

## Rapport TP HAE703E

### PLL-Boucle à verrouillage de phase

<b>1) Etude du VCO.....</b>	<b>2</b>
1) Q1.....	2
2) Q2.....	2
<b>2) Plage de verrouillage.....</b>	<b>3</b>
1) Q3.....	3
2) Q4.....	3
3) Q5.....	3
4) Q6.....	4
5) Q7.....	4
<b>3) Plage de capture.....</b>	<b>4</b>
1) Q8.....	4
2) Q9.....	4
3) Q10.....	5
4) Q11.....	6
5) Q12.....	7
<b>4) Modèle linéaire de la boucle verrouillée.....</b>	<b>8</b>
1) Q13.....	8
2) Q14.....	8
3) Q15.....	8

## 1) Etude du VCO

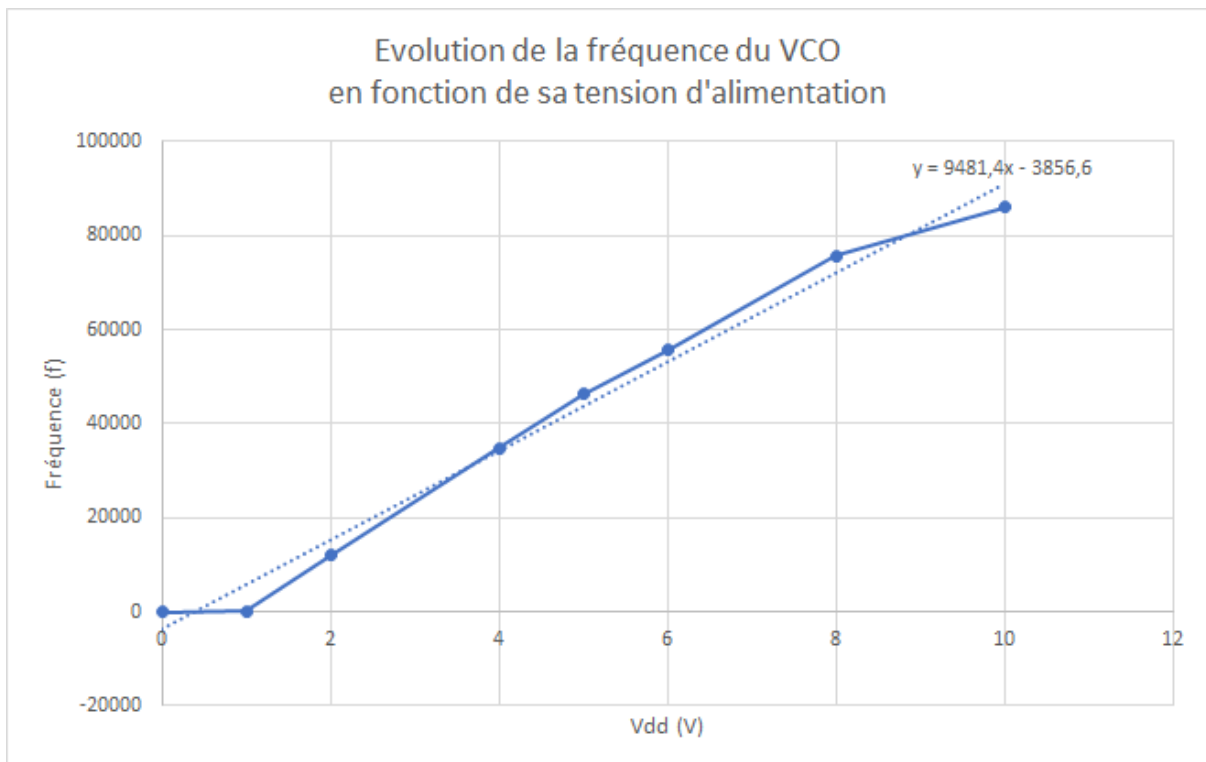
### 1) Q1

On a :  $R_1 = 23k\Omega$  ;  $C_1 = 10nF$  ;  $f_0 = 45kHz$

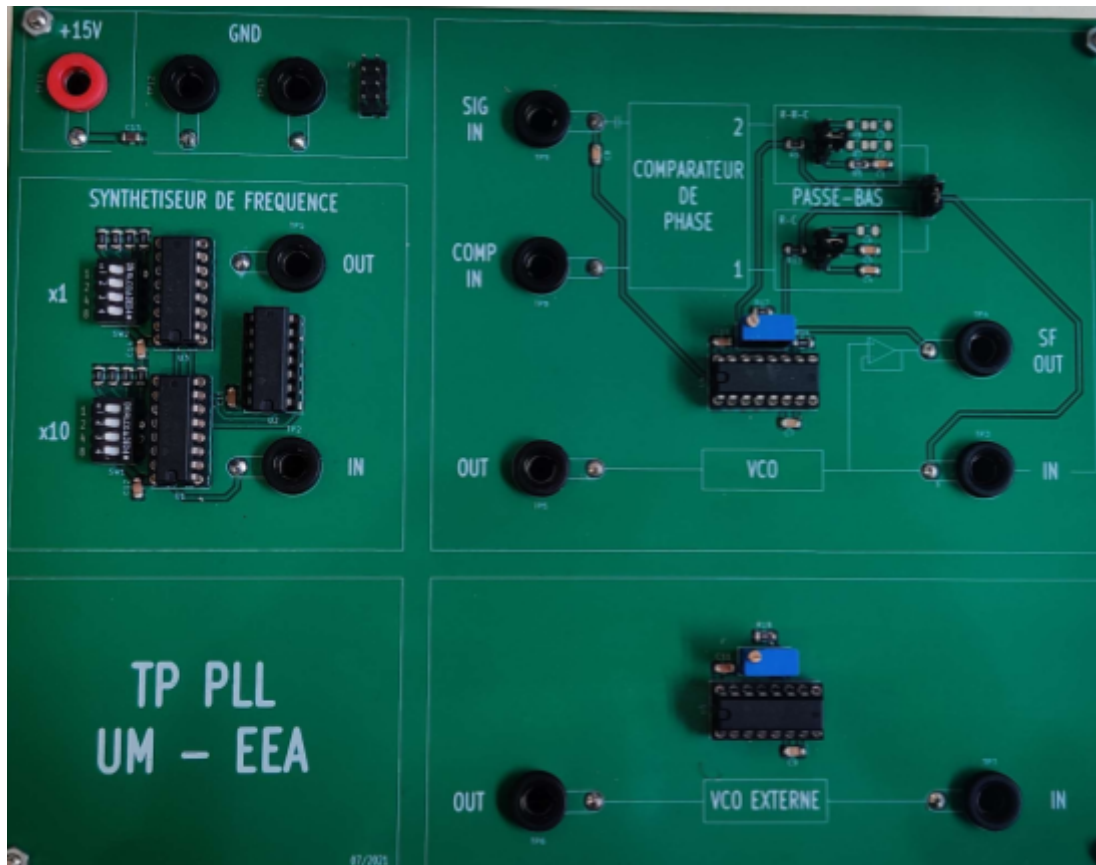
$f_s = f_0 + K \times V_{CC}$  et on a  $f_0 = f_s$  pour  $\frac{V_{DD}}{2}$  donc :

$$K = \frac{f_0}{V_{DD}/2} = \frac{45e^3}{5} = 9 \text{ kHz/V.}$$

### 2) Q2



Caractéristique réelle :  $f = 9481.4x - 3856.6$ .



## 2) Plage de verrouillage

### 1) Q3

La tension d'entrée du VCO est 5V. On retrouve cette tension pour un déphasage égal à  $90^\circ$ .

### 2) Q4

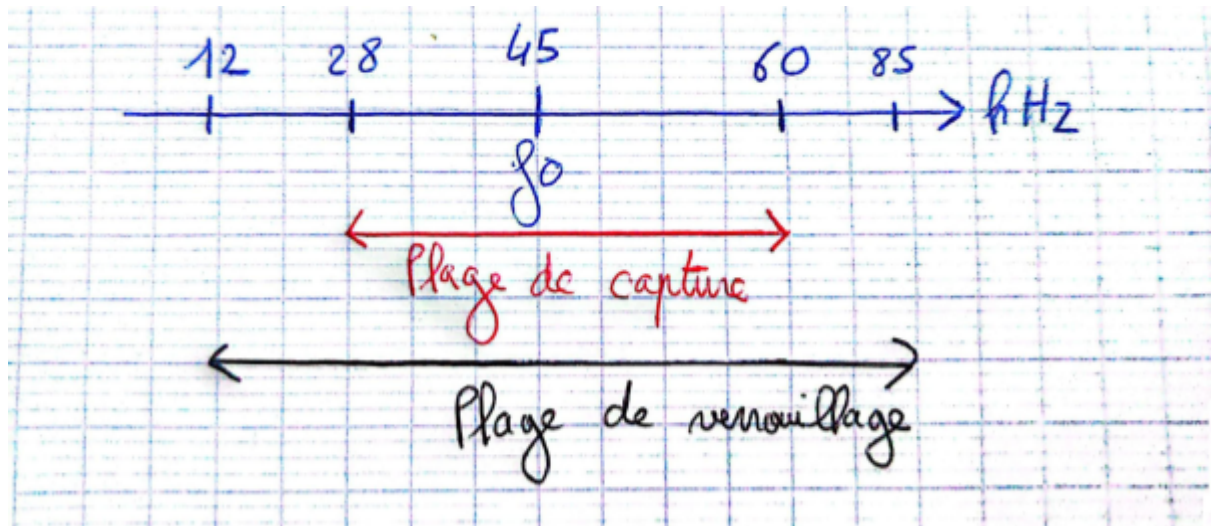
On peut observer un déphasage de  $-90^\circ$ .

### 3) Q5

Fréquence du signal de sortie:  $f=45\text{kHz}$ .

Le déphasage du signal de sortie par rapport au signal d'entrée est de  $-90^\circ$  (pour  $f_0$  centrale)

Fréquence (kHz)	Phase(en degrés)
45	$-90^\circ$
50	$-100^\circ$
60	$-118,5^\circ$
70	$-137,2^\circ$
80	$-156^\circ$



#### 4) Q6

La PLL n'est plus verrouillée pour une fréquence supérieure à 85 kHz et inférieure à 12 kHz (décrochage).

$$2F_L = 85 - 12 = 73 \text{ kHz.}$$

#### 5) Q7

Théoriquement, la fréquence de verrouillage théorique se détermine à l'aide du VCO : on prend la fréquence pour  $V_{DD}$  max et min.

$$2F_L = V_{DD \text{ max}} - V_{DD \text{ min}} = 83 - 0 = 83 \text{ kHz.}$$

Pour la plage de verrouillage ( $2F_L$ ), on a une différence de fréquence entre la théorie et la pratique de 10 kHz.

### 3) Plage de capture

#### 1) Q8

Pour la plage de capture, en diminuant progressivement nous observons un verrouillage pour  $f=60\text{kHz}$ .

#### 2) Q9

Théorie :

$$2f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi f_L}{R_3 C_2}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\pi \times 73e^3}{10e^3 \times 4.7e^{-9}}} = 22.2 \text{ kHz}$$

Pratique :

$$2f_c = 60 - 28 = 32 \text{ kHz}$$

Encore une fois, on relève une différence de 10 kHz entre la fréquence de capture théorique et pratique.

### 3) Q10

#### Réglages:

**Frequency=4kHz ; Amplitude=10Vpp ; Offset=5Vcc**

DSO-X 2004A, MY58102654: Wed Oct 25 11:24:28 2023

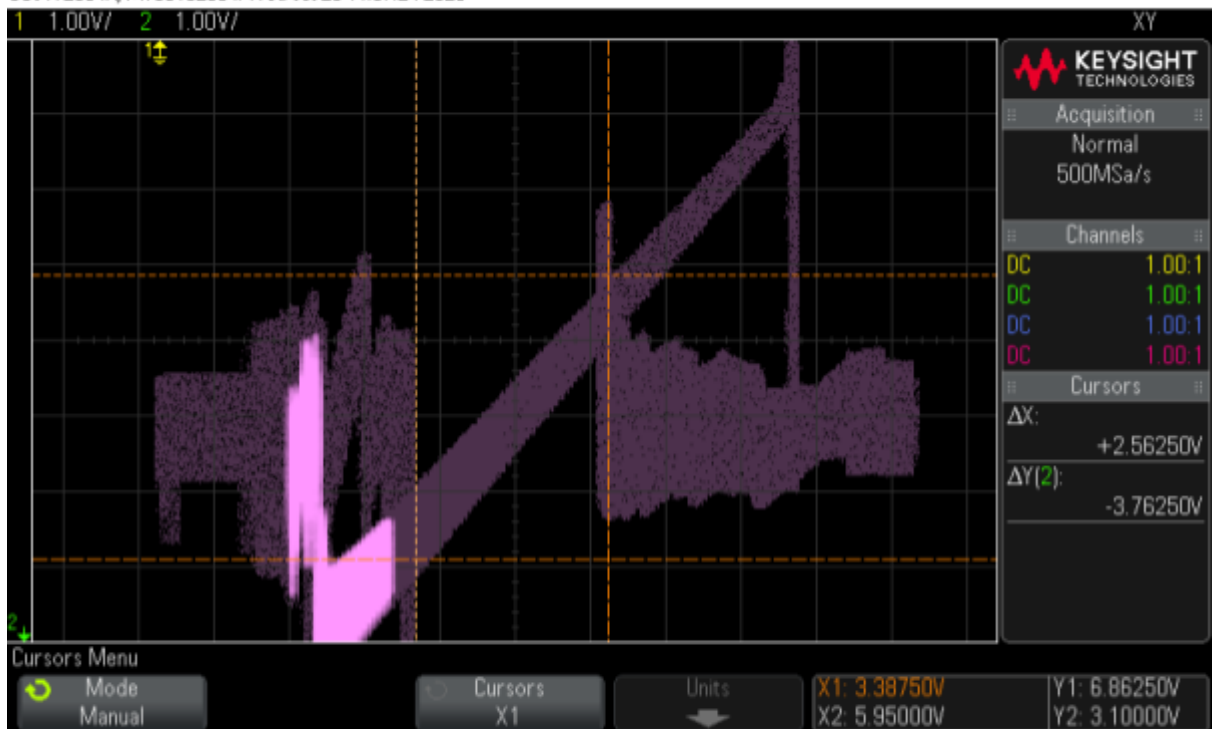


Le signal jaune est utilisé pour générer un signal qui varie en fréquence à l'aide d'un VCO. Cette allure de courbe permet de générer un signal en sortie de VCO qui va varier en fréquence car son Vcc oscille en tension de 0 à 10V.

Le signal vert, quant à lui, représente la sortie de la PLL : on peut clairement voir les captures et décrochages de la PLL.

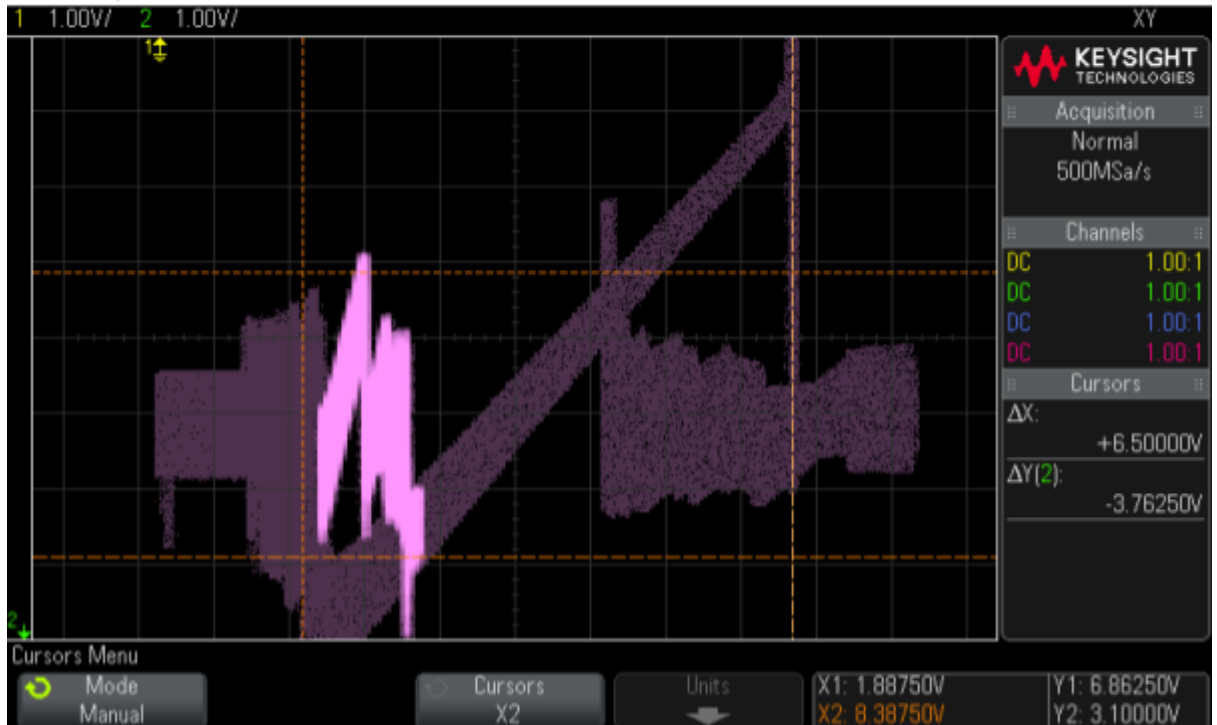
#### 4) Q11

DSO-X 2004A, MY58102654: Wed Oct 25 11:37:24 2023



Plage de capture

DSO-X 2004A, MY58102654: Wed Oct 25 11:37:49 2023



Plage de verrouillage

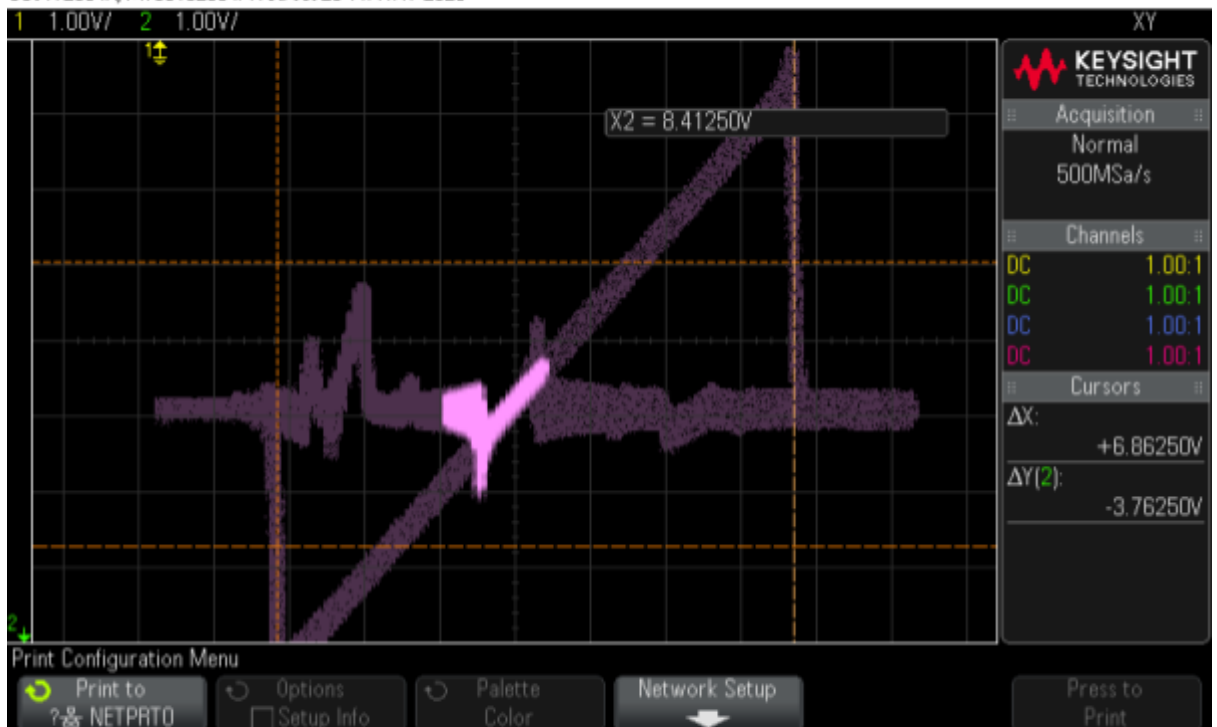
## 5) Q12

DSO-X 2004A, MY58102654: Wed Oct 25 11:45:06 2023



**Plage de capture (0,74V)**

DSO-X 2004A, MY58102654: Wed Oct 25 11:41:17 2023



**Plage de verrouillage (6,9V)**

**En pratique:**

Coefficient directeur de la droite=9481

Plage de capture=9481\*0,737=**7 kHz**

Plage de verrouillage=9481\*6,9=**65,419 kHz**

**Comparaison avec les valeurs théoriques (constructeur):**

$$2f_C = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi f_L}{R_3 C_3}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\pi \times 83e^3}{10e^3 \times 47e^{-9}}} = 7,5 \text{ kHz}$$

$$2f_L = 2F_L = V_{DD \max} - V_{DD \min} = 83 - 0 = 83 \text{ kHz}.$$

On relève une différence d'environ 13 kHz entre la plage de verrouillage (2fL) théorique et pratique.