5.1** et **Figure 5.2**. À l’aide des résultats obtenus dans la question 2, on peut déduire pour chacun des cas les plages de capture et de verrouillage :

Cas comparateur 1 et $C_2 = 10$ nF : plage de capture est 60 kHz ~ 158 kHz, plage de verrouillage est 18 kHz ~ 160 kHz.

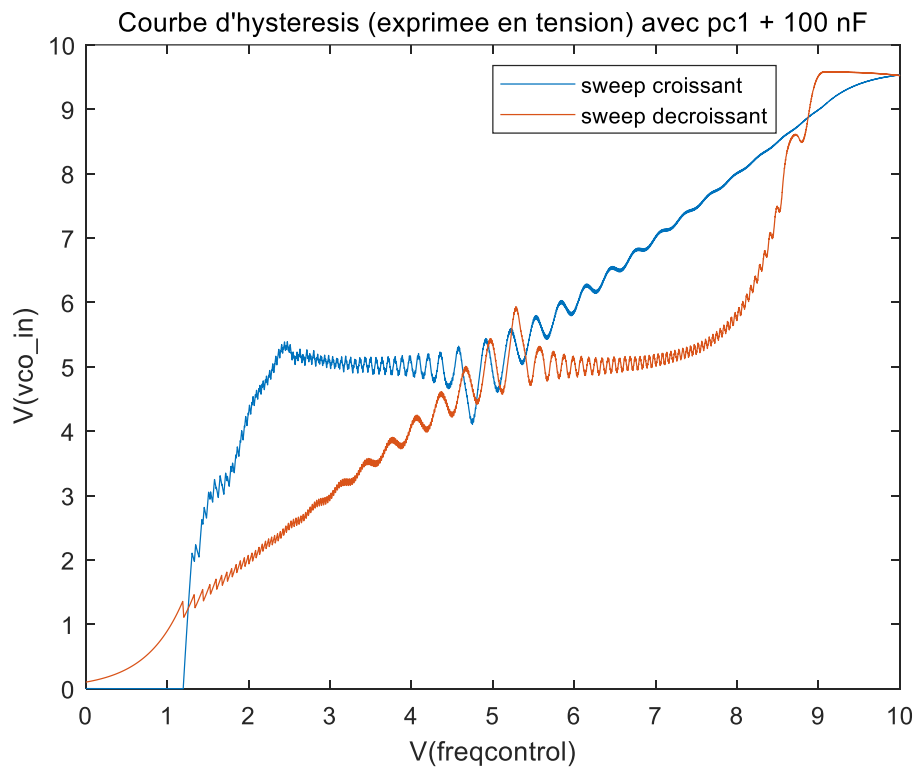
Cas comparateur 1 et $C_2 = 100$ nF : plage de capture est 70 kHz ~ 90 kHz, plage de verrouillage est 5 kHz ~ 158 kHz.

Cas comparateur 2 et $C_2 = 10$ nF : plage de capture est 30 kHz ~ 150 kHz, plage de verrouillage est 25 kHz ~ 158 kHz.

Cas comparateur 2 et $C_2 = 100$ nF : plage de capture est 30 kHz ~ 138 kHz, plage de verrouillage est 2 kHz ~ 158 kHz.

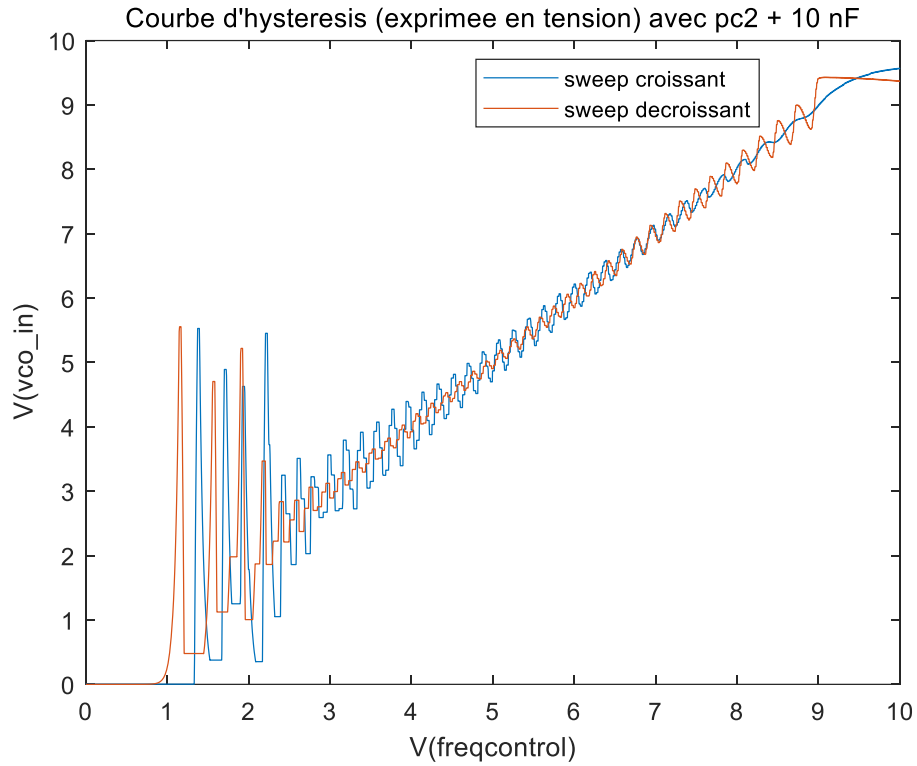


(a) avec le comparateur 1 et $C_2 = 10$ nF

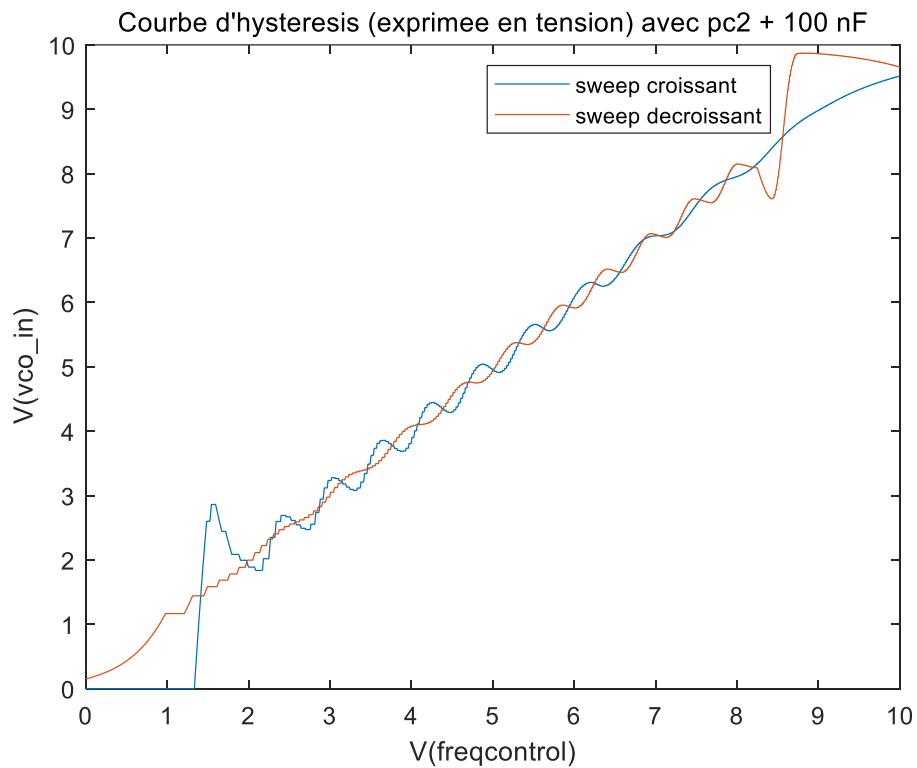


(b) avec le comparateur 1 et $C_2 = 100$ nF

Figure 5.1



(a) avec le comparateur 2 et $C_2 = 10$ nF



(b) avec le comparateur 2 et $C_2 = 100$ nF

Figure 5.2

3 Réponse de la PLL à un échelon

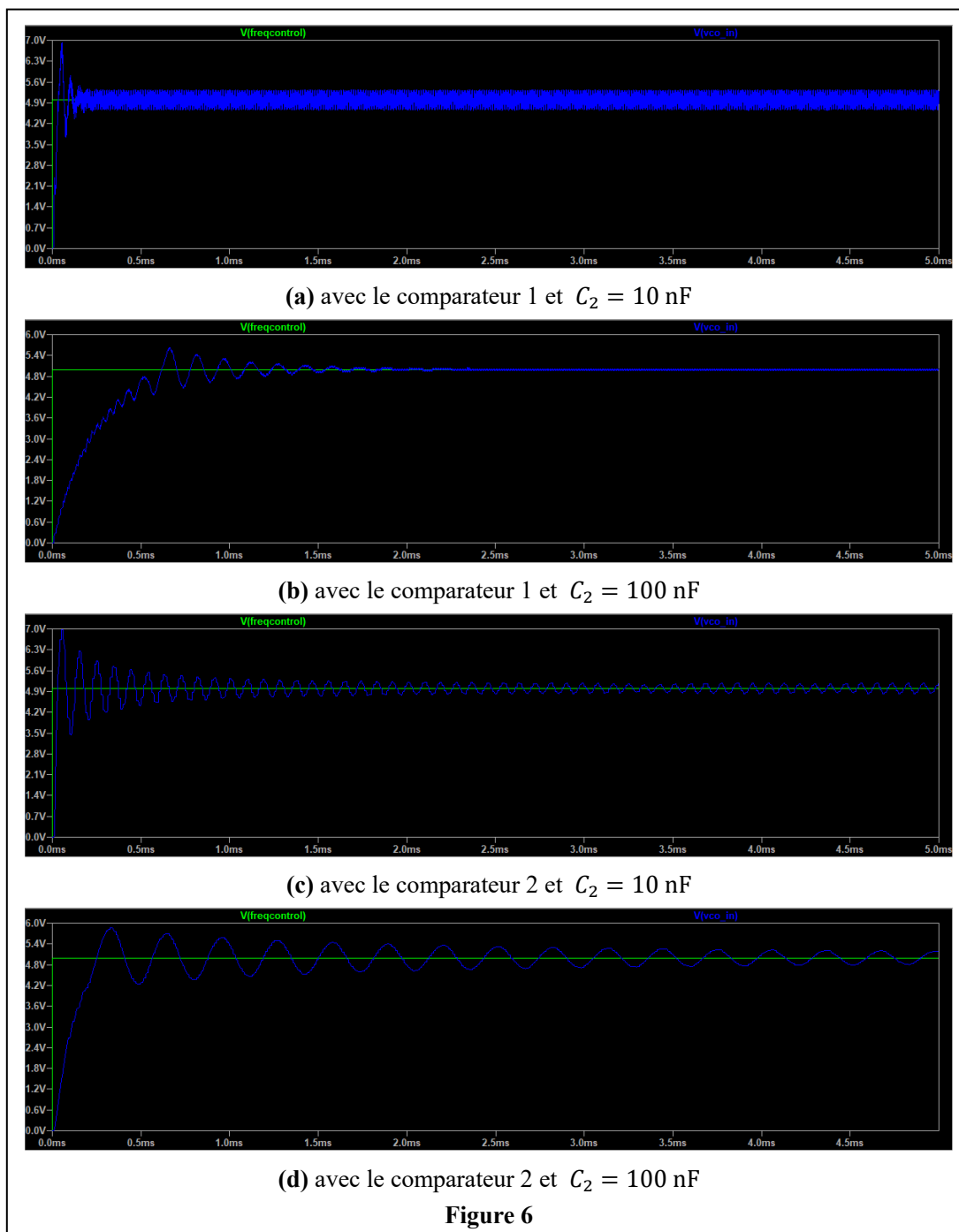
Question 1

Les résultats de la simulation sont affichés dans la **Figure 6**.

Question 2

On mesure, pour chacun des 4 cas, le temps nécessaire pour atteindre 90% de la valeur de $V(\text{freqcontrol})$, soit $5\text{ V} \times 0.9 = 4.5\text{ V}$.

Les mesures sont montrées dans la **Figure 7**, et les résultats sont mis dans la **Table 2**.



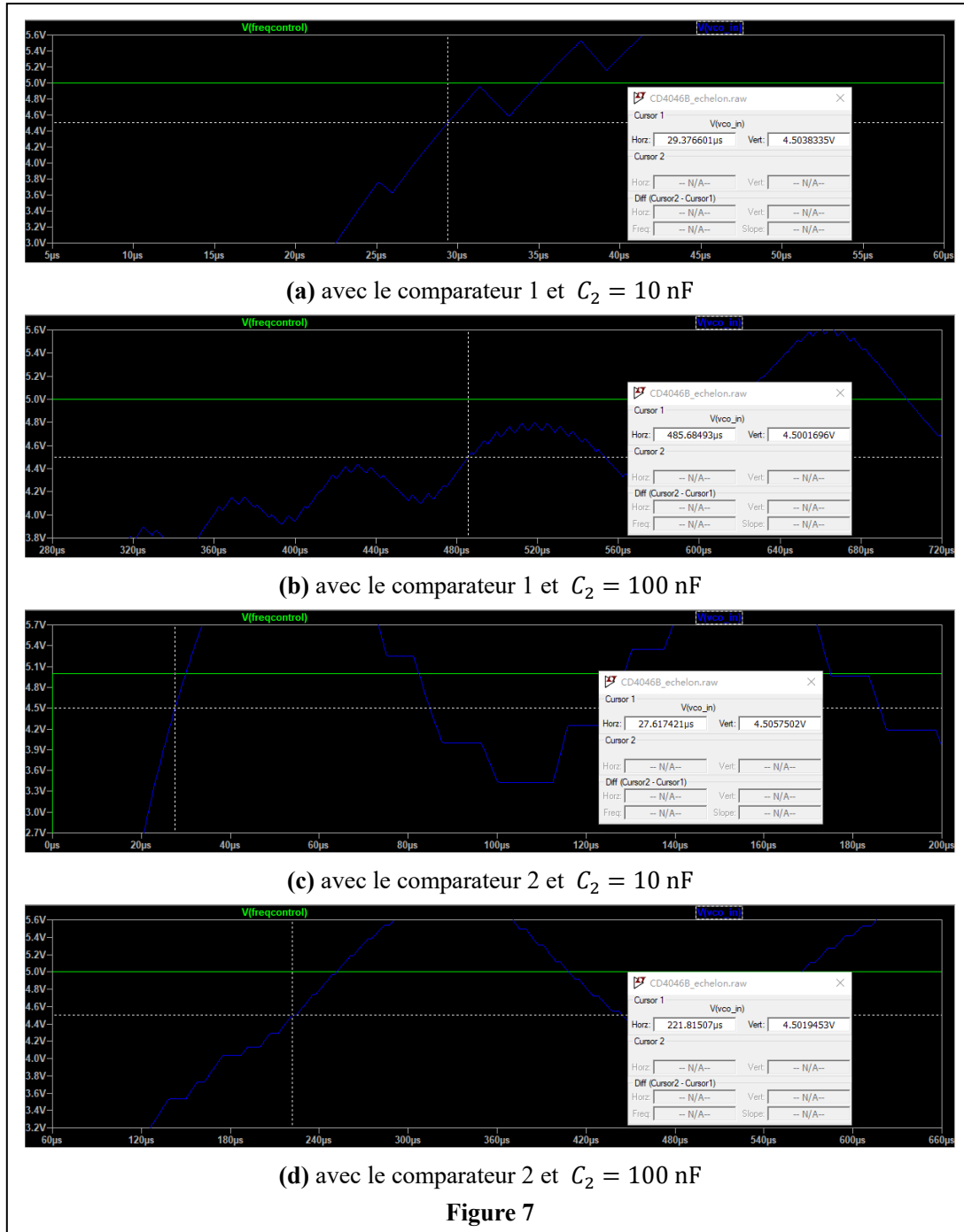


Table 2

Choix des paramètres	Temps de réponse à 90%
Comparateur 1 et $C_2 = 10 \text{ nF}$	29.4 μs
Comparateur 1 et $C_2 = 100 \text{ nF}$	485.7 μs
Comparateur 2 et $C_2 = 10 \text{ nF}$	27.6 μs
Comparateur 2 et $C_2 = 100 \text{ nF}$	221.8 μs

Question 3

On distingue deux temps caractéristiques des filtres selon les valeurs choisies pour la capacité C_2 .

Cas $C_2 = 10 \text{ nF}$: $\tau_1 = R_3 C_2 = 1800 \Omega \times 10 \text{ nF} = 18 \mu\text{s}$.

Cas $C_2 = 100 \text{ nF}$: $\tau_2 = R_3 C_2 = 1800 \Omega \times 10 \text{ nF} = 180 \mu\text{s}$.

Selon les mesures dans la **Table 2**, on constate que les temps de réponse à 90% sont de même ordre de grandeur que les temps caractéristiques calculés, en remarquant que 3τ correspond approximativement au temps de réponse à 95%. On voit aussi que l'utilisation du comparateur 2 au lieu de 1 peut réduire le temps de réponse, et la réduction est d'autant plus forte que C_2 augmente.