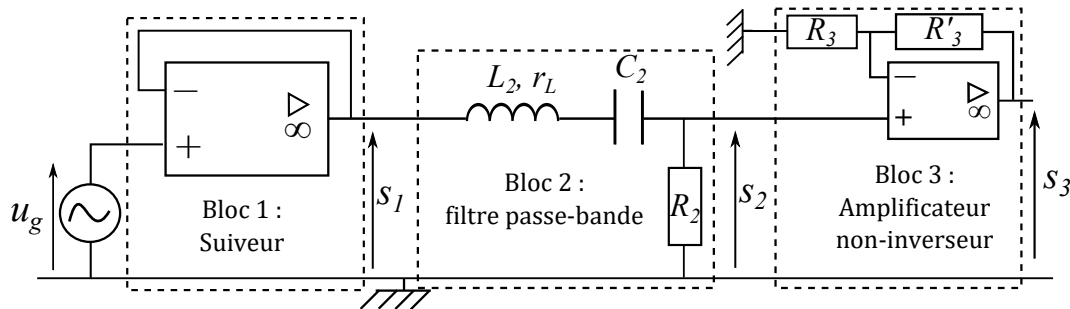


Thème I. Ondes et signaux (Électricité) TP n°15 Filtrage et amplification

Vendredi 21 février 2025

I Montage global



II Étude des blocs

II.1 Bloc 1 : Suiveur

Rôle du montage

Q1. * Quel peut-être l'intérêt du montage suiveur ? On pensera notamment au courant d'entrée.

Solution: Les courants d'entrée du montage suiveur sont nuls (de l'ordre du pA), par conséquent l'intensité qui traverse le GBF est nulle. Cela permet de s'affranchir de la résistance interne du GBF. Tout se passe comme si pour le reste du montage le GBF était une source idéale de tension.

Observations

- Construire le bloc suiveur.
- Vérifier que le signal de sortie est bien égal au signal d'entrée.

Solution: On vérifie bien que les deux signaux d'entrée et de sortie du bloc suiveur sont identiques.

II.2 Bloc 2 : Filtre passe-bande

Choix de C_2

Q2. * Quelle valeur faut-il choisir pour C_2 pour que ce filtre passe-bande puisse servir à sélectionner l'harmonique de rang $n = 3$ d'un signal créneau de fréquence $f = 4300$ Hz ?

Solution:

Fréquence de l'harmonique $n = 3$ d'un signal créneau de fréquence $f = 4300$ Hz : $f_3 = 12900$ Hz

La fréquence de résonance du filtre passe-bande doit donc être de : $f_0 = 12900$ Hz

Expression de C_2 en fonction de f_0 : $C_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$

Valeur de C_2 à choisir : $C_2 = 1$ nF

Observations

- ☞ Mesurer la résistance interne r_L de la bobine et la capacité du condensateur C_2 .

Solution: $r_L = \dots \Omega$; $L = \dots \text{H}$.

- ☞ Construire le bloc RLC série.
☞ Par un balayage rapide en fréquence, vérifier la nature du filtre.

Q3. ✎ Noter vos observations.

Solution: Par un balayage en fréquence, depuis une centaine de Hz jusqu'à quelques dizaines de kHz, on observe une résonance autour de 12000 Hz : le signal de sortie présente une amplitude maximale. On observe qu'à la résonance les deux signaux s_1 et s_2 sont en phase. Pour les fréquences plus faibles s_2 est en avance sur s_1 , tandis que pour les fréquences plus élevées s_2 est en retard sur s_1 .

- ☞ Mesurer expérimentalement, en utilisant la méthode la plus précise, la fréquence de résonance du filtre.

Q4. ✎ Décrire la méthode suivie pour la détermination de la fréquence de résonance, ainsi que la valeur de la fréquence de résonance ainsi mesurée.

Solution:

Pour évaluer la fréquence de résonance, comme **pour cette résonance**, à la résonance les signaux sont en phase, il est préférable d'**utiliser le mode XY** et de repérer la fréquence pour laquelle on observe une **droite croissante**. Quand les signaux ne sont pas en phase on observe une ellipse. On mesure $f_0 = \dots \text{Hz}$ (à environ 1 Hz près)

II.3 Bloc 3 : Amplificateur

Choix du montage

Q5. * Dans le cours, nous avons vu deux montages amplificateurs.

Quelles sont leurs impédances d'entrée et de sortie ?

Justifier alors pourquoi il a été décidé d'utiliser le montage amplificateur non inverseur ici.

Solution: Dans le cours nous avons étudié les montages :

- amplificateur inverseur, d'impédance de sortie nulle (c'est bon !) mais d'impédance d'entrée égale à la résistance R_1 branchée avant l'entrée inverseuse. Cette résistance n'est a priori pas grande devant l'impédance du montage précédent.
- amplificateur non inverseur, d'impédance de sortie nulle (c'est toujours bon !) ET d'impédance d'entrée infinie.

Cela permet d'être certain.e que $Z_e(\text{montage suivant}) \gg Z_s(\text{montage précédent})$ assurant le bon fonctionnement de chaque montage une fois mis en cascade.

Q6. * Comment choisir R_3 et R'_3 afin de réaliser une amplification d'un facteur 11 ? Proposer des valeurs numériques.

Solution: $R'_3 = 10R_3$.

Pensez à proposer des valeurs raisonnables situées entre 100 Ω et 100 k Ω .

Observations

Le bloc amplificateur utilise un ALI, qui doit être alimenté par une alimentation continue entre +15 V et -15 V. vous utiliserez la même alimentation que pour l'ALI du bloc suiveur.

⚡ L'alimentation du suiveur ne sera pas enlevée, on se branchera en parallèle.

- ☞ Construire le bloc amplificateur.
- ☞ Observer les signaux d'entrée et de sortie, mesurer leurs amplitudes.

Q7. 📐 Noter vos observations. Vérifier la valeur du gain G_3 .

Solution: En entrée du montage amplificateur : $S_{2m} = \dots$ V

En sortie du montage amplificateur : $S_{3m} = \dots$ V

Gain du montage amplificateur : $G_3 = \frac{S_{3m}}{S_{2m}} = \dots (\approx 11)$

On vérifie qu'il est égal à $1 + \frac{R'_3}{R_3} = 11$

III Sélection de l'harmonique 3

Observations

On souhaite maintenant **sélectionner l'harmonique 3** (de fréquence $3f$) d'un signal créneau de fréquence $f = 4300$ Hz.

- ☞ Relier les blocs les uns aux autres.
- ☞ Visualiser la tension s_1 et la tension s_3 à l'oscilloscope.
- ☞ Visualiser leurs spectres et mesurer les fréquences et les amplitudes des harmoniques de s_1 et s_3 .

Q8. 📐 Représenter les signaux observés ainsi que les spectres obtenus.

Solution:

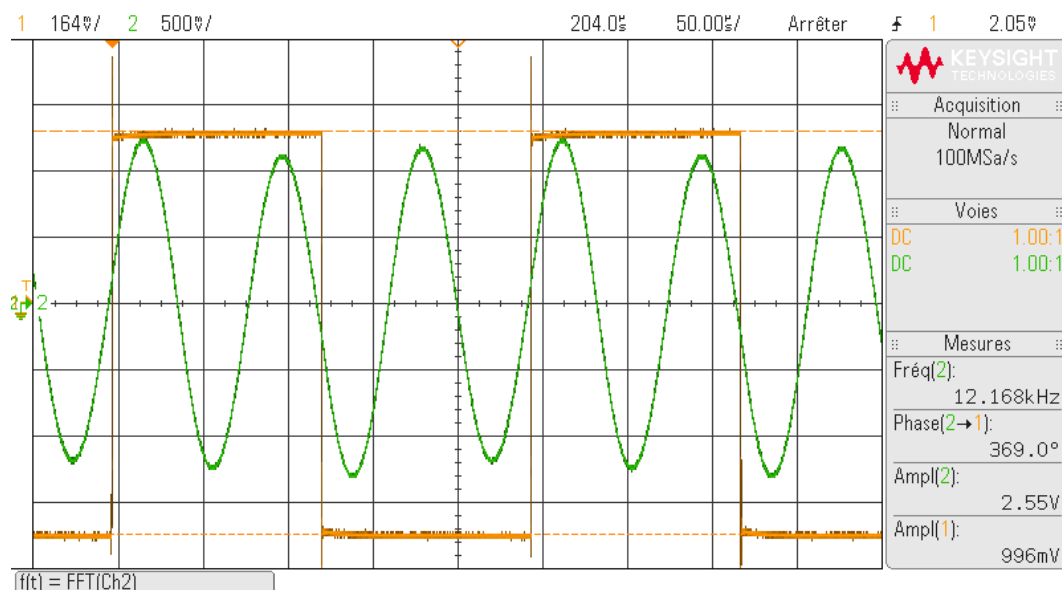


FIGURE 1 – Signaux temporels (en voie 1, jaune l'entrée s_1 ; en voie 2, verte, la sortie s_3)

Q9. 📐 Commenter vos observations.

Solution: On observe un signal sinusoïdal (enfin, presque), de fréquence trois fois celle du créneau (chouette!), on observe tout de même une légère ondulation de l'amplitude à la fréquence du créneau. Le fondamental n'a pas été parfaitement supprimé.

Q10. Quantifier la qualité du filtrage effectué en exploitant les spectres.

Solution:

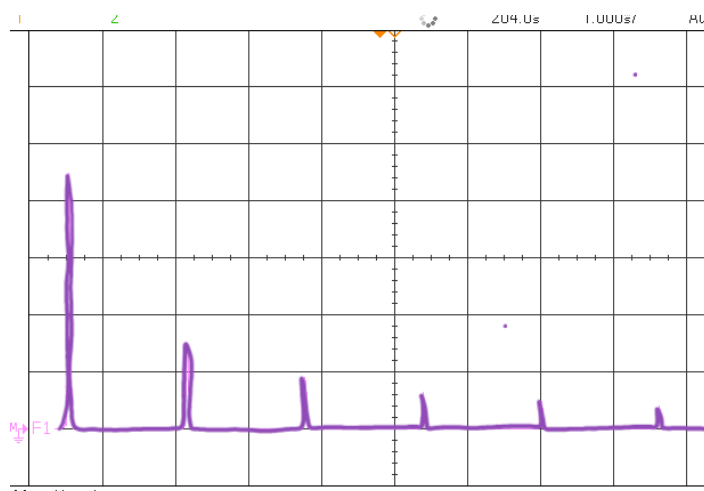


FIGURE 2 – Spectre du signal s_1 (créneau de fréquence $f = 4045$ Hz)

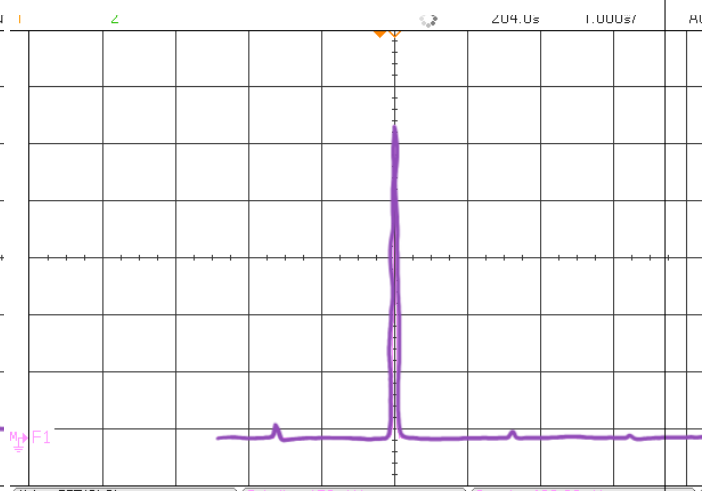


FIGURE 3 – Spectre du signal s_3 (sinus de fréquence $f = 12135$ Hz)

Valeurs efficaces des harmoniques :

f_n (Hz)	4050	12160	20240
$S_{1,\text{eff},n}$ (mV)	435	147	88
$S_{3,\text{eff},n}$ (mV)	29	872	17

Bilan

Conclure le TP sur la (les) problématique(s) qui se pose(nt) lors de la mise en cascade de plusieurs blocs.

Solution:

La mise en cascade est une nécessité lorsque l'on veut effectuer plusieurs opérations à la suite. Ici, nous souhaitons sélectionner un harmonique d'amplitude relativement faible, une amplification était nécessaire.

Cependant la mise en cascade peut réserver des surprises car sans faire attention, le fait de brancher une circuit en sortie d'un premier peut modifier le premier si le courant en entrée du deuxième n'est pas nul.

Pour ne pas se retrouver dans une telle situation il faut garder en mémoire qu'un bloc n'est pas perturbé par le suivant si **l'impédance d'entrée du suivant est très grande devant l'impédance de sortie du précédent**. Alors la fonction de transfert du montage complet est égale au produit des fonctions de transfert, ce qui traduit le fait que chaque montage fonctionne quand il est en cascade exactement comme prévu lorsqu'il est à vide.

L'utilisation des montages à ALI permet facilement de vérifier cette condition, car ils sont d'impédance de sortie nulle, et peuvent être construits pour être d'impédance d'entrée infinie. Assurant ainsi de fait la condition de mise en cascade.

Le montage suiveur peut ainsi être interposé entre deux montages à la seule fin d'assurer la condition sur les impédances d'entrée et de sortie.

Pour amplifier l'amplitude, il est préférable d'utiliser un **amplificateur non inverseur** plutôt qu'un inverseur (qui n'as pas une impédance d'entrée infinie).

Bien évidemment, les montages à ALI présentent d'autres problèmes, je n'en dis pas plus (teasing pour la 2^e année!).