

FPAA 2 : Modulation et démodulation d'amplitude

Introduction

Dans ce TP, nous allons voir comment moduler puis démoduler un signal en amplitude à l'aide de l'outil Anadigm. Pour cela, nous allons procéder en trois étapes : simplification du signal avec un amplificateur, différenciation du signal, filtrage du signal.

I) Préparation

Voir feuille annexe

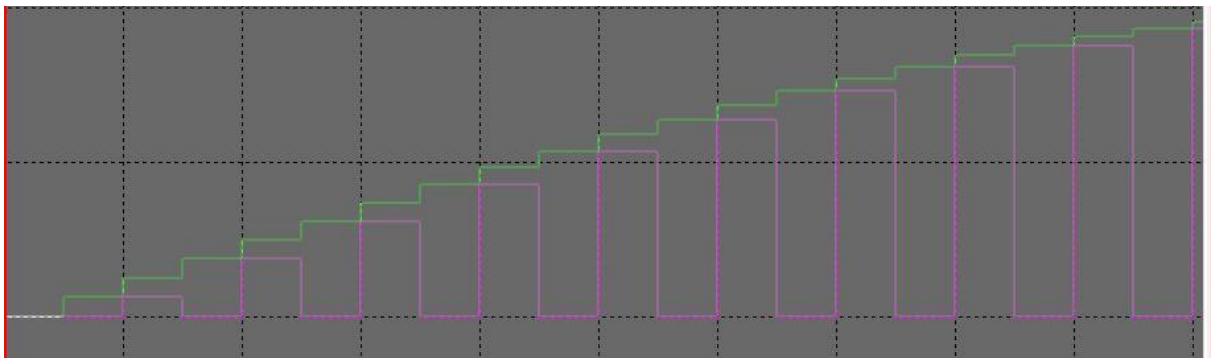
II) Manipulations

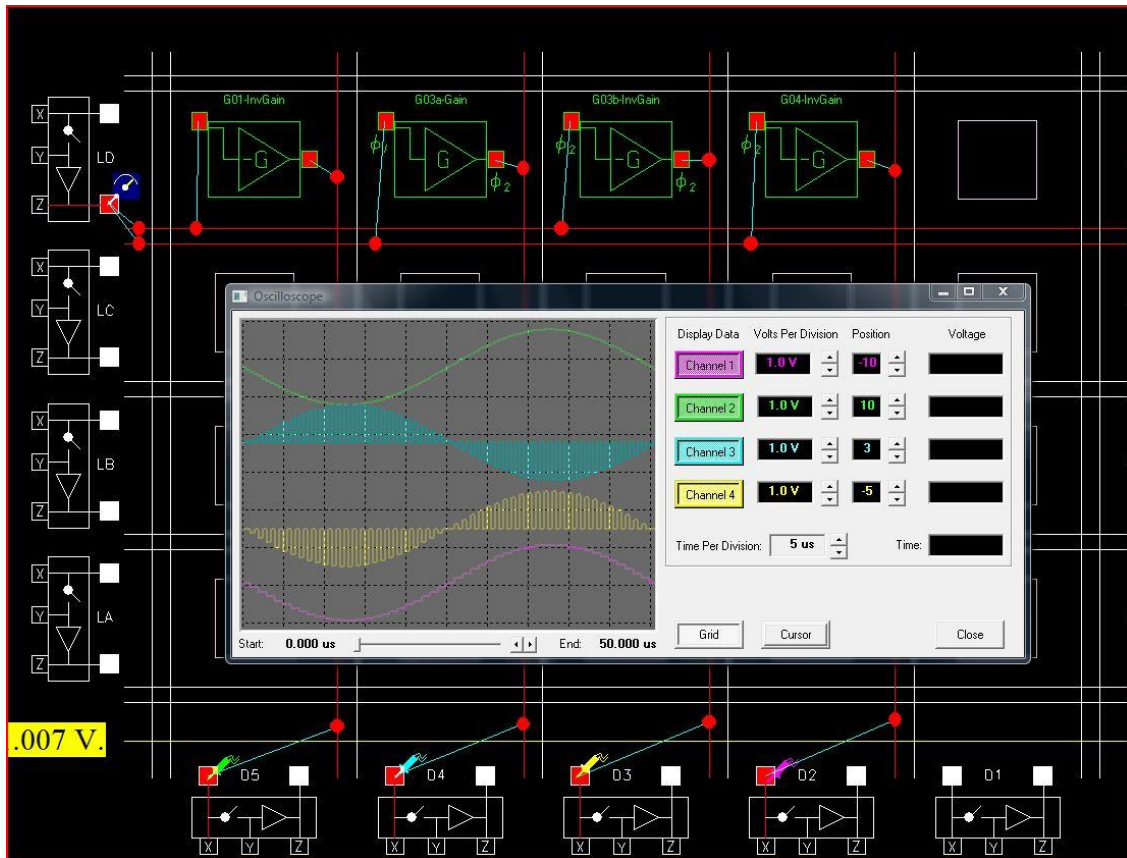
1) *Amplification – Echantillonnage*

Nous ouvrons le fichier Modules_G.ckt dans le logiciel Anadigm.

Nous choisissons le module G03a (2^e module) pour la modulation d'amplitude, car on ne veut pas d'inversion du signal d'entrée et on veut un écrêtage. De plus, on observe bien un sample & hold sur l'intervalle $[\phi_1, \phi_2]$.

Cependant, ça n'est pas vraiment un sample & hold car on sauvegarde la valeur pendant ϕ_1 , puis on la restitue pendant ϕ_2 , comme on peut le voir ci-dessous :



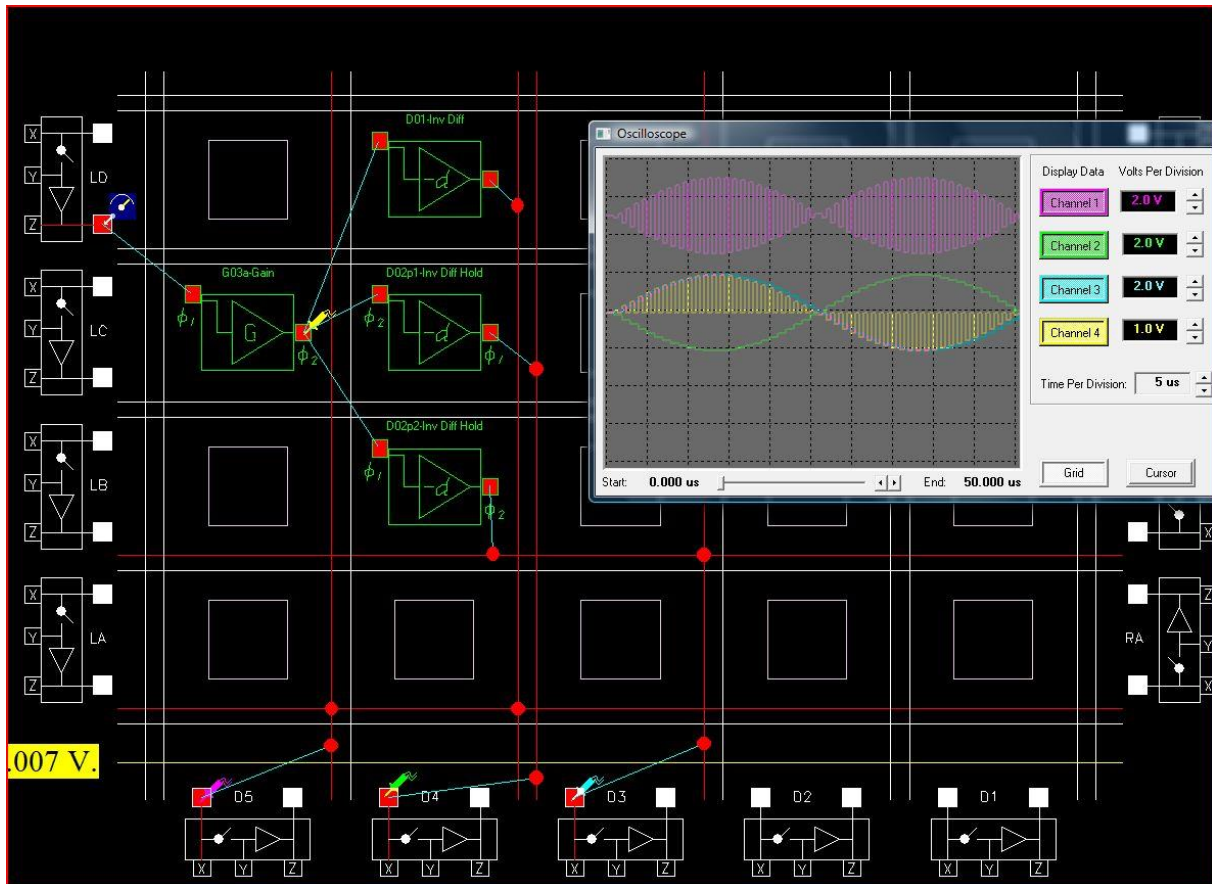


2) Différenciation

Nous ouvrons à présent le fichier Modules_D.ckt.

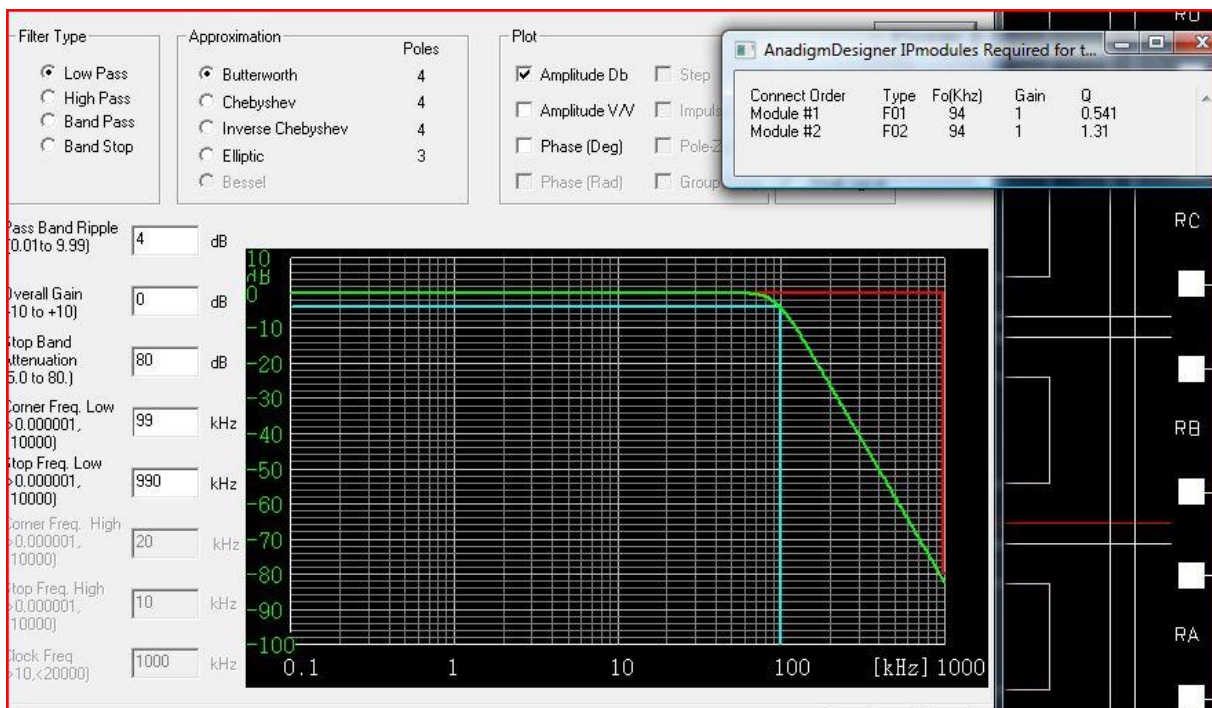
D'après la théorie, nous avons $v_s = K * \frac{\Delta v}{\Delta T}$ où $K = a * \Delta T$ avec a le gain à la sortie du différenciateur. Ainsi, K se comporte comme un gain car $v_s = a * \Delta v$.

Ainsi, le différenciateur qui peut être utilisé pour la modulation d'amplitude est le D01. On remarque que la sortie du différenciateur oscille entre des valeurs positives et négatives. Cela s'explique par le fait qu'on réalise une différence entre deux moments du signal, et une fois sur deux le premier opérande est nulle, nous donnant un résultat négatif.



3) Filtrage

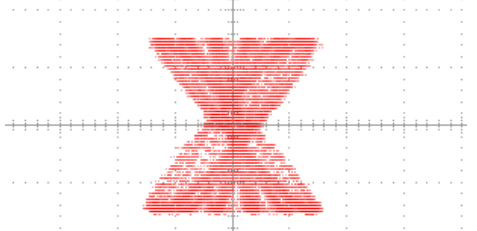
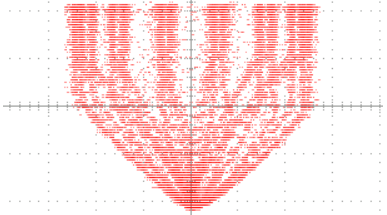
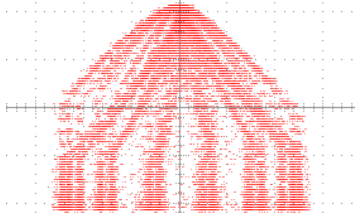
Nous générons un filtre passe-bas à l'aide de Filter Designer.
Nous voulons un filtre passe-bas d'ordre 4 laissant passer la fréquence 71.429kHz.
Nous allons donc placer la fréquence de coupure à 990kHz et faire une pente de -80dB/dec. On obtient donc le filtre suivant :





Ainsi, nous avons un indice de modulation : $m = \frac{V_m}{V_{offset}} = \frac{0.7}{1.25} = 0.56$

En faisant varier l'offset, nous obtenons :

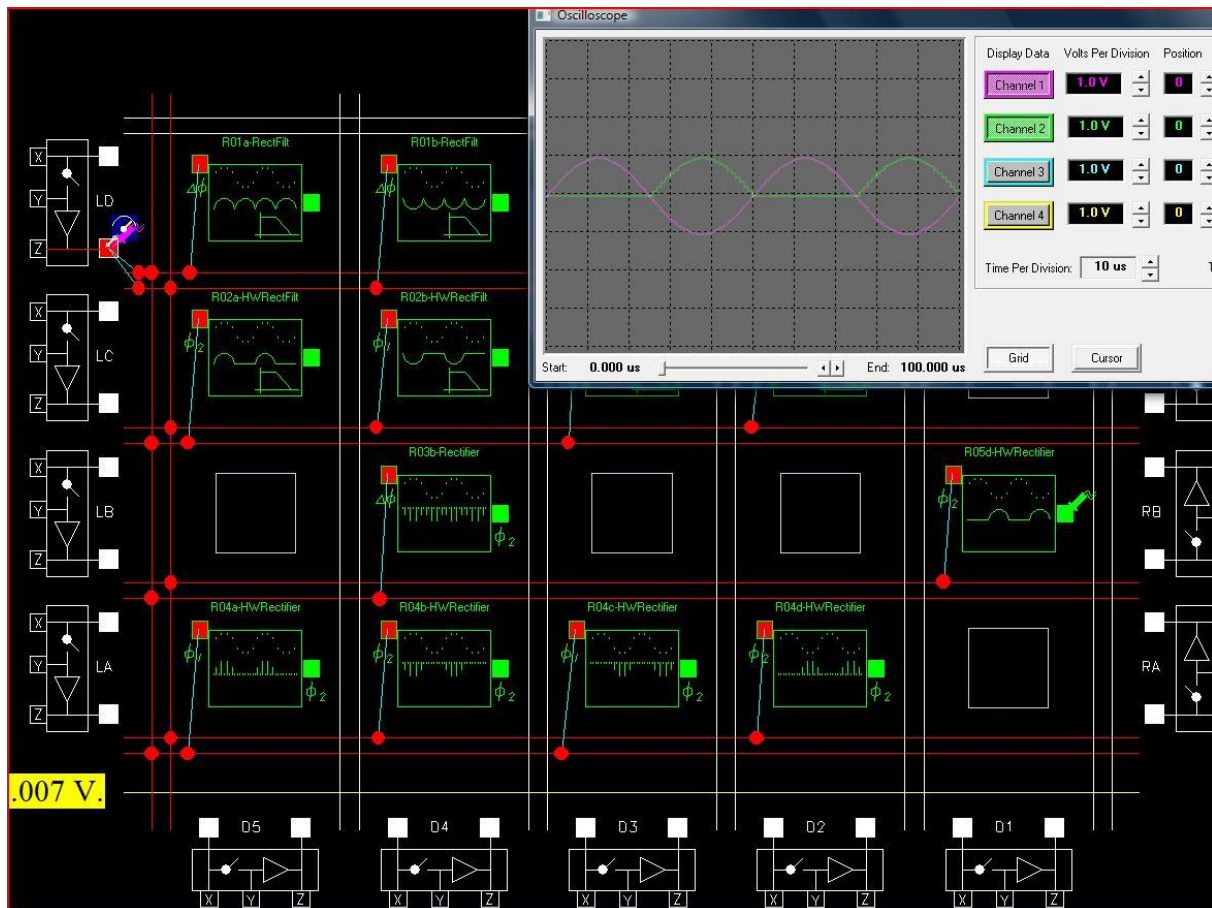
m	V_{offset} (V)	Diagramme X/Y
0	2.5	
-1	3.5	
1	1.5	

Nous concluons que pour $m=0$ nous avons la modulation optimale. Il nous faut donc un $V_{offset} = 2.5V$.

5) Redressement

Nous recherchons maintenant le bon module de redressement.

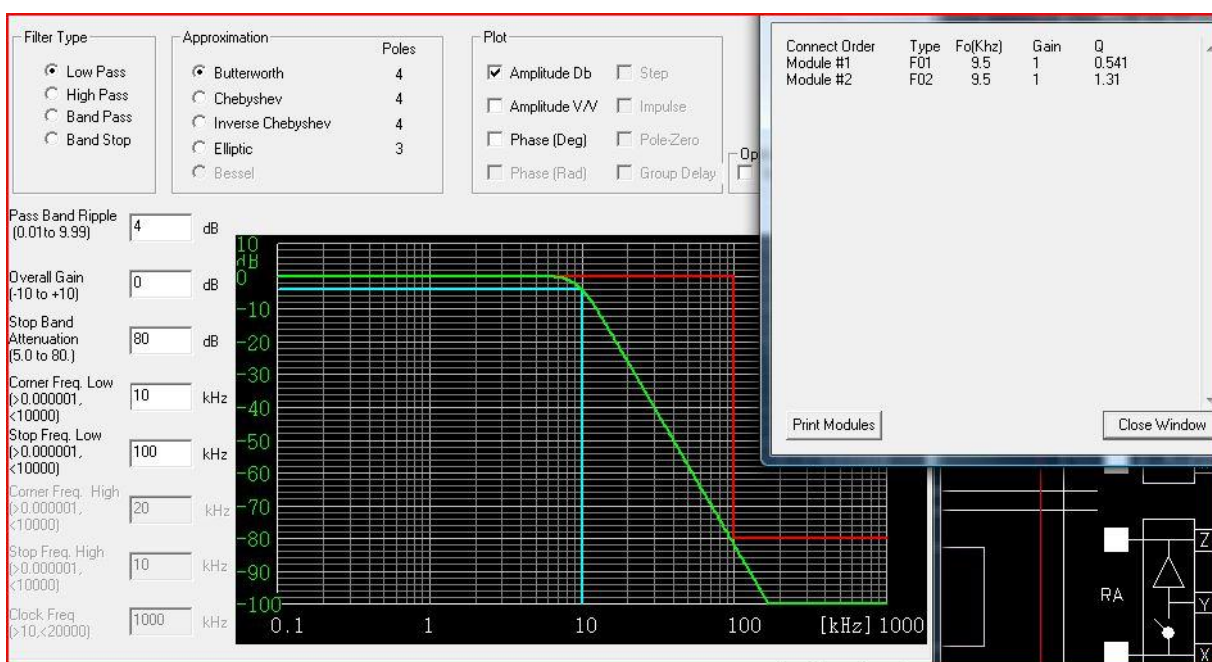
Nous concluons que le bon module est le module R05d, car il redresse bien une demi période sans discriminer les hautes fréquences.



6) Filtrage

Nous générons un filtre passe-bas approprié afin de garder le signal basses fréquences.

Pour cela, nous utilisons le même filtre passe-bas généré dans les questions précédentes mais nous le décalons afin de supprimer la porteuse.



7) Démodulation

Nous programmons à présent le FPAA avec le fichier démodulateur. Nous générons un signal AM à l'aide du générateur, que nous injectons dans le FPAA, puis nous observons la sortie à l'oscilloscope le signal démodulé. Nous obtenons le résultat ci-dessous :

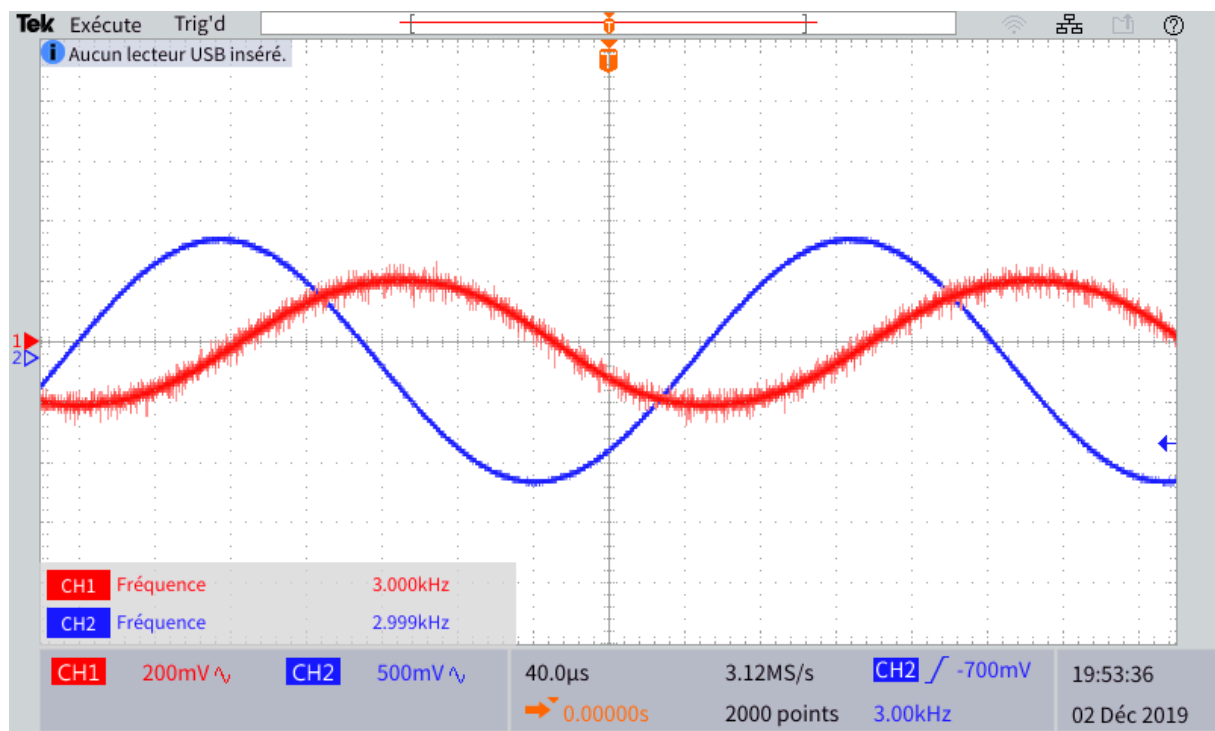
TEK 43

Nous pouvons en conclure que le signal est bien démodulé mais l'amplitude est très faible.

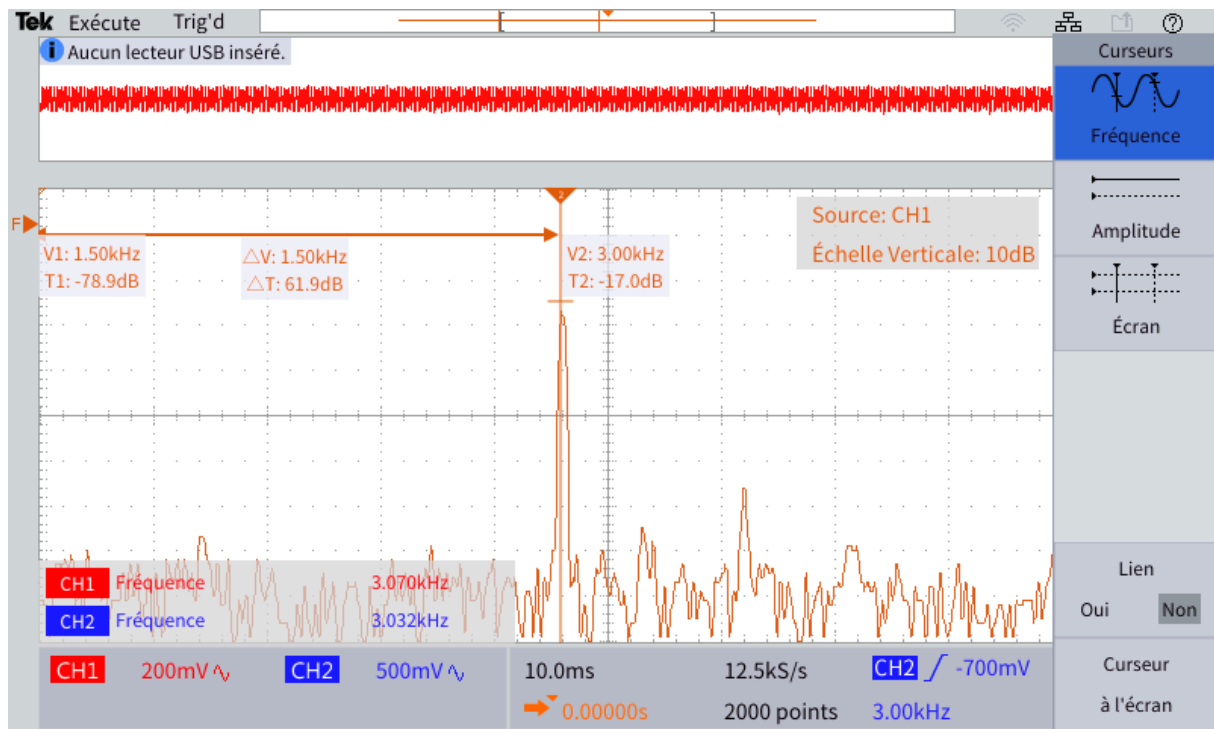
8) Modulation-Démodulation

Nous effectuons à présent la modulation puis démodulations dans un même fichier. Nous réglons les horloges et autres paramètres de chaque module. Nous simulons le système en utilisant un signal d'entrée à 3kHz.

Nous programmons le FPAA puis injectons le signal BF et nous observons les signaux d'entrée et de sortie à l'oscilloscope. Nous obtenons les signaux ci-dessous :



Nous avons modifié la fréquence de coupure à 5kHz car, à cause des harmoniques du signal réel, le signal de sortie avait une fréquence de 6kHz au lieu de 3kHz. En observant la fft, nous voyons bien la fondamentale à 3kHz puis une harmonique à 6kHz.



Conclusion

Nous avons déjà vu la modulation d'amplitude analogique avec le TP de modulation d'amplitude. Avec le FPAA, nous avons pu aborder la modulation d'amplitude numérique. Cette méthode est plus complexe mais est compatible avec les systèmes numériques d'aujourd'hui.