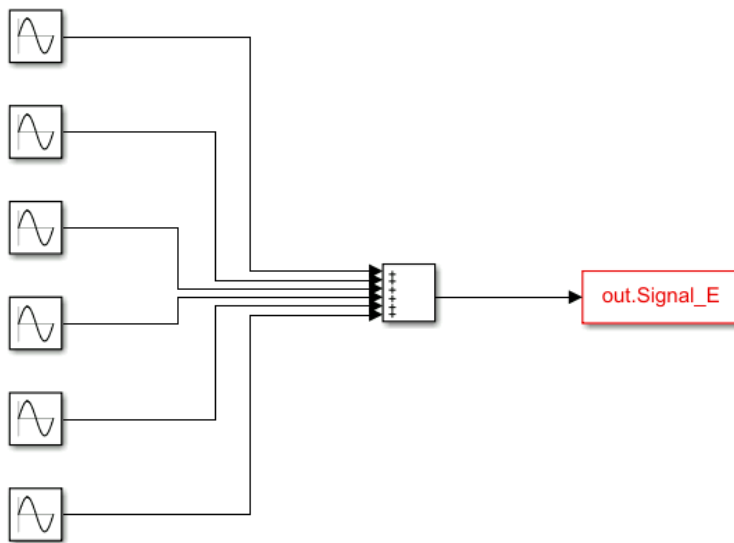


Partie signal :

Nous avons décidé de commencer par étudier les différents signaux des six pistolets afin de pouvoir à terme, isoler les fréquences de ces différents signaux pour déterminer lequel des joueurs est celui qui a tiré sur la cible. Pour cela, nous avons modéliser ces signaux sur Matlab.

Nous avons commencé par modéliser les signaux comme étant sinusoïdaux



Nous avons donc modélisé sur simulink un signal qui serait la résultante de la somme des six signaux.

Nous avons par la suite voulu faire la FFT de ce nouveau signal pour voir si la transformé de fourrier nous permettait de retrouver les fréquences des faisceaux des différents pistolets.

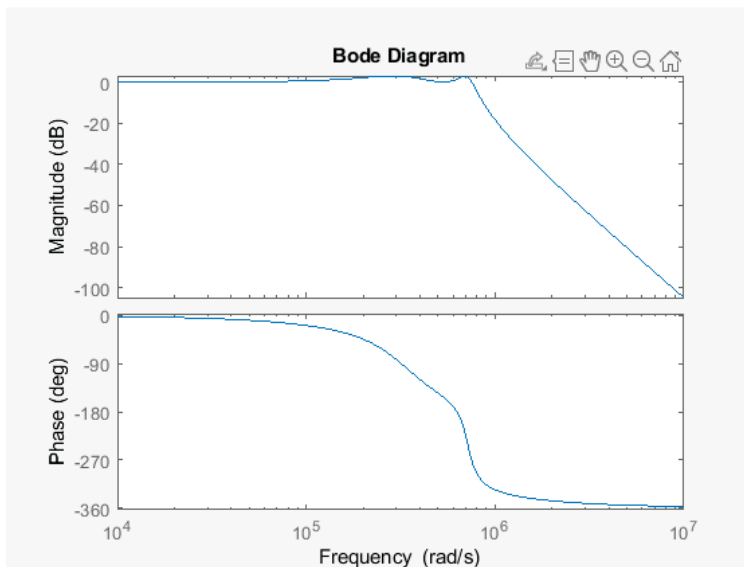
Pour cela, nous avons pris une fréquence d'échantillonnage F_e de 320kHz avec un temps de simulation de $T = 0.2$ secondes. De ces deux mesures nous avons déduit que nous aurons le nombre de point $M = T \cdot F_e$ et donc dans notre cas $M = 64$ points. Cette première FFT présentait bien les pics les plus importants aux bonnes fréquences correspondant à celles des différents signaux de base. Cependant, pour d'autres fréquences, on pouvait également observer des raies d'amplitudes non nulles. Bien que plus petit, ces raies étaient indésirables.

Nous avons ensuite essayé d'affiner le modèle en prenant les fréquences exactes des signaux en prenant en compte leurs imprécisions c'est-à-dire, par exemple, qu'au lieu d'avoir une fréquence de 85kHz pour le signal de fréquence la plus basse, nous avons pris 85005.9. Nous avons constaté que ce changement a entraîné une augmentation en amplitudes des harmoniques au détriment des bonnes fréquences qui ont été légèrement diminuées.

Dans la réalité, le signal ne commencera pas forcément au début de la phase d'étude. Pour modéliser cette possibilité, nous avons décidé de tronquer notre signal de manière à ce que la

première partie du signal soit à 0. Nous avons donc vérifié l'influence sur la FFT que cela pouvait avoir en prenant des parties sans signal de plus en plus grandes. Nous avons alors déterminé que cela augmentait les amplitudes des fréquences indésirables ce qui pouvait, pour une partie nulle trop grande, rendre indiscernable les pics correspondants aux bonnes fréquences.

Afin d'être plus proche du modèle réel, nous avons remplacé la modélisation des signaux par des signaux carré et non plus sinusoïdaux.

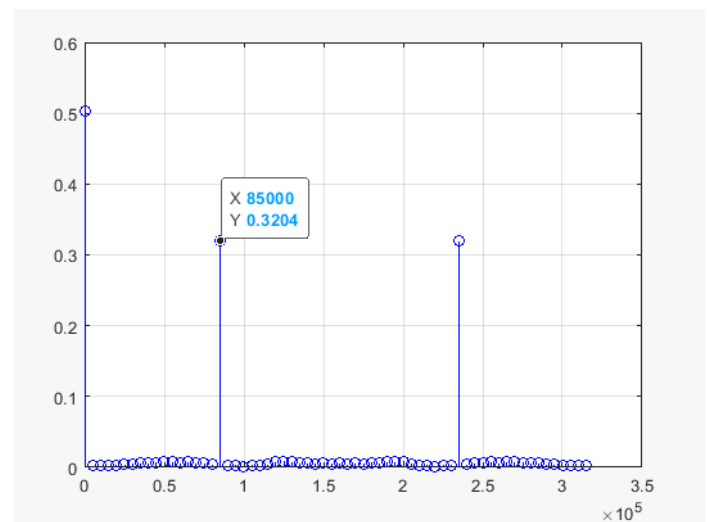


Dans le but d'éviter le phénomène de repliement du spectre nous avons par la suite ajouté un filtre de Chebychev avant le calcul de FFT afin de permettre de supprimer les amplitudes non nulles pour les fréquences indésirables.

Ce filtre est un passe-bas d'ordre 4 ce qui permet, en déterminant une fréquence de coupure d'environ la plus grande fréquence émise par un pistolet, d'éviter ce phénomène de repliement du spectre. Son diagramme de Bode est ci-contre.

En plaçant ce filtre à la sortie du signal résultant de la somme des six signaux modélisant le tir des pistolets, nous obtenons une FFT ne présentant que les fréquences des différents pistolets. Il sera donc possible de déterminer quel joueur à tirer sur la cible.

(ci-contre, la FFT résultante du signal de fréquence 85kHz placé après le filtre de Chebychev).



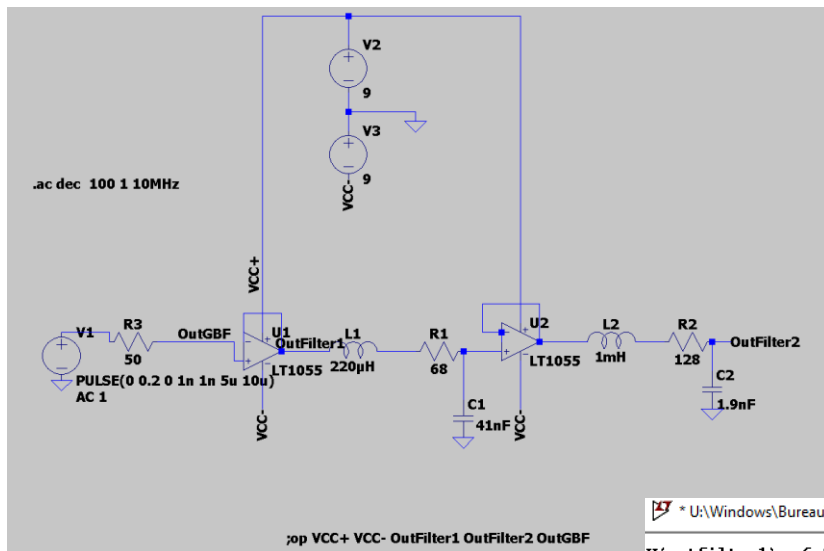
II- Electronique

Nous allons maintenant étudier la création ainsi que la mise en place du filtre de Chebychev.

Pour réaliser ce filtre nous avons mis en place deux filtre passe bas d'ordre 2 en série. Nous avons pour cela pris deux fonctions de transferts possédant des propriétés intéressantes pour notre cas puis nous avons déduit les informations sur R, C et L permettant la réalisation de ce filtre. En prenant pour un filtre passe bas d'ordre 2 la formule suivante nous avons pu déterminer pour le premier filtre les valeurs $R1=68\text{ ohm}$, $C1=41\text{ nF}$ et $L1=220\text{ microH}$. Pour le second filtre nous avons les valeurs $R2=128\text{ ohm}$, $C2=2\text{ nF}$ et $L2=1\text{ microH}$.

$$H(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{-1}{LC}}{\omega^2 - j\omega\frac{R}{L} - \frac{1}{LC}} = \frac{1}{1 + jRC\omega - LC\omega^2}$$

Après avoir déterminé les valeurs théoriques des composants nous avons pu le mettre en œuvre sur LTSpice afin de pouvoir vérifier l'effet théorique du filtre sur le signal.

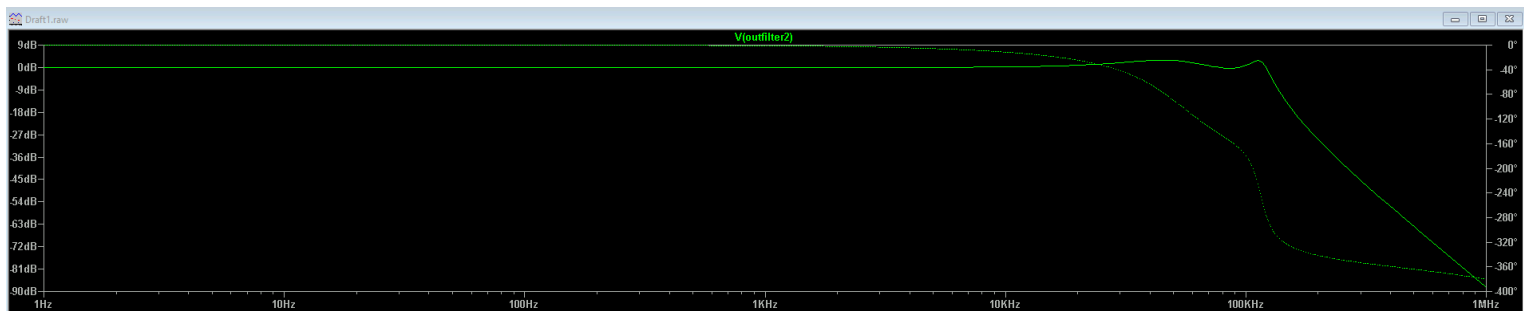
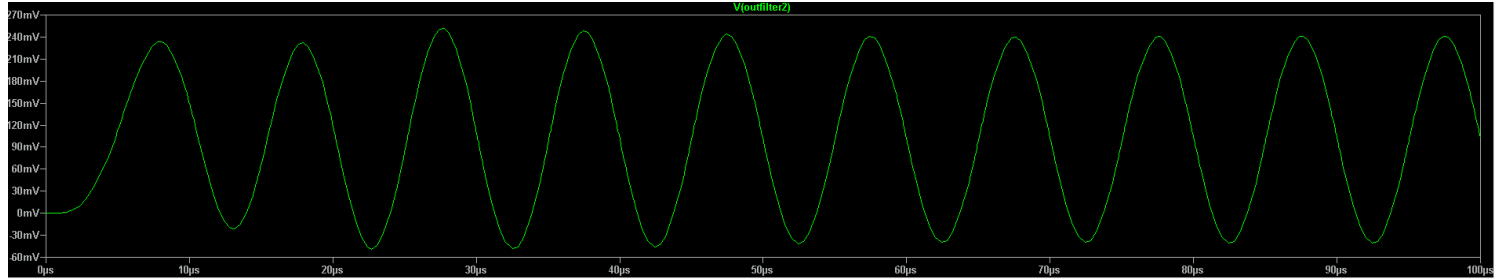


Grâce à ce montage, nous avons pu mesurer plusieurs éléments associés au filtre qui nous montre son bon fonctionnement.

Tout d'abord à l'aide de l'analyse .op de LT Spice, nous avons pu vérifier la cohérence des potentiels à différents points du montage.

* U:\Windows\Bureau\Draft1.asc		
V(outfilter1):	6.02331e-023	voltage
V(outgbf):	0	voltage
V(vcc+):	9	voltage
V(vcc-):	-9	voltage
V(n001):	1.20466e-022	voltage
V(n005):	6.02331e-023	voltage
V(n002):	0	voltage
V(n004):	6.02331e-023	voltage
V(n003):	1.20466e-022	voltage
V(outfilter2):	1.20466e-022	voltage
I(C2):	2.28412e-043	device_current
I(C1):	2.46909e-042	device_current
I(L2):	2.35099e-035	device_current
I(L1):	2.35099e-035	device_current
I(R3):	0	device_current
I(R2):	0	device_current
I(R1):	3.01165e-035	device_current
I(V3):	-0.0056	device_current
I(V2):	-0.0056	device_current
I(V1):	0	device_current
Ix(u1:1):	0	subckt_current
Ix(u1:2):	0	subckt_current
Ix(u1:3):	0.0028	subckt_current
Ix(u1:4):	-0.0028	subckt_current
Ix(u1:5):	-4.49998e-024	subckt_current
Ix(u2:1):	0	subckt_current
Ix(u2:2):	0	subckt_current
Ix(u2:3):	0.0028	subckt_current
Ix(u2:4):	-0.0028	subckt_current
Ix(u2:5):	4.49998e-024	subckt_current

Nous avons pu aussi vérifier la cohérence du bode associé au filtre grâce à une analyse .ac ainsi que de la phase transitoire à l'aide d'une analyse .tran.



Nous avons donc pu vérifier le bon fonctionnement du filtre et donc par la suite, réaliser le montage sur une plaque d'essai.