Pour les séries de Fourier, nous avons utilisé un w_0 de 1000 Hz puisque la fréquence entrant dans le filtre passe-bande est un signal carré de 1 kHz avec une amplitude de 10V. Il peut donc être déterminer que la période est de 1/1000 sec. Il est aussi nécessaire d'utiliser x(t) = 10 puisque la variation se fait entre 10V et 0V, il n'y a donc pas de signal lorsque x(t) = 0.

$$x(t) = 10 \qquad w_0 = 1000 * 2\pi \qquad T = 0{,}001\, sec$$

Pour la résolution avec la série de Fourier, l'exponentiel a été simplifié par u pour trouver la formule générale du circuit et par la suite avoir accès à cette formule pour calculer la valeur de X à n'importe quelle valeur de k.

$$u = -jw_0kt \qquad dt = \frac{du}{-jw_0k}$$

$$X_k = \frac{1}{T}\int_{t=0}^{t=T} x(t)e^{-jw_0kt}dt$$

$$X_k = \frac{1}{0{,}001}\int_{t=0}^{t=T} 10 * e^{u}du$$

L'intégrale doit être faite de 0 à 0,0005 puisque c'est la moitié de T. Nous choisissons cette période puisque 50% du signal de l'onde carré est à 10V et l'autre moitié lorsqu'elle est à 0V. Il y a donc seulement 50% qui est intéressant pour nous. Par la suite, une fois cette expression trouvée, il est possible de simplifier la fonction pour la rendre identique au théorème d'Euler pour simplifier encore plus. Le théorème d'Euler dit que : $\sin(\theta) = \frac{1}{2j}e^{j\theta} - e^{-j\theta}$. Il faut donc simplifier l'intégrale trouvée, pour transformer les exponentiels en sinus.

$$X_k = \frac{1000 * 10}{-jk\pi * 1000 * 2} * e^{-jkw_0}\Big|_0^{0{,}0005}$$

$$X_k = \frac{5e^{-\frac{jk\pi}{2}}}{k\pi} * \frac{e^{\frac{-jk\pi}{2}} - e^{\frac{jk\pi}{2}}}{-jk}$$

$$X_k = \frac{10e^{\frac{-jk\pi}{2}}}{k\pi} * \frac{e^{\frac{jk\pi}{2}} - e^{-\frac{jk\pi}{2}}}{2j}$$

$$X_k = \frac{10e^{\frac{-jk\pi}{2}}}{k\pi} * \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right)$$

Une fois la formule générale trouvée, il est possible de calculer la valeur à toutes les harmoniques. Pour trouver ces valeurs, nous trouvons les modules à l'harmonique (k) choisi grâce à la formule de module de la formule générale trouvé plus haut $|X_k| = \frac{10}{k\pi} * \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right)$. Donc pour la 5e harmonique on obtient :

$$|X_5| = \frac{10}{5\pi}\sin\left(\frac{5\pi}{2}\right)$$
$$|X_5| = 0{,}636619772$$

Il y a deux récurrences de la même amplitude dans le lieu de Bode, il faut donc prendre le module de l'harmonique et la multiplier par deux. Puisque la même valeur est retrouvée avant le f_0 et après le f_0.

$$|X_5| = 2 * 0{,}636619772$$
$$|X_5| = 1{,}273239545$$

Par la suite, nous savons que nous voulons une amplitude de 4V. De cette façon nous sommes capables de trouver la valeur de K dans la fonction transfert.

$$K = \frac{4}{|X_5|}$$
$$K = \frac{4}{1{,}273239545}$$
$$K = 3.141592654 = \pi$$

L'étape suivante est de trouver l'amplitude de l'harmonique précédente qui doit avoir un gain de -15 dB sur 4V. Cette différence est calculée en dB.

$$dB = 20 * \log\left(\frac{x_1}{x_0}\right)$$

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

$$x_1 = 4 * 10^{-\frac{15}{20}}$$

$$x_1 = 0{,}711311764$$

Comme dit plus haut, nous voulons savoir la différence entre l'harmonique 5 et l'harmonique précédente, dans ce cas si c'est l'harmonique 3 puisque la 4ème harmonique est nulle. Nous pouvons faire cela à cause de la formule générale que nous avons calculée plus haut. Comme dit plus haut, le lieu de Bode contient deux fois chaque point, il faut donc multiplier le résultat du module par 2.

$$|X_3| = \frac{10}{3\pi}|\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right)|$$

$$|X_3| = 1{,}061032954$$

$$|X_3| = 2 * \ 1{,}061032954$$
$$|X_3| = 2{,}122065908$$

Ensuite nous trouvons le module de gain en faisant la différence entre les deux.

$$|H(f)| = \frac{x_1}{|X_3|}$$
$$|H(f)| = \ 0.335197771$$

Pour trouver le Q nous devons mettre la valeur du gain trouvé plus haut ainsi que la valeur du K trouvé plus haut, dans la formule du lieu de Bode : $|H(f)| = \frac{K}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f}\right)^2}}$.

De plus nous savons que la fréquence f_0 = 5000 Hz et que l'harmonique précédent est égale à 3000 Hz il est donc possible de calculer la valeur de $\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$.

$$\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} = \frac{3000}{5000} - \frac{5000}{3000} = -1{,}066666667$$

Une fois toutes ces données trouvées, il reste simplement à entrer ces données et résoudre pour trouver Q.

$$0{,}335197771 = \frac{\pi}{\sqrt{1 + Q^2(-1{,}066666667)^2}}$$

$$Q = 8{,}73642590$$

Voici, le calcul de la résistance R_{30} avec un Q = 12 puisque le choix de paramètre du filtre doit être entre 10 et 14. Nous utilisons la fréquence f_0 de 5000 Hz, puisque c'est cette fréquence qui sera amplifiée le plus.

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

$C_{32} = 1\,nF$ $\qquad$ $C_{33} = 1\,nF$ $\qquad$ $w_0 = 5000 * 2\pi$

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

$$R_{30} = 12 * \frac{1 * 10^{-9} + 1 * 10^{-9}}{5000 * 2\pi * 1 * 10^{-9} * 1 * 10^{-9}}$$

$$R_{30} = 763\ 943{,}7268\ ohms$$

Calcul de la résistance R_{29} avec le K trouvé plus haut.

$$C_{32} = 1\ nF \qquad C_{33} = 1\ nF \qquad K = \pi$$

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

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

$$R_{29} = \frac{763\ 943{,}7268 * 1 * 10^{-9}}{\pi\big((1 * 10^{-9}) + (1 * 10^{-9})\big)}$$

$$R_{29} = 121\ 585{,}4204\ ohms$$

Calcul de la résistance R_{31} avec le même w_0 que lors du calcul de R_{30}.

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

$$R_{31} = \frac{1}{w_0^2 R_{30}C_{32}C_{33} - \frac{1}{R_{29}}}$$

$$R_{31} = \frac{1}{(5000 * 2\pi)^2 * 763\ 943{,}7268 * 10^{-9} * 10^{-9} - \frac{1}{121\ 585{,}4202}}$$

$$R_{31} = \ 1\ 340{,}918343\ ohms$$