UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Faculté de génie
Département de génie électrique et génie informatique

RAPPORT APP2

Électronique analogique I : Maths des signaux à temps continu
GEN 211

Présenté à
Équipe de formateurs de la session S2

Présenté par
Raphael Bouchard – bour0703
Alexis Guérard – guea0902

Sherbrooke – 1er février 2023

1. CALCUL DES PARAMÈTRES DU FILTRE PASSE-BANDE 5 KHZ

Pour calculer les paramètres du filtre passe-bande, il faut commencer par formuler mathématiquement le développement en série de Fourier du signal appliqué à l'entrée du filtre. Ce signal est une onde carrée avec un rapport cyclique d'environ 50%, une fréquence de 1000 Hz, allant de 0 V à 10 V.

$$T = \frac{1}{1000} = 0{,}001\ s$$

$$w_0 = 2\pi f = 2\pi * 1000 = 2000\pi$$

$$x(k) = \frac{1}{T}\int_{t=0}^{T} x_p(t)e^{-jkw_0 t}dt$$

Pour k ≠ 0 ;

$$x(k) = \frac{1}{T}(\int_{0}^{0,5T} x_p(t)e^{-jkw_0 t}dt + \int_{0,5T}^{T} x_p(t)e^{-jkw_0 t}dt)$$

$$x(k) = \frac{1}{T}(\int_{0}^{0,5T} x_p(t)e^{-jkw_0 t}dt + 0)$$

$$x(k) = \frac{1}{T}(-\frac{10e^{-jkw_0 t}}{jkw_0}|_0^{0,5T})$$

$$x(k) = 1000(-\frac{10e^{-jk2000\pi(0{,}0005)}}{jk2000\pi} + \frac{10}{jk2000\pi})$$

$$x(k) = (-\frac{10\,000e^{-jk2000\pi(0{,}0005)}}{jk2000\pi} + \frac{10\,000}{jk2000\pi})$$

$$x(k) = -\frac{5e^{-jk\pi}}{jk\pi} + \frac{5}{jk\pi}$$

$$x(k) = \frac{5}{jk\pi}(1 - \frac{e^{-jk\pi}}{jk\pi})$$

$$x(k) = \frac{10}{k\pi}e^{-\frac{jk}{2}}\left(\frac{e^{\frac{jk\pi}{2}} - e^{\frac{-jk\pi}{2}}}{2j}\right)$$

$$x(k) = \frac{10}{k\pi} e^{-\frac{jk\pi}{2}} \sin\left(\frac{\pi k}{2}\right)\ pour\ k \neq 0$$

Pour k = 0 :

$$x(0) = \frac{1}{T}\int_0^{0,5T} 10e^{-j0w_0t}dt$$

$$x(0) = \frac{1}{T}\int_0^{0,5T} 10e^{0}dt$$

$$x(0) = \frac{1}{T}\int_0^{0,5T} 10dt$$

$$x(0) = \frac{1}{T}(10t|_0^{0,5T})$$

$$x(0) = \frac{1}{T}(5T)$$

$$x(0) = 5$$

On trouve maintenant le module du gain k de la 5e harmonique pour trouver les réponses des contraintes de la problématique, soit que l'amplitude de la sinusoïde à la sortie soit de 4 V_{pointe} et que les autres harmoniques soit inférieure d'au moins 15 dB à celle de la 5ième harmonique.

$$x(5) = \frac{10}{5\pi} * 1 * \sin\left(\frac{5\pi}{2}\right) = \frac{2}{\pi}$$

On multiplie ensuite le k par 2 pour avoir l'amplitude totale et on divise ce résultat au chiffre 4 à cause de l'amplitude de sortie voulue de la sinusoïde pour avoir le gain K.

$$\frac{2}{\pi} * 2 = \frac{4}{\pi}$$

$$K = \frac{\frac{4}{\pi}}{4} = \pi$$

La valeur du gain K est donc de π.

La fréquence centrale f_0 a été déduis à 5000 Hz, car la sinusoïde est à 5000 Hz. Pour trouver la valeur de Q théorique, il faut utiliser la fonction de transfert harmonique donné dans le guide étudiant. Il faut également utiliser l'harmonique pour compléter la formule. La troisième a été utilisé, car la quatrième harmonique donne 0.

$$x(3) = \frac{10}{3\pi} * 1 * \sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) = 1{,}061$$

$$2 * 1{,}061 = 2{,}12$$

X_1 peut être trouver à l'aide des informations contenues dans le guide étudiant, soit que l'amplitude des autres harmoniques soit inférieure d'au moins 15 dB.

$$dB = 20 \log\left(\frac{x_1}{x_2}\right)$$

$$-15 = 20 \log\left(\frac{x_1}{4}\right)$$

$$-0{,}75 = \log\left(\frac{x_1}{4}\right)$$

$$0{,}71 = x_1$$

On trouve ensuite le module de H(f).

$$\frac{0{,}71}{2{,}12} = 0{,}34$$

On isole ensuite Q dans la formule de la fonction de transfert harmonique.

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

$$Q = \sqrt{\frac{\frac{K^2}{|H(f)|^2} - 1}{\left(\frac{f}{f_0} + \frac{f_0}{f}\right)^2}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{\frac{\pi^2}{0{,}34^2} - 1}{\left(\frac{3}{5} + \frac{5}{3}\right)^2}}$$

$$Q = 8{,}61$$

Puisque la valeur de Q calculée est inférieure à la plage demandée dans le guide étudiant, celle-ci sera donc de 10 pour les prochains calculs dans le but de respecter les conditions et pour rester près de la valeur calculée.

Pour les résistances, il suffit ensuite d'utiliser les formules fournies dans le guide étudiant afin de trouver les résistances R_{29} R_{30} R_{31}. Les formules fournies sont :

$$w_o^2 = \frac{1}{R_{30}C_{32}C_{33}}\left(\frac{1}{R_{29}} + \frac{1}{R_{31}}\right)$$

$$\frac{w_0}{Q} = \frac{(C_{32} + C_{33})}{R_{30}C_{32}C_{33}}$$

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

On sait que les condensateurs C_{32} et C_{33} ont chacun une valeur de $1nF$ donc pour trouver les valeurs des résistances il suffit d'utiliser ces 3 formules. Pour R_{30} :

$$\frac{w_0}{Q} = \frac{(C_{32} + C_{33})}{R_{30}C_{32}C_{33}}$$

$$w_0 = 10\,000\pi$$

$$Q = 10$$

$$\frac{10\,000\pi}{10} = \frac{1nF + 1nF}{R_{30} * 1nF * 1nF}$$

$$R_{30} = 636\,620\Omega$$

Pour R_{29} :

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

$$\pi = \frac{636\,620 * \ 1nF}{R_{29}(1nF + 1nF)}$$

$$R_{29} = 101\,321\ \Omega$$

Pour R_{31} :

$$w_0^2 = \frac{1}{R_{30}C_{32}C_{33}}\left(\frac{1}{R_{29}} + \frac{1}{R_{31}}\right)$$

$$\pi^2 = \frac{1}{636\,620 * 1nF * 1nF}\left(\frac{1}{101\,321} + \frac{1}{R_{31}}\right)$$

$$R_{31} = 1\,617\ \Omega$$