



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté de génie

Département de génie électrique et génie informatique

## **Électronique analogique I**

APP2, GEN221 et GEN230

Présenté à

Roch Lefebvre, Jean-Philippe Gouin, Haithem Bouziri

Présenté par

Shawn Miller - mils2203

Alexis Juteau - juta1101

Sherbrooke - 2 Février 2022

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Filtre passe-bande 5 kHz .....</b>	<b>1</b>
2.1	Développement mathématique de Fourier du signal d'entrée.....	1
2.2	Développement mathématique des paramètres du filtre .....	2
2.3	Simulations Matlab .....	4
2.4	Simulations Altium .....	5
<b>3</b>	<b>Redresseur double-alternance et filtre passe-bas Réseau RC d'ordre 1 avec valeurs théoriques .....</b>	<b>7</b>
3.1	Fonctionnement du redresseur .....	7
3.2	Fonctionnement du réseau RC .....	7
3.3	Simulations Altium .....	8
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>9</b>

## List of Figures

1	Simulation passe bande matlab . . . . .	4
2	Signal Entrée/Sortie du passe bande . . . . .	5
3	Lieux de Bode ( $Q=10$ ) . . . . .	6
4	Signal Entrée/Sortie du redresseur avec la sortie du réseau RC . . . . .	8

# 1 Introduction

Tout d'abord, le but de la problématique était de conditionner le signal de 5kHz du SETI(Search for Extra Terrestrial Intelligence). C'est-à-dire, filter le signal pour obtenir un signal de sortie décodable, soit un signal audible. Pour conditionner ce signal, l'utilisation de filtre passe bas, passe-haut et passe bande du deuxième ordre permet le traitement du signal.

## 2 Filtre passe-bande 5 kHz

### 2.1 Développement mathématique de Fourier du signal d'entrée

Le but de ce filtre est de filtrer un signal carrée de 1kHz, d'amplitude 10, pour avoir en sortie une sinusoïde de 5kHz d'amplitude 4. Pour ce faire, il est nécessaire de trouver l'amplitude de la 5e harmonique du signal carrée.

$$X_k = 1/T \int_0^{T/2} x(t) e^{-j\omega_0 k t} dx$$

$$X_k = 1/0.001 \int_0^{T/2} 10 e^{-j\omega_0 k t} dx$$

$$X_k = 10000 * \left. \frac{-e^{-j\omega_0 k t}}{j\omega_0 k} \right|_0^{T/2}$$

$$X_k = 10000 * \frac{-e^{-j\omega_0 k * T/2}}{j\omega_0 k} + \frac{e^0}{j\omega_0 k}$$

$$X_k = 10000 * \frac{-e^{-j\omega_0 k * T/2} + e^0}{j\omega_0 k}$$

$$X_k = \frac{20000}{\omega_0 k} * \frac{-e^{-j\omega_0 k * T/2} + e^0}{2j}$$

$$X_k = \frac{20000 e^{-j\omega_0 k * T/4}}{\omega_0 k} \left( \frac{e^{j\omega_0 k * T/4} - e^{-j\omega_0 k * T/4}}{2j} \right)$$

$$X_k = \frac{20000 e^{-j\omega_0 k * T/4}}{\omega_0 k} * \sin(\omega_0 k * T/4)$$

Maintenant que l'équation du coefficient de Fourier est simplifié, il est possible de calculer l'amplitude du signal de la 5e harmonique.

$$\omega_0 = 2\pi f = 2\pi * 1kHz = 2000\pi$$

$$k = 5$$

$$T = 1ms$$

$$||X_k|| = \frac{20000}{\omega_0 k} * \sin(\omega_0 k * T/4) * 2$$

$$||X_5|| = \frac{20000}{2000\pi * 5} * \sin(2000\pi * 5 * 1ms/4) * 2$$

$$||X_5|| = \frac{4}{\pi} * \sin(2.5\pi)$$

$$||X_5|| = \frac{4}{\pi}$$

L'amplitude de la 5e harmonique sera donc de  $\frac{4}{\pi}$ .

## 2.2 Développement mathématique des paramètres du filtre

Avec la fonction de transfère harmonique suivante:

$$H(f) = -\frac{-K}{1+jQ(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f})}$$

il est possible maintenant de calculer les paramètres.

Première étape, trouver facteur K:

$$k = ||H(f_0)||$$

$$||H(f_0)|| = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{4}{\frac{4}{\pi}} = \pi$$

$$k = \pi$$

Maintenant que nous avons notre facteur K, il faut évaluer la valeur de Q lorsque la 5e harmonique est augmenter de +15dB par rapport aux autres harmoniques. Ensuite, pour éviter une saturation de l'ampli-op, le facteur de qualité Q doit etre entre 10 et 14.

$$||H(3kH z)|| = -\frac{-\pi}{\sqrt{1+(j10(\frac{3kH z}{5kH z}-\frac{5kH z}{3kH z}))^2}}$$

$$||H(3kH z)|| = -0.293$$

Comparaison de la 3e et 5e harmonique.

$$f(5) = 20\log(\pi) = 9.94$$

$$f(3) = 20\log(-0.293) = -10.66$$

La différence entre la 3e et 5e harmonique est supérieur à 15dB, donc avec un facteur de qualité de 10, la restriction est respectée. Maintenant que nous avons tous nos facteur, il est possible de calculer la valeur de nos composant avec ces équations:

$$\frac{\omega_0}{Q} = \frac{C_{32}+C_{33}}{C_{32}C_{33}R_{30}}$$

$$\frac{2\pi*5kH z}{10} = \frac{1nF+1nF}{1nF*1nF*R_2}$$

$$R_{30} = 636.62k\Omega$$

$$K = \frac{R_{30}C_{33}}{(C_{32}C_{33})+R_{29}}$$

$$\pi = \frac{636.62k\Omega*1nF}{(1nF*1nF)+R_{29}}$$

$$R_{29} = 101.32k\Omega$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{(C_{32}C_{33})R_{30}} * (\frac{1}{R_{29}} + \frac{1}{R_{31}})$$

$$(2\pi * 5kH z)^2 = \frac{1}{(1nF*1nF)*636.62k\Omega} * (\frac{1}{R_{29}} + \frac{1}{101.32k\Omega})$$

$$R_{31} = 1.62k\Omega$$

### 2.3 Simulations Matlab

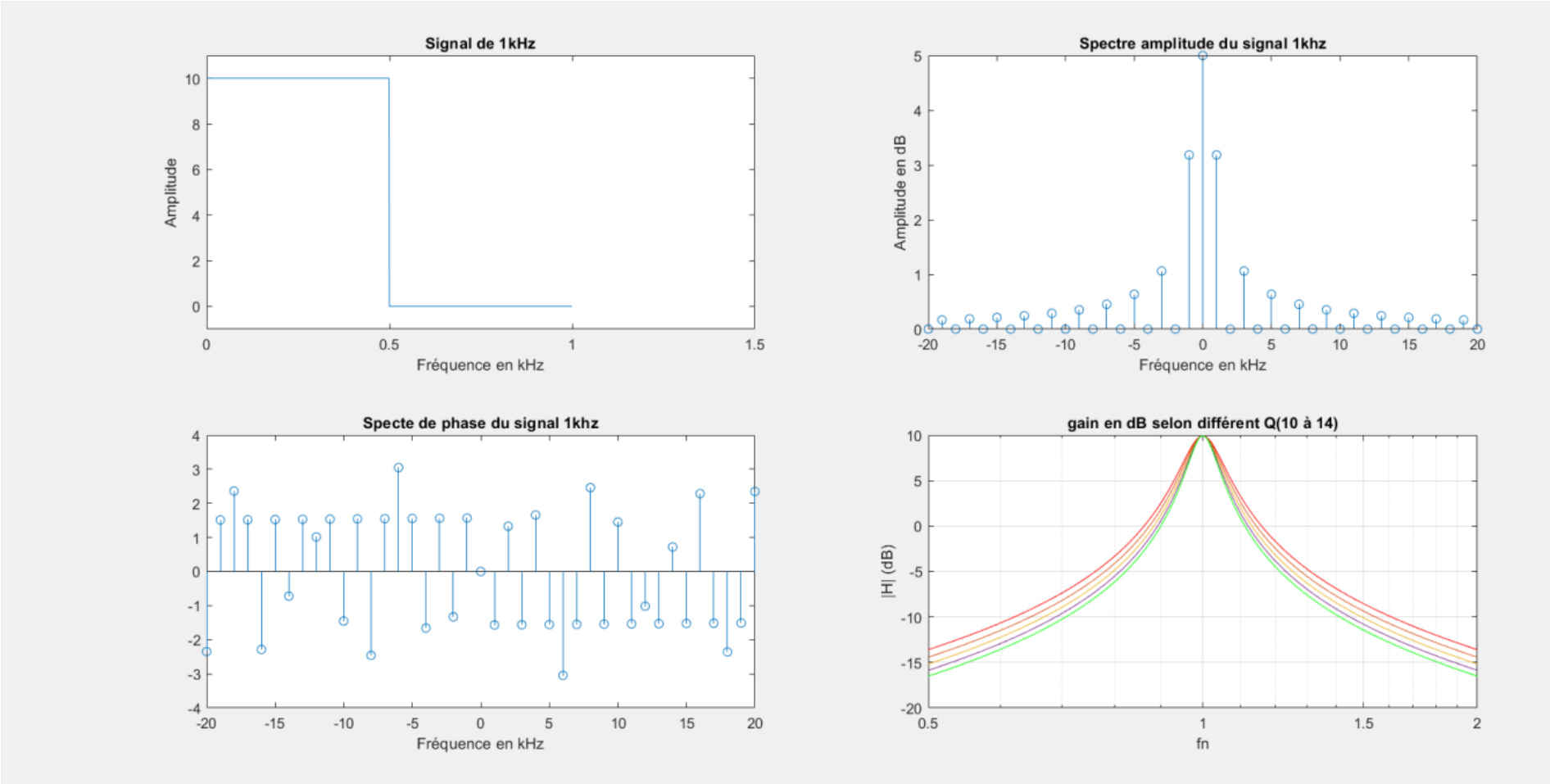


Figure 1: Simulation passe bande matlab

## 2.4 Simulations Altium

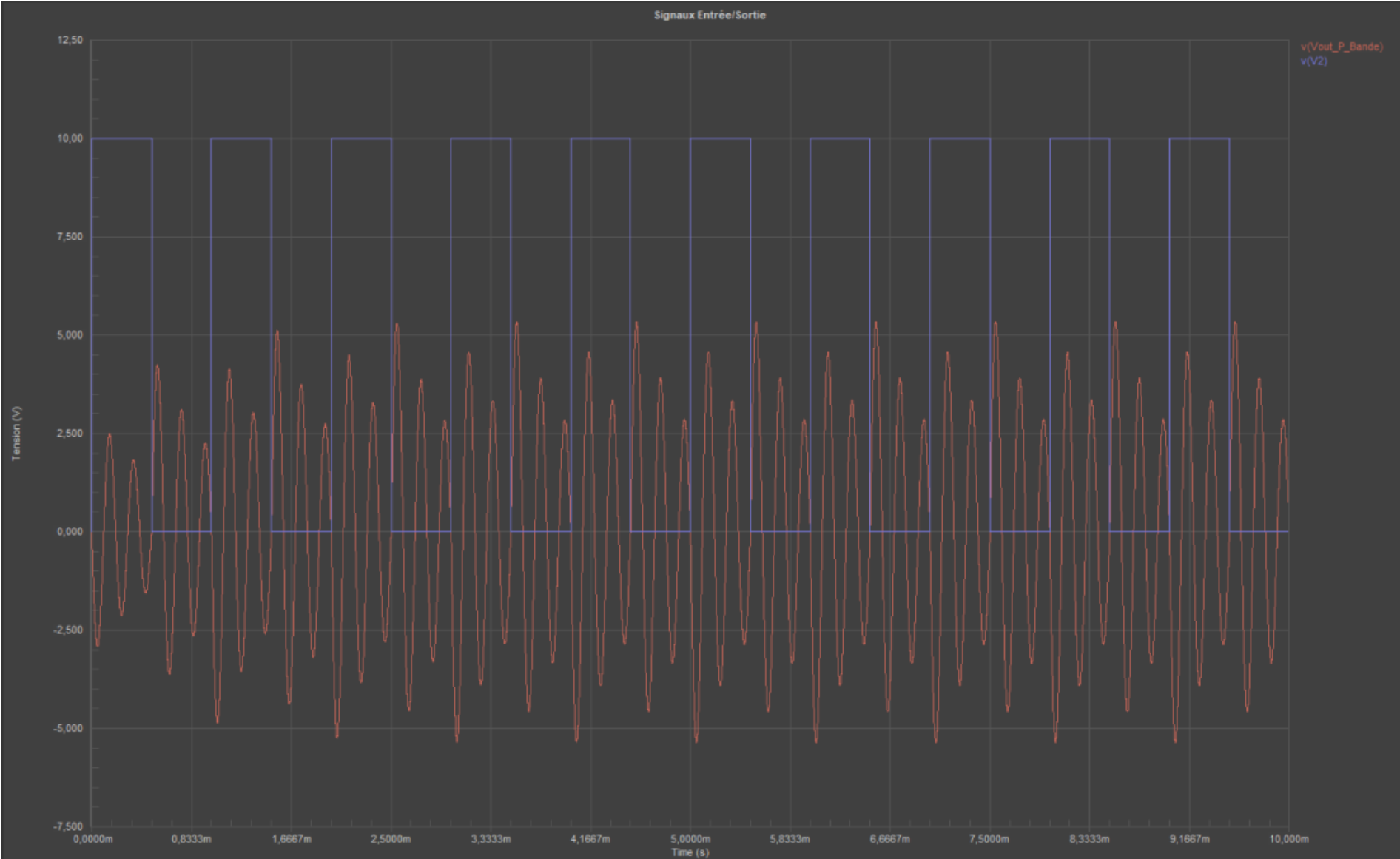


Figure 2: Signal Entrée/Sortie du passe bande



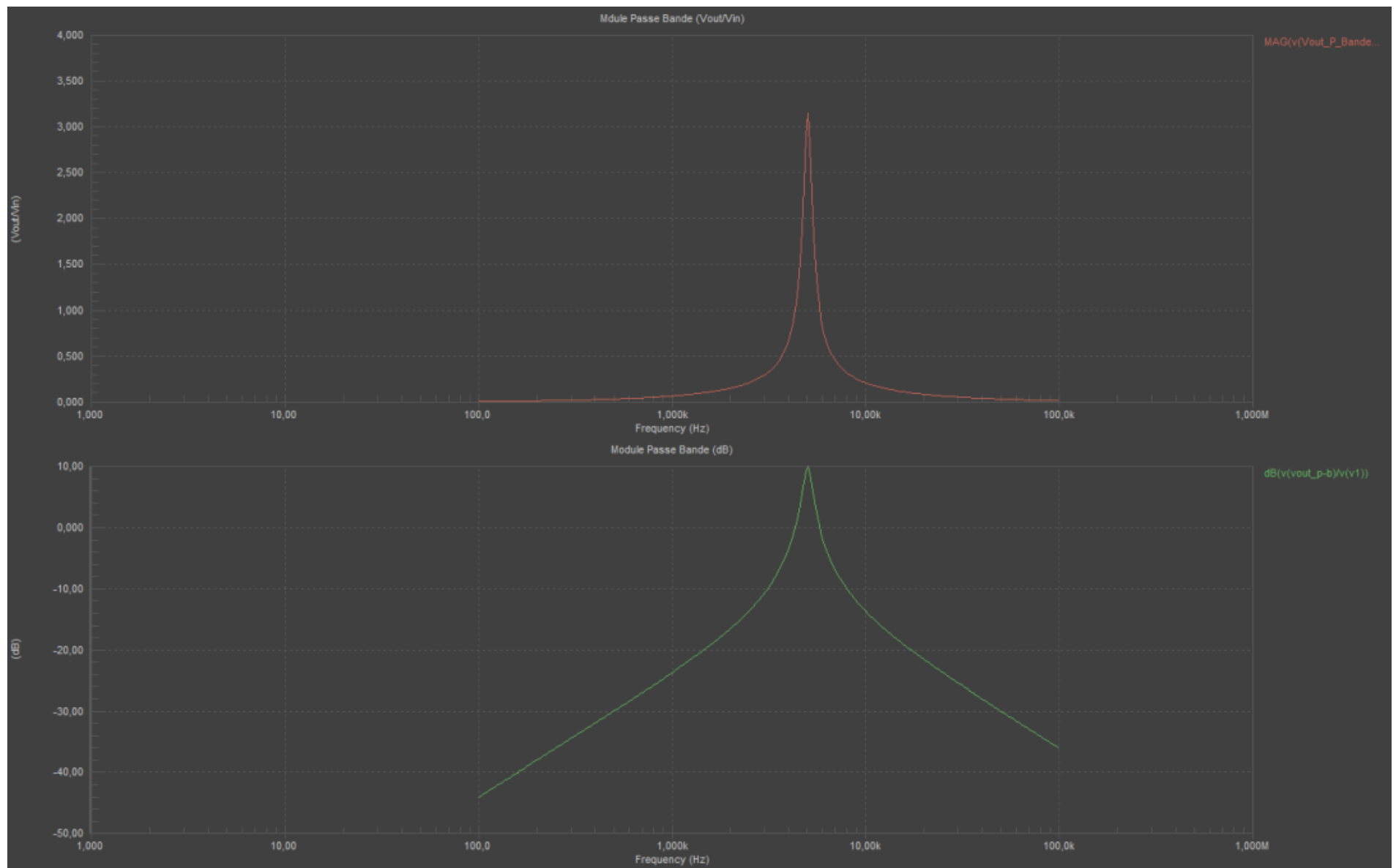


Figure 3: Lieux de Bode (Q=10)

### **3 Redresseur double-alternance et filtre passe-bas Réseau RC d'ordre 1 avec valeurs théoriques**

#### **3.1 Fonctionnement du redresseur**

Le but principale de ce redresseur est de transférer la partie négative du sinus de 15Hz dans la partie des positif, pour qu'il soit ensuite filtrer dans le prochain passe-bas, soit le réseau RC. En ce qui concerne son fonctionnement, c'est à cause du pont de diodes et des ampli-op U6A et U6B qu'on remarque un redressement. Lorsqu'on reçoit une impulsion positive, le premier ampli-op va permettre d'amplifier d'un facteur de 2 le signal, ainsi qu'une augmentation à cause de la différence de potentiel des diodes. Ensuite, le deuxième ampli-op va agir en suiveur(seulement en impulsion positive). Lorsqu'on reçoit une impulsion négative, le premier ampli-op va agir de la même manière qu'une impulsion positive, mais la tension de sortie va être négative. Le deuxième ampli-op, en impulsion négative, va agir comme un inverseur. La fréquence du signal de sortie va être doublée et sera purement positive

#### **3.2 Fonctionnement du réseau RC**

Le but principale de ce circuit RC est d'obtenir un signal conditionné du signal précédent, soit le circuit RC et le circuit de l'ampli-op. L'obtention de ce signal est dû au théorème de convolution, qui permet d'évaluer la valeur de tau, qui permet la valeur de RC. Le signal généré va osciller de son amplitude maximal jusqu'à la moitié de son amplitude.

### 3.3 Simulations Altium

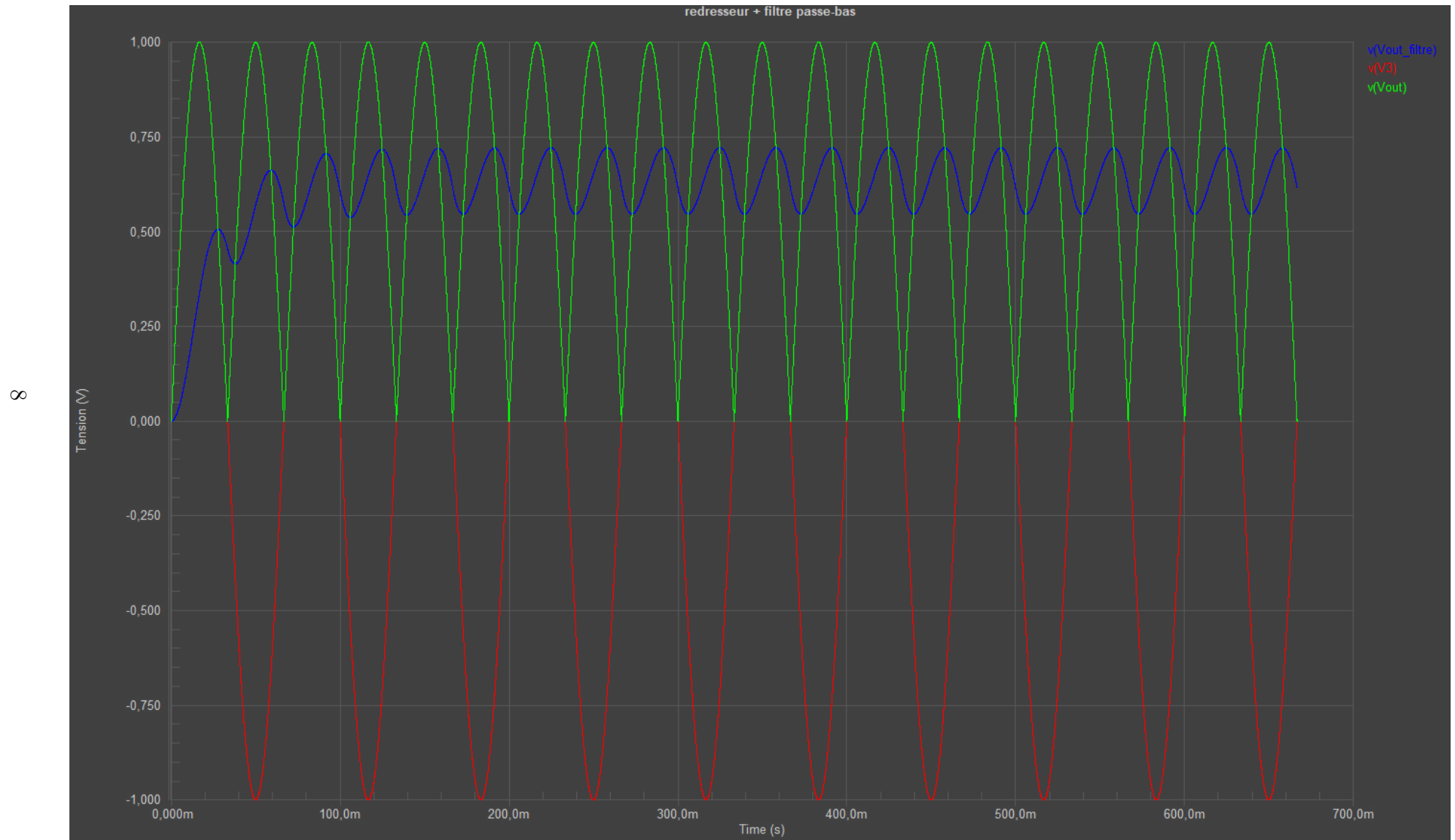


Figure 4: Signal Entrée/Sortie du redresseur avec la sortie du réseau RC

## 4 Conclusion

En conclusion, les résultats obtenus théoriquement face à cette problématique co-ordonnaient avec les résultats obtenus pratiquement. En ce qui concerne la pratique de résolution du problème, une planification plus élaborée aurait permis une meilleure compréhension du problème et de sa résolution.

## References

- [1] A.R. Hambley, *Electrical Engineering Principles and Applications*, 7<sup>e</sup> édition, Harlow, Angleterre, Pearson Education Limited, 2019