Transmission du signal - TD1 Les oscillateurs

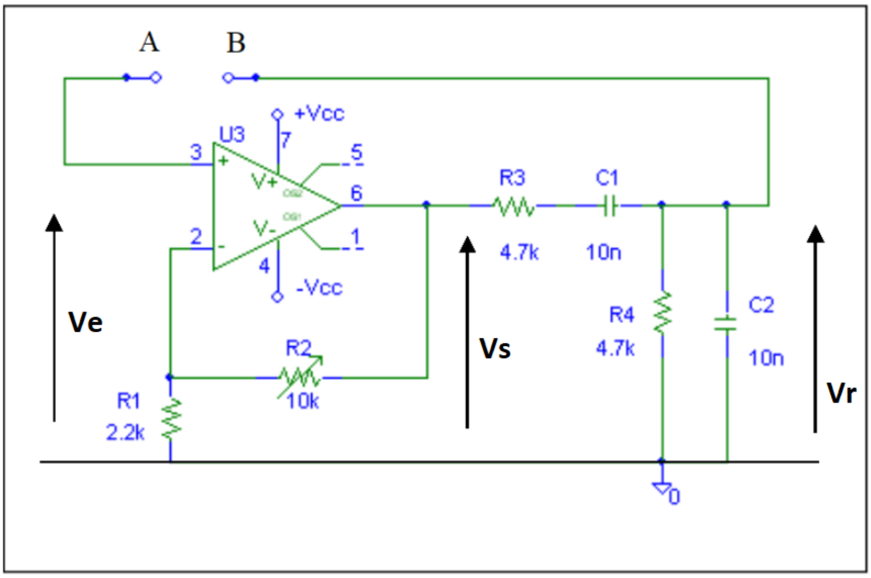
Rémi Maubanc et Aurelien Ledent

1 Octobre 2020

1 Oscillateurs sinoisoïdaux

1.1 Mesures sur l'oscillateur de Wien

Etude de l'oscillateur suivant : $V_{cc} = +15V \quad -V_{cc} = -15V$



Placer sur le schéma, les tensions $V_e(t), V_r(t) et V_s(t)$.

- $V_e(t)$: Entrée de l'amplificateur.
- $V_s(t)$: Sortie de l'amplificateur, entrée du filtre.
- $V_r(t)$: Sortie du filtre.

Détermination expérimentale des conditions de Barkhausen : $A(f_0)B(f_0) = 1$ Rappeler les deux équations scalaires équivalentes à l'équation complexe.

- $|A * B(f_0)| \geq 1$
- $\varphi_{AB}(f_0) = 0$

Ouvrir la boucle de retour AB. Imposer en A un signal sinusoïdal $v_e(t) = Vesin(\omega t)$ (s'assurer que l'amplificateur n'est pas saturé). Faire varier la fréquence de $v_e(t)$ jusqu'à ce que les tensions $v_e(t)$ et $v_r(t)$ soient en phase. Quelle relation scalaire de Barkhausen vient-on de réaliser ?
On vient de réaliser la 2^{eme} **équation** $\varphi_{AB}(f_0) = 0$
Noter cette fréquence : f_0.
On a obtenu $f_0 = 3.6kHz$
Faire varier R_2 pour obtenir $v_r(t)v_e(t)$. Quelle relation scalaire de Barkhausen vient-on de réaliser ?
On vient de réaliser la 1^{ere} **équation** $|A * B(f_0)| \geq 1$
Noter la valeur de R2, mesurer l'amplification et le déphasage de l'amplificateur quand la condition précédente est réalisée : $11,311k\Omega$
Amplificateur opérationnel : $133V$ **et** $\varphi = 2.5°$

1.2 Vérification des conditions de Barkhausen en boucle fermée

Retirer le G.B.F et faire la liaison AB (boucle fermée), observer $v_s(t)etv_r(t)$, noter la fréquence d'oscillation de $v_s(t)$ et de $v_r(t)$.
Tension : $V_s(t) = 3.5kHz$; $V_r(t) = 3.5kHz$
Rappeler l'expression littérale de l'amplification de l'amplificateur. Quelle est la conséquence d'une diminution de R_2 sur l'amplification de l'amplificateur ? Diminuer R_2 fait chuter la valeur du module. Diminuer doucement R_2 pour que le système cesse d'osciller. Justifier d'après les conditions de Barkhausen.
Le module de $|A * B(f_0)|$ **passe sous la valeur de 1. Les oscillations tendent vers 0.**

1.3 Naissance des oscillations

Ajuster R2 pour que le système n'oscille pas.

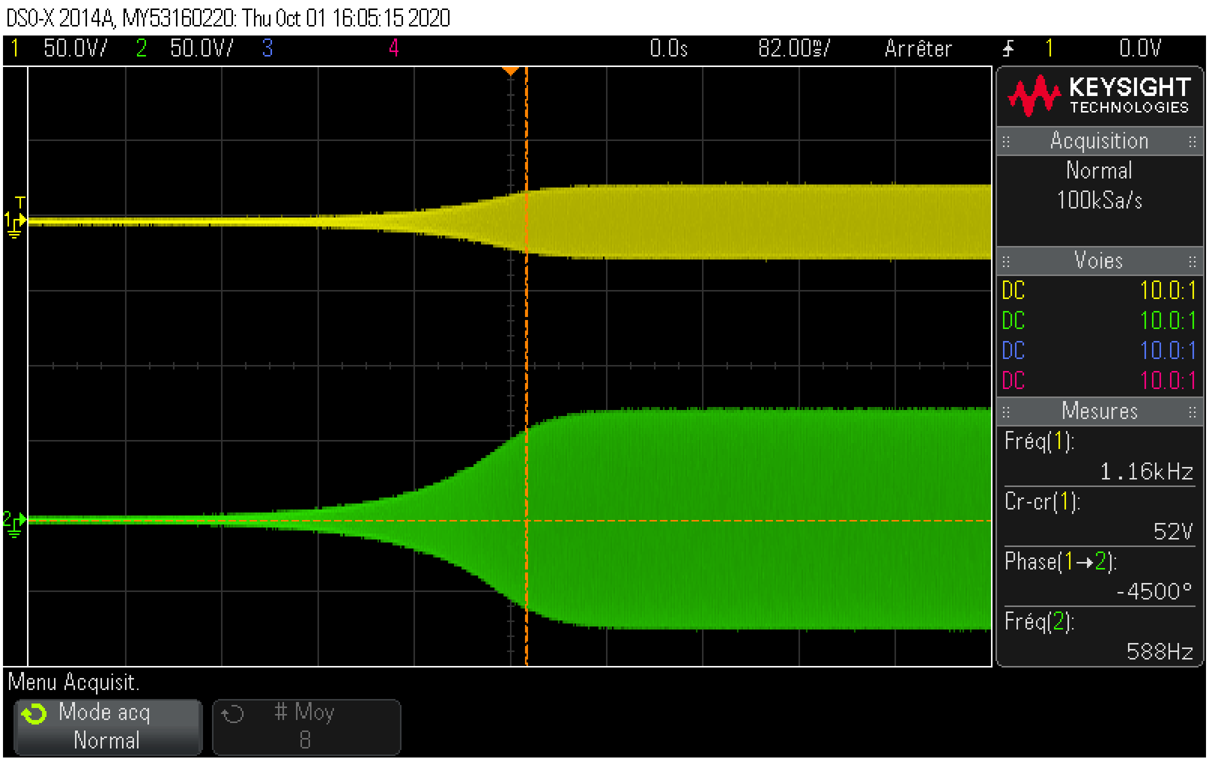
Mettre l'oscilloscope en mode "single".

Ajuster le niveau de synchronisation à une valeur légèrement positive.

Augmenter R_2 pour que la base de temps démarre.

Rectifier la sensibilité de la base de temps si nécessaire et recommencer la synchronisation pour optimiser la croissance des oscillations.

Reproduire l'oscillogramme obtenu.



Justifications théoriques des résultats expérimentaux.

On remarque une augmentation des valeurs de manière exponentielle jusqu'à saturation de l'amplificateur Opérationnel.

Rappeler l'expression littérale de l'amplification de l'amplificateur. Calculer la valeur de l'amplification de l'amplificateur avec le R_2 mesurée en I 2 b. Comparer à la mesure.

Mesuré à $75V$**.**

En déduire le déphasage entre ve(t) et vs(t) ? Quel doit être le déphasage imposé par le filtre pour réaliser un oscillateur avec cet amplificateur ?

Calculer la transmittance du filtre $F = V_r/V_s$ et montrer qu'elle se met sous la forme

$$F = \frac{F_0}{1 + Q\left(\frac{j\omega}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{j\omega}\right)} \quad \textit{On posera } R_4 = R_3 = R \textit{ et } C_1 = C_2 = C$$

$$\frac{1}{Z_{eq}} = jC\omega + \frac{1}{R}$$

$$Z = R\frac{1}{jC\omega}$$

$$V_R(t) = \frac{Z_{eq}}{Z + Z_{eq}}V_s(t) = \frac{1}{1 + \frac{Z}{Z_{eq}}}V_s(t)$$

$$\frac{V_r(t)}{V_s(t)} = \frac{1}{1 + (R + \frac{1}{jC\omega})(jC\omega + \frac{1}{R})} = \frac{1}{1 + jRC\omega + 1 + 1 + \frac{1}{jRC\omega}}$$

$$\frac{V_r(t)}{V_s(t)} = \frac{1}{3 + jRC\omega + \frac{1}{jRC\omega}} = \frac{\frac{1}{3}}{1 + \frac{1}{3} + \left(jRC\omega + \frac{1}{jRC\omega}\right)}$$

On pose $F_0 = \frac{1}{3};\ Q = \frac{1}{3};\ \omega_0 = \frac{1}{RC}$

$$\Longrightarrow \frac{V_r(t)}{V_s(t)} = \frac{F_0}{1 + Q\left(j\frac{\omega}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{j\omega}\right)}$$

Donner les expressions de F_0, ω_0, Q et f_0 puis calculer la valeur numérique de f_0.

On a : $F_0 = 1/3$**,** $\omega_0 = 1/RC$**,** $Q = 1/3$**,** $f_0 = \omega_0/2\pi$

On a calculé $f_0 = 3.4kHz$

Calculer $F(\omega_0)$, son module, son argument. D'après la question II 2, justifier alors que f_0 est la fréquence d'oscillation. Comparer sa valeur à la valeur mesurée.

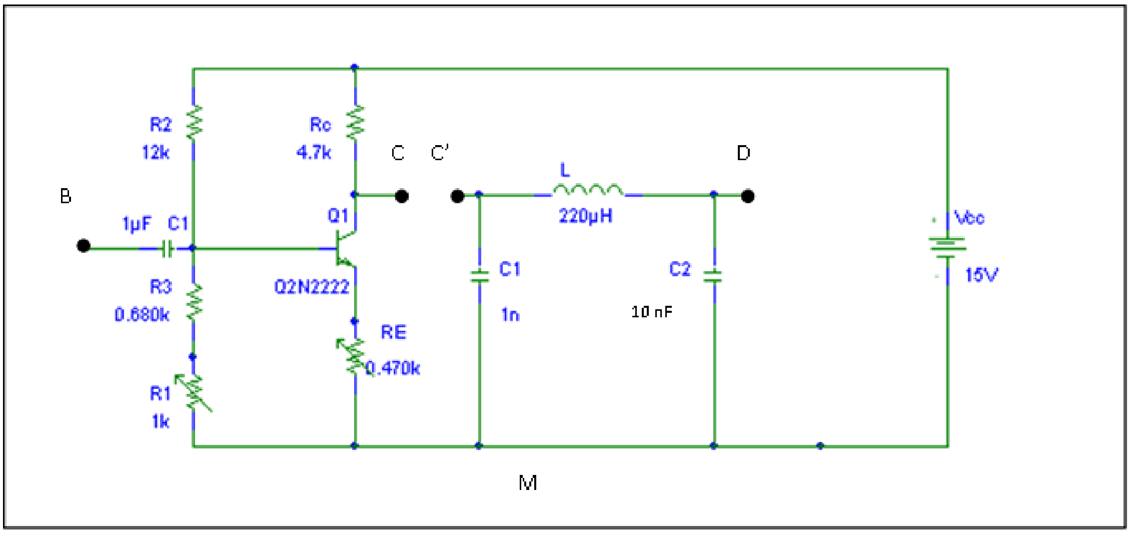
$F(\omega_0) = F_0 = 1/3$, $|F(\omega_0)| = 1/3$, $arg(F(\omega_0)) = 0$

D'après la question précédente, justifier alors la valeur de l'amplification trouvée précédemment pour que le système oscille. On veut compenser l'amplitude à la sortie du filtre.

Pourquoi dans l'étude en boucle ouverte n'a-t-on pas rajouté la résistance d'entrée de l'amplificateur ?

On n'a pas rajouté la résistance d'entrée de l'amplificateur non-inverseur car sa résistance d'entrée est infinie (par définition il n'y a pas de courant dans les broches + et -).

2 Etude expérimentale de l'oscillateur Colpitts



Boucler le système. (Faire les liaisons C C' et D B)

Placer R_1 et R_E en position intermédiaire.

Ajuster RE pour que le système oscille.

Ajuster R1 pour que la valeur moyenne de collecteur VCM(t) soit environ de 7.5V.

Ajuster à nouveau R_1 et R_E pour que la tension $V_{CM}(t)$ soit sinusoïdale et de valeur moyenne environ 7.5V

Mesurer alors la fréquence du signal : $f_0 = 350kHz$

2.1 Etude en boucle ouverte

Mesure de la résistance d'entrée de l'amplificateur à la fréquence de travail de l'oscillateur.

Dessiner le schéma de mesure. Expliquer le mode opératoire.

Effectuer la mesure de la résistance d'entrée. Comparer à l'impédance du condensateur C2.

Conclure pour l'étude en boucle ouverte.

2.2 Condition de Barkhausen

En tenant compte des mesures précédentes, dessiner le montage qui permet de faire l'étude en boucle ouverte.

Faire les mesures en boucle ouverte qui permettent de vérifier que les conditions d'oscillation de Barkhausen étaient réalisées. Expliquer votre méthode.