TD Filtrage linéaire - Correction

Exercice 1 : Spectre d'un signal (61, 62, 63, 64)

2. La valeur moyenne du signal est $< x >= 32{,}5\ mV$.
3. L'harmonique 32 a une fréquence de 36 MHz, le fondamental est donc à $f_0 = \frac{36}{32} = 1{,}125\ MHz$.
4. L'harmonique n a une amplitude $A_n = 2aE\frac{\sin(n\pi a)}{n\pi a}$.
5. L'harmonique 8 est le premier harmonique nul, donc $sin(8\pi a) = 0$ soit $8\pi a = \pi$ et donc $a = \frac{1}{8} = 0{,}125$.
6. La largeur des impulsions vaut $aT = 0{,}111\ \mu s$, et son inverse $\frac{1}{aT} = 9\ MHz$ donne la fréquence de l'harmonique nul.
7. On a $< x >= aE = 32{,}5\ mV$. Alors $E = 260\ mV$.
8. La valeur efficace vaut $x_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^{aT} E^2 dt} = \sqrt{a}E = 92\ mV$. Le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égal a la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.

Exercice 2 : Passe-bas (65, 66)

1. $fc = \frac{1}{2\pi\tau} = 5{,}0\ kHz$.
2. $\underline{H_1} = \frac{\frac{R_0}{R_0+R}}{1+j(C+C_0)\omega\frac{RR_0}{R_0+R}}$. On a toujours un filtre passe bas.
3. $\tau' = (C + C_0)\frac{RR_0}{R_0+R}$ alors $f'c = 5{,}1\ kHz$, $G_0 = 20\log\left(\frac{R_0}{R_0+R}\right) = -4{,}5\ dB$, $Gc = G_0 - 20\log(\sqrt{2}) = -7{,}5\ dB$
4. On n'a pas tenu en compte de la capacité introduite par la chaine de mesure.
5. On rajoute une capacité en parallèle à C_0 On a $5{,}7dB = 20\log\left(\sqrt{1+\frac{\omega_c^2}{\omega_{c'}^2}}\right)$ alors $\frac{\omega_c^2}{\omega_{c'}^2} = 10^{0{,}57} - 1$ alors $\omega_{c'} = 19471 s^{-1} = \frac{R_0+R}{(C+C_0+C_s)RR_0}$ alors $C + C_0 + C_s = 127pF$ donc $Cc = 50\ pF$.

Exercice 3 : Filtre de Wien (66, 67, 70)

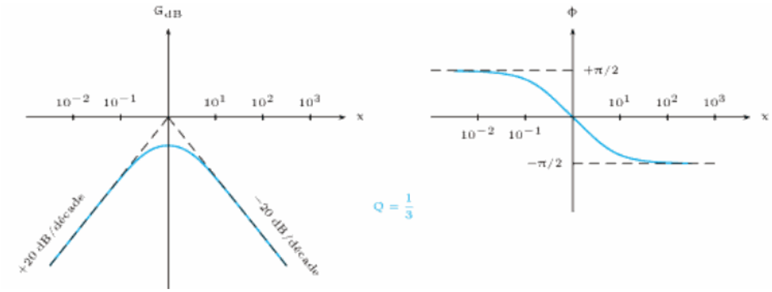
1. On a $H = \frac{vs}{ve} = \frac{\frac{1}{\frac{1}{R}+jC\omega}}{R+\frac{1}{jC\omega}+\frac{1}{\frac{1}{R}+jC\omega}} = \frac{H_0}{1+jQ(x-\frac{1}{x})}$

   avec $H_0 = \frac{1}{3}$, $Q = \frac{1}{3}$ et $\omega_0 = \frac{1}{RC}$
2. $G_{dB} = 20\log(H_0) - 20\log\left(\sqrt{1+Q^2\left(x-\frac{1}{x}\right)^2}\right)$ et

   $\varphi = -\arctan\left(Q\left(x-\frac{1}{x}\right)\right)$

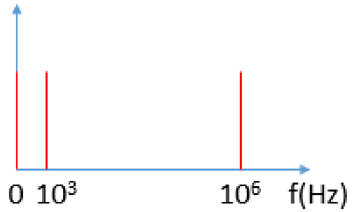
   Pour $x < 0$ le filtre se comporte comme un dérivateur.
   Pour $x > 0$ le filtre se comporte comme un intégrateur.
3. $G_{dBmax} = 20\log(H_0) = -20\log(3) = -9{,}5dB$ alors $\varphi = 1$
4. On cherche les fréquences telles que $|H(fc)| = \frac{|Hmax|}{\sqrt{2}}$ ce qui revient à résoudre $1 + Q^2\left(x-\frac{1}{x}\right)^2 = 2 \Leftrightarrow Qx^2 \pm x - Q = 0$

   Les deux solutions positives sont $x_{1/2} = \frac{\pm 1+\sqrt{1+4Q^2}}{2Q}$

   La bande passante vaut alors $x_2 - x_1 = \frac{1}{Q}$ soit $\Delta f = \frac{f_0}{Q}$
5. 

Exercice 4 : Filtrage d'un signal (69, 71)

1. Le signal est composé : d'un offset (valeur continu), d'une fréquence faible et d'une fréquence forte.



2. 1) Composante continu et fréquence de 1kHz
   2) Fréquence 1MHz
   3) Fréquence de 1kHz
   4) Composante continu et fréquence de 1MHz
   Le plus intéressant est le 1er filtre car on a supprimé les fortes fréquences pour lisser le signal.
3. Pour se rapprocher d'un filtre idéal (par exemple passe bas) on peut mettre plusieurs filtres en cascade, en veillant bien à respecter la condition $\underline{Ze_{n+1}} \gg \underline{Zs_n}$ pour pouvoir multiplier les fonctions de transferts.