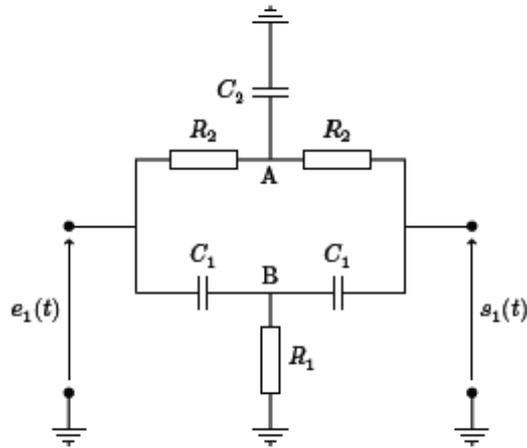


PSI 2017 - 2018*
TD PHYSIQUE N°1
FILTRAGE - ANALYSE DE FOURIER

EXERCICE 1 : Filtre réjecteur

On étudie le filtre ci-dessous :

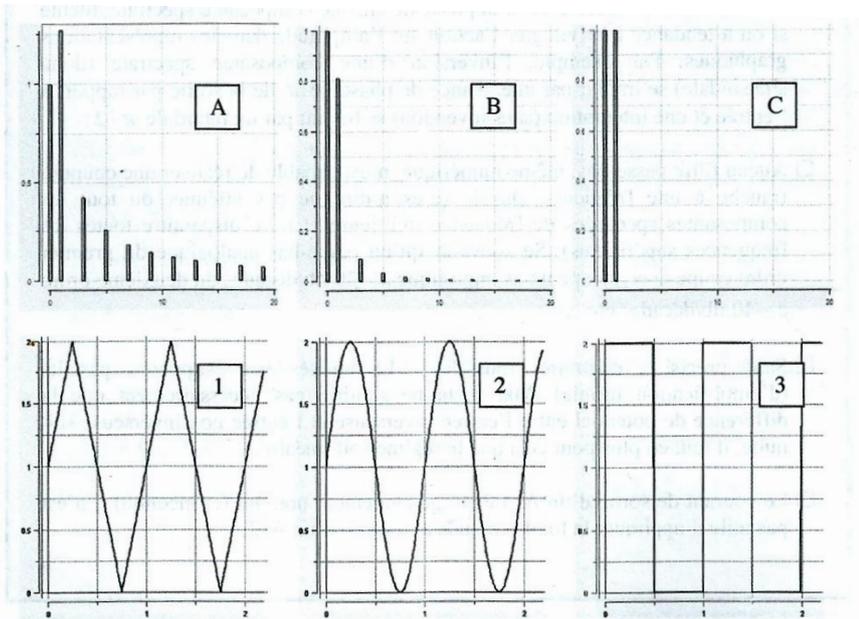


On donne : $R = R_1 = \frac{R_2}{2} = 16 \text{ k}\Omega$ et $C = C_1 = \frac{C_2}{2} = 1,1 \mu\text{F}$.

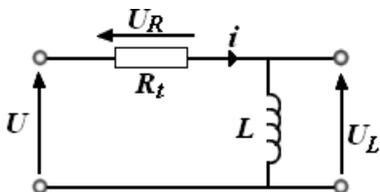
Montrer que ce filtre ne transmet pas les signaux dont la fréquence est voisine de $f_0 = \frac{1}{2\pi * 2RC}$.

EXERCICE 2 : Spectres et filtrages

- Mettre les spectres A, B et C (pour lesquels l'abscisse est en kHz et l'ordonnée en V) en correspondance avec les signaux 1, 2 et 3.



- On considère le circuit ci-dessous, avec $R = 63 \Omega$ et $L = 0,1 \text{ H}$:

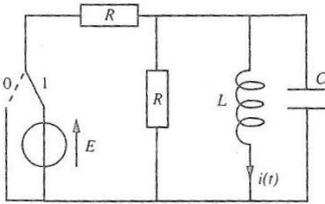


- ✓ Déterminer sans calcul la réponse du filtre aux signaux du 1.
- ✓ Les valeurs choisies pour R et L sont-elles susceptibles de poser des problèmes lors d'une réalisation expérimentale au laboratoire ?
- ✓ Proposer un autre circuit du premier ordre jouant le même rôle que le précédent mais sans les inconvénients correspondants ; on donnera des valeurs numériques à ces composants.

EXERCICE 3 : Réponse indicielle

On considère le circuit ci-dessous modélisant une partie d'installation industrielle (d'où les valeurs particulières de R, L et C) :

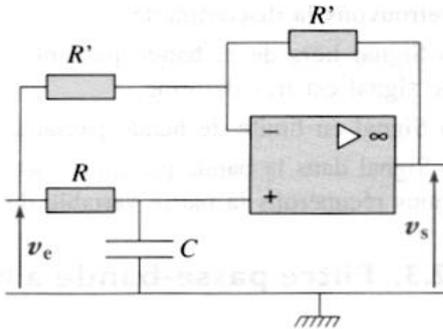
$E = 60 \text{ V}$; $R = 6,25 \Omega$; $L = 1 \text{ H}$; $C = 4 \cdot 10^{-2} \text{ F}$.



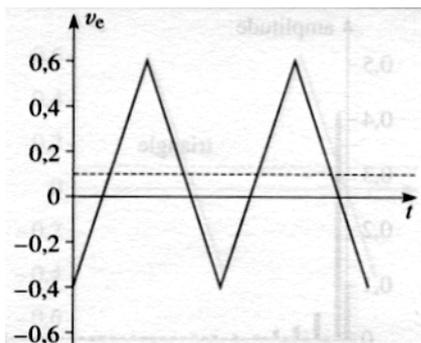
A l'instant $t = 0$ l'interrupteur est basculé de la position 0 (dans laquelle il se trouvait depuis « suffisamment longtemps ») vers la position 1 ; déterminer complètement et tracer $i(t)$.

EXERCICE 4 : Déphaseur pur d'ordre 1

On s'intéresse au circuit ci-dessous pour lequel l'AO est idéal et fonctionne en régime linéaire :



1. Déterminer la fonction de transfert de ce filtre et tracer le diagramme de BODE correspondant en amplitude et en phase sous la forme $G_{dB}(\log(x))$ et $\phi(\log(x))$, où $x = \frac{f}{f_0}$ et $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$.
2. Déterminer l'équation différentielle régissant l'évolution de v_s en fonction de v_e .
3. Discuter de la stabilité de ce montage.
4. Le filtre est attaqué par un signal triangulaire de fréquence f , d'amplitude crête à crête de 1 V et de valeur moyenne égale à 0.1 V, dont le tracé temporel et la décomposition en série de Fourier sont donnés ci-dessous :



$$v_e(t) = 0.1 - \frac{4}{\pi^2} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\cos[(2p+1)2\pi ft]}{(2p+1)^2}$$

On cherche à déterminer la réponse de ce filtre pour trois fréquences du signal d'entrée :

$$f = f_0; f = \frac{f_0}{20}; f = 20f_0.$$

On veut pour cela trouver la réponse du fondamental et des premiers harmoniques afin de déterminer une reconstitution approchée du signal de sortie.

- Indiquer le principe de cette reconstitution.
- Les tableaux ci-dessous donne les coefficients en amplitude et les phases du fondamental et des 5 premiers harmoniques non nuls des signaux de sortie en fonction de f/f_0 pour chacun des trois cas.

Amplitude et déphasage des premiers harmoniques du signal de sortie

f/f_0	Φ_n	C_n
0.05	- 0.09	0.405
0.15	- 0.29	0.045
0.25	- 0.49	0.016
0.35	- 0.67	0.008
0.45	- 0.84	0.005
0.55	- 1.01	0.003

f/f_0	Φ_n	C_n
1	- 1.57	0.405
3	- 2.50	0.045
5	- 2.75	0.016
7	- 2.86	0.008
9	- 2.92	0.005
11	- 2.96	0.003

f/f_0	Φ_n	C_n
20	- 3.04	0.405
60	- 3.11	0.045
100	- 3.122	0.016
140	- 3.127	0.008
180	- 3.130	0.005
220	- 3.132	0.003

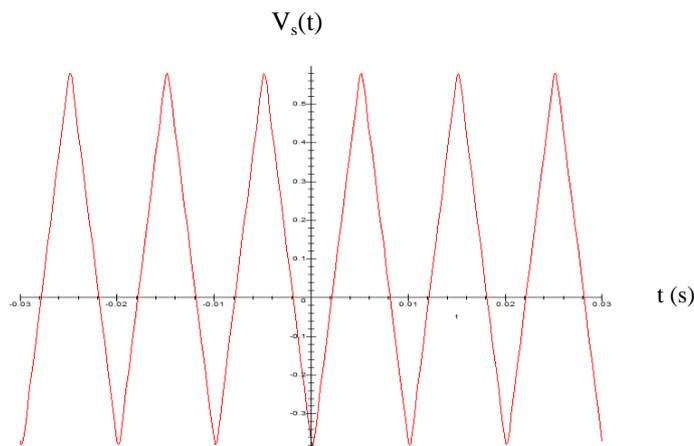
Fréquence $f = \frac{f_0}{20}$

Fréquence $f = f_0$

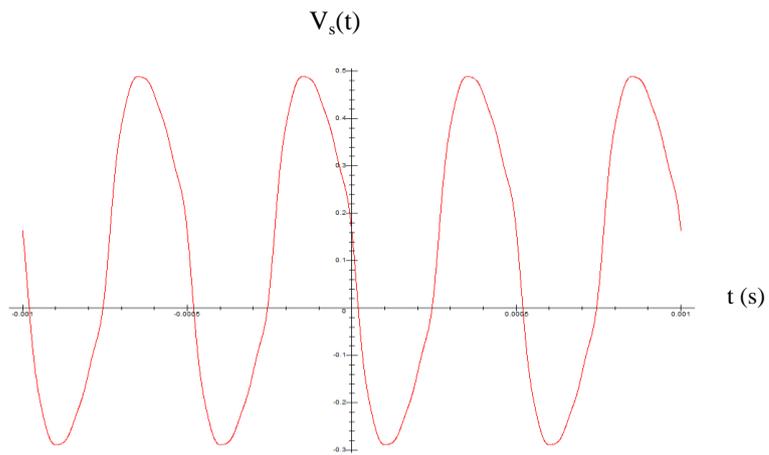
Fréquence $f = 20f_0$

- Retrouvez les résultats de l'un quelconque de ces tableaux.
 - Construire un diagramme à trois dimensions (rang de l'harmonique en x, phase en y et amplitude en z) regroupant les résultats ci-dessus. Commentez le diagramme obtenu.
- c. Les courbes ci-dessous donnent le tracé des trois fonctions $v_s(t)$ pour chacune des fréquences, sachant que $f_0 = 2$ kHz.

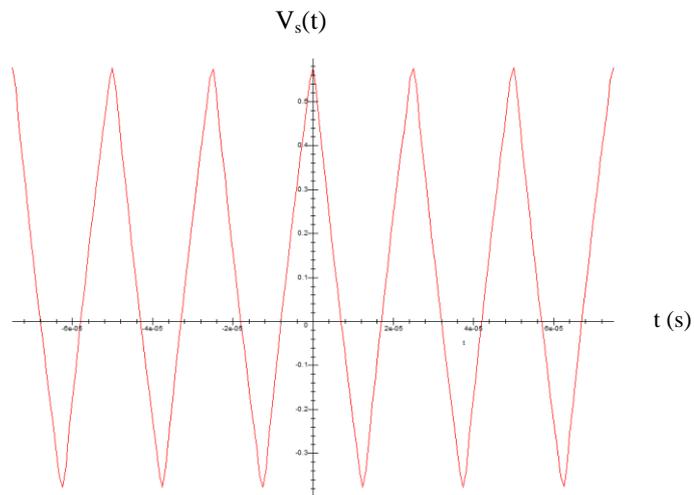
- A l'aide des résultats précédents, retrouvez le tracé de la courbe pour $f = f_0$.
- Pouvait-on prévoir *a priori* les résultats pour $f = \frac{f_0}{20}$ et $f = 20f_0$?



Tracé de $v_s(t)$ pour $f = \frac{f_0}{20}$



Tracé de $v_s(t)$ en fonction de t pour $f = f_0$



Tracé de $v_s(t)$ pour $t = 20f_0$