

TP détection synchrone

I. Mode d'emploi pour réaliser un spectre avec l'oscilloscope

Pour réaliser le spectre d'une tension qui s'affiche à l'oscilloscope, **vous devez cliquer sur FFT**. Dans le menu qui s'affiche alors vous devez choisir:

- la tension (voie 1 ou 2) dont vous voulez faire le spectre
- la méthode de calcul de l'oscillo pour accéder aux amplitudes des pics (je vous propose d'utiliser fenêtre Hanning qui permet d'obtenir de bons résultats)
- l'unité de tension verticale (l'oscillo propose des tensions efficaces en volt ou en décibel, il est plus commode de travailler en Volt, pour cela il faut choisir VRMS)
- la plage de fréquence et le centre (réfléchissez aux valeurs que vous devez choisir par rapport au spectre attendu pour le signal étudié). Exemple: pour une plage de 100 kHz et un centre de 70 kHz , les fréquences en abscisse sur l'écran varient entre $70 - \frac{100}{2} = 20\text{ kHz}$ et $70 + \frac{100}{2} = 120\text{ kHz}$.

Quand le spectre voulu s'affiche, vous pouvez faire des mesures d'abscisses et d'ordonnées des pics en utilisant les curseurs.

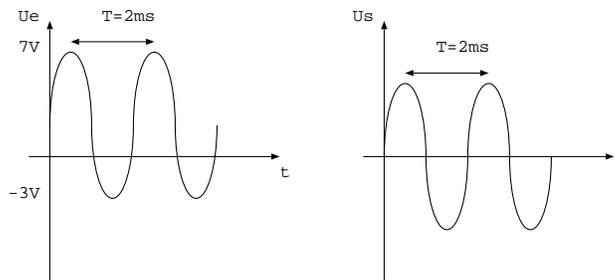
II. Filtrage

Matériel : résistance variable (boîte à décades), condensateur, bobine, un GBF et l'oscilloscope.

Données : les filtres RC série ont pour fréquence de coupure théorique $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ et le filtre passe bande obtenue avec un RLC série a pour fréquence de résonance $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, sa bande passante est d'autant plus étroite que la résistance est grande.

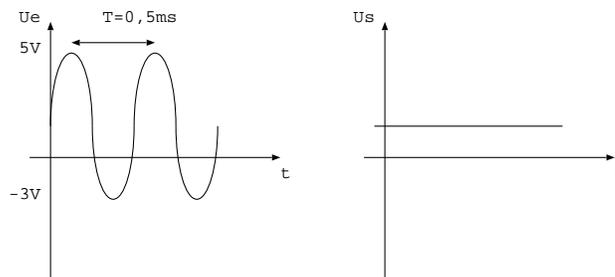
Travail à réaliser : Dans les trois cas suivants, on donne la tension d'entrée $U_e(t)$ et la tension de sortie $U_s(t)$ d'un filtre. Observer sur l'oscilloscope les spectres de U_e et U_s et vérifier la cohérence avec la théorie. En déduire la nature du filtre qui permet de passer de U_e à U_s . Réaliser le filtre adapté et vérifier expérimentalement que la tension de sortie est bien celle attendue.

Filtre 1: condensateur de capacité $C = 1\ \mu F$

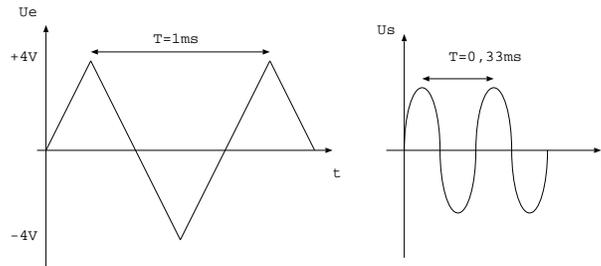


Aide : Représenter les spectres des signaux d'entrée et de sortie du filtre. Quelles sont les fréquences que le filtre a laissé passer et celles qui ont été coupées? En déduire la nature du filtre. Comment faut-il choisir la fréquence de coupure pour réaliser ce filtrage? Prévoir l'intervalle théorique des valeurs de R qui conviennent.

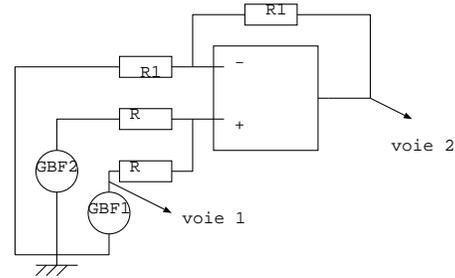
Filtre 2: condensateur de capacité $C = 1\ \mu F$



Filtre 3:



Filtre 4: alimenter le montage avec le GBF 1 qui délivre une tension sinusoïdale (fréquence $f_1 = 300 \text{ Hz}$ et amplitude 4 V) et le GBF 2 qui délivre une tension sinusoïdale (fréquence $f_2 = 3 \text{ kHz}$, amplitude 2 V). Commenter la forme du signal de sortie et la forme de son spectre. Ajoutez en sortie de ce montage un filtre qui permet de ne conserver que la composante à haute fréquence (soit qui supprime la composante à basse fréquence). Vérifier la qualité du filtrage en observant la tension de sortie du filtre ainsi que le spectre de cette tension.

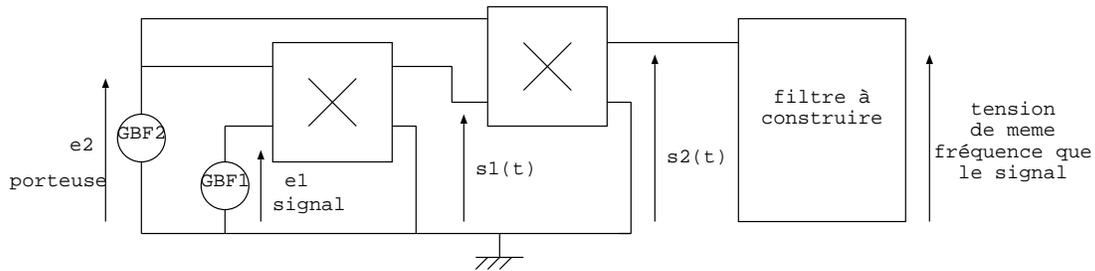


Données $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$.

Données: $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$.

III. Application à la détection synchrone

Soit un signal basse fréquence $e_1(t) = E_0 + E_{1m} \cos(2\pi f_1 t)$ (par exemple la voix) que l'on cherche à transporter en le modulant avec un signal haute fréquence $e_2(t) = E_{2m} \cos(2\pi f_2 t + \phi)$ qui se propage avec moins d'atténuation. Le signal haute fréquence s'appelle la porteuse. La modulation d'amplitude consiste à réaliser le produit de ces deux signaux à l'aide d'un multiplieur selon le montage suivant. La démodulation consiste à multiplier le signal modulé $s_1(t)$ par la porteuse $e_2(t)$ et à filtrer la tension obtenue pour retrouver le signal basse fréquence. Le montage correspondant à cette méthode appelée détection synchrone est le suivant:



Réaliser ce montage avec $E_0 = 4 \text{ V}$, $E_{1m} = 3 \text{ V}$, $f_1 = 500 \text{ Hz}$, $E_{2m} = 4 \text{ V}$ et $f_2 = 5 \text{ kHz}$. **Le multiplieur doit être posé au centre de quatre carrés et alimenté en $\pm 15 \text{ V}$ pour fonctionner.**

Observer à l'oscilloscope les tensions $e_1(t)$ (signal) et $s_1(t)$ (signal modulé).

Observer le spectre du signal modulé ($s_1(t)$). Observer l'influence:

- du nombre de périodes de $s_1(t)$
- de la suppression de l'offset du signal (faire $E_0 = 0 \text{ V}$)
- d'une augmentation de f_1 , fréquence du signal à moduler
- d'une augmentation de f_2 , fréquence de la porteuse

Justifier ces observations par un calcul théorique. Pour cela on rappelle que $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a + b) + \cos(a - b))$.

Observer le spectre de $s_2(t)$ et vérifier la cohérence avec la théorie.

Compléter le montage avec le filtre adapté pour que la tension de sortie du filtre soit de la même fréquence que le signal $e_1(t)$.