

B4 : Démodulation d'amplitude avec porteuse

A. Préamplificateur

Réaliser le signal modulé $s_{RM}(t)$ défini de la manière suivante : le signal modulé $s_{RM}(t)$ est modulé autour d'une fréquence de porteuse égale à 200 kHz ; son indice de modulation est inférieur à 50% ; choisir une valeur de fréquence de la modulante bien inférieure à la fréquence de la porteuse.

Pour cela, on configure la porteuse et la modulante

Valeurs initiales :

Porteuse : Fréquence 200 kHz, Amplitude 3 Vpp

Modulante : Amplitude 1.5 Vpp, Fréquence 2 kHz, offset 1 Vdc

$$m_1 = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}} \Rightarrow m_1 = 95\%, \text{ trop important, on change}$$

On place le câble après le condensateur.

Nouvelles valeurs :

Porteuse : Fréquence 200 kHz, Amplitude 3 Vpp

Modulante : Amplitude 0,6 Vpp, Fréquence 2 kHz, offset 1 Vdc

$$m_1 = 100/245 = \sim 41\% \Rightarrow \text{inférieur à 50\%}$$

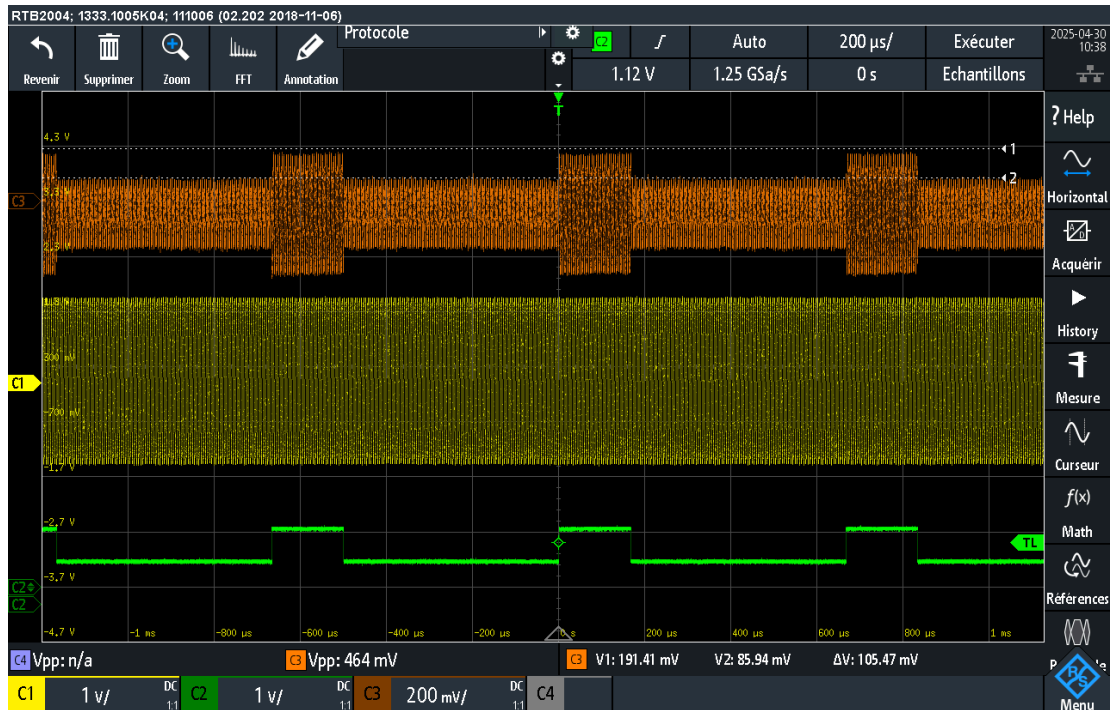


Figure 1: Modulation d'amplitude avec porteuse (signal modulant carré)

Légende :

Jaune = $V_x \Rightarrow p(t)$
 Vert = $V_y \Rightarrow m(t)$
 Orange = $V_s \Rightarrow s(t)$

Le signal modulé étant de faible amplitude par rapport à l'amplitude de la porteuse, il est nécessaire de l'amplifier avant de réaliser la démodulation à proprement parler. On choisit comme montage préamplificateur un montage non inverseur à amplificateur opérationnel TL081 (vérifier la référence du composant sur la maquette). Pour une fréquence de 200kHz, son gain aura une valeur choisie entre 1 et 11.

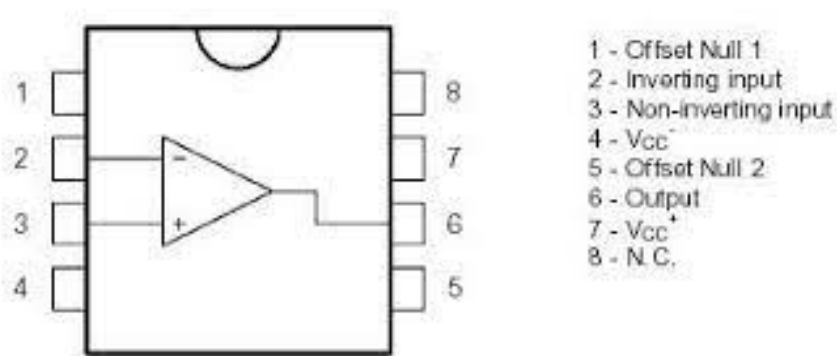
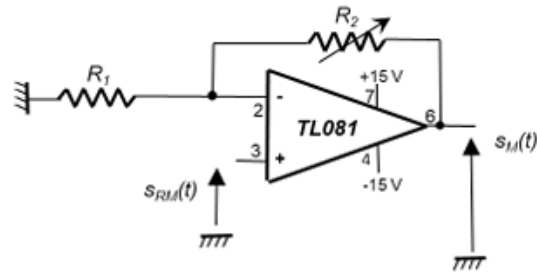


Figure 2: Schéma de câblage de l'amplificateur opérationnel TL081



$$R2=50k\Omega - R1=4.7k\Omega$$

Figure 3 : Schéma électrique du préamplificateur

Réaliser cette amplification. Mesurer le gain obtenu pour une fréquence de 200kHz et comparer au gain théorique. Expliquer l'origine de cette différence.

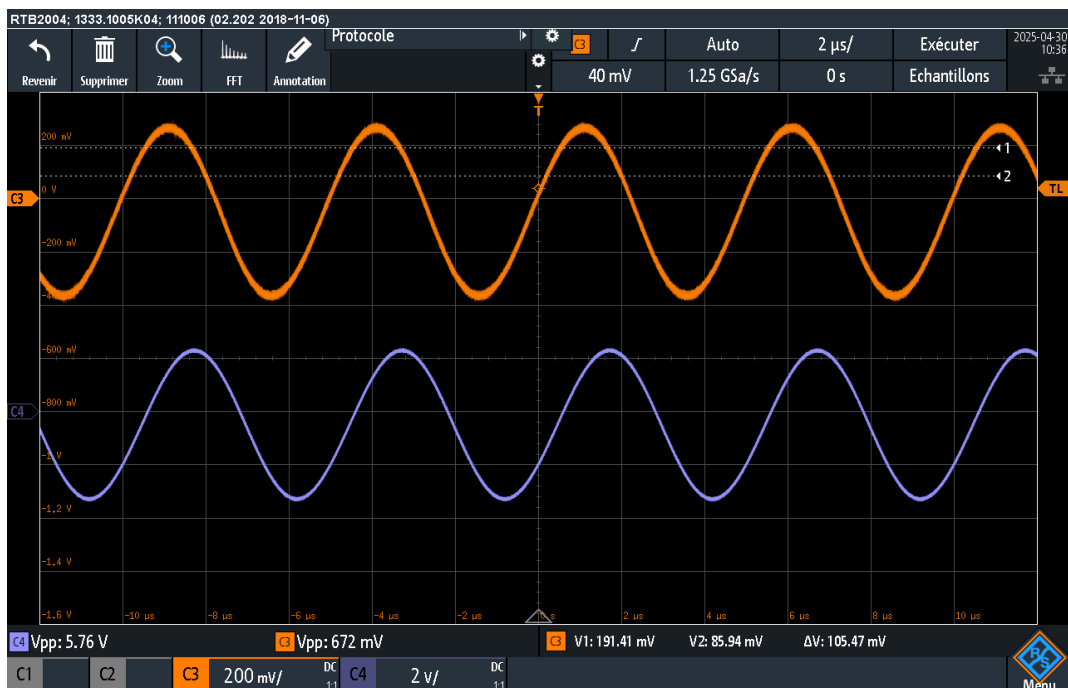


Figure 4 : Signal modulé et signal du préamplificateur

Légende :

Orange = $V_s \Rightarrow s_{RM}(t)$

Bleu = $s_M(t)$

Résistance potentiomètre : 48,5 k Ω

Le gain est de $V_{\text{bleu}}/V_{\text{orange}} = 5.76/0.672 = 8.57$

Gain théorique $\Rightarrow 1 + R_2/R_1 = 1 + 48.5\text{k}/4.7\text{k} = 1 + 10.32 = 11.32$

Cette différence est due à la bande passante de l'amplificateur, qui est limitée dans la réalité, contrairement à celle théorique.

B. Détecteur d'enveloppe

La capacité C1 vaut 22nF et la résistance R1 10k.

Comment choisir les valeurs de R2 et C2 pour supprimer le continu et récupérer correctement les basses fréquences ?

Pour supprimer le continu, il faut prendre une fréquence de coupure égale à la fréquence de la modulante.

$f_m = f_c = 2 \text{ kHz}$

$$R_2 \times C_2 = \frac{1}{2\pi \times f_c} = 7,958 \times 10^{-5} \Omega\text{F} = 79,6 \mu\Omega\text{F}$$

Sur la maquette, on a une rés

Réaliser le démodulateur de la figure P13, sans la résistance R2 ni le condensateur C2. Corriger la valeur de pulsation de la modulante en tenant compte de la constante de temps de la cellule R1C1.

Observer le signal modulé $s_m(t)$, le signal modulant $m(t)$ et le signal démodulé $m_D(t)$. Régler l'ensemble pour réaliser un bon fonctionnement du système pour un signal modulant triangulaire, sinusoïdal et rectangulaire.

Relever et commenter les courbes.



Figure 5 : Enveloppe supérieure suite à une démodulation

Légende :

Vert = $V_y \Rightarrow m(t)$

Orange = Sortie du module dérivateur

Bleu = $S_M(t) \Rightarrow$ Sortie préamplificateur

Mesurer l'indice de modulation mIO sur le signal modulé.

$$m_1 = 717/1772 = \sim 40\%$$

Quel est le principe de fonctionnement de ce détecteur ?

ce détecteur fonctionne ~~comme un filtre passe bas~~, il va filtrer les haute fréquence

Pour une modulante sinusoïdale, pour l'indice de modulation mIO précédemment mesuré, **trouver la fréquence limite de la modulante pour un fonctionnement correct.**

Il est conseillé de visualiser en mode XY l'évolution du signal démodulé $m_D(t)$ en fonction de la modulante $m(t)$.

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow f_c = 723 \text{ Hz}$$

On va donc prendre une fréquence en dessous de cette valeur.

Dans notre cas on prendra $f_m = 300 \text{ Hz}$.

Trouver aussi la fréquence limite pour un signal modulant triangulaire pour ce même indice de modulation mIO.

Vous comparerez ultérieurement aux limites théoriques.

Avec le montage de la figure P13, peut-on démoduler correctement un signal dont l'indice de modulation est supérieur ou égal à 100% ? Justifier la réponse par un relevé pour un indice de modulation supérieur ou égal à 100%.

Quand la diode ne conduit pas, le condensateur se décharge.

Dans le cas d'un signal carré, le passage de la valeur haute à basse est instantané, ne laissant pas le temps au condensateur de se décharger en suivant le tracé, il y a alors un décalage notable.

Cette méthode n'est donc pas adaptée aux signaux carrés (numériques par exemple).

Le condensateur permet de filtrer les hautes fréquences.