

Travaux pratiques de module Fonction de l'Electronique

TP N° 02 Filtres actifs- passe haut de 1^{ier} ordre

I. Objectifs du TP

- Comprendre le principe de fonctionnement des filtres actifs passe haut de premier ordre.
- Dimensionner les composants passifs (constituant le filtre) selon un gain et une fréquence de coupure désirés.
- Visualiser et interpréter le graphe de Bode et la forme du signal filtré.

II. Partie théorique

Le circuit électrique du filtre passe haut premier ordre est représenté dans la figure (1).

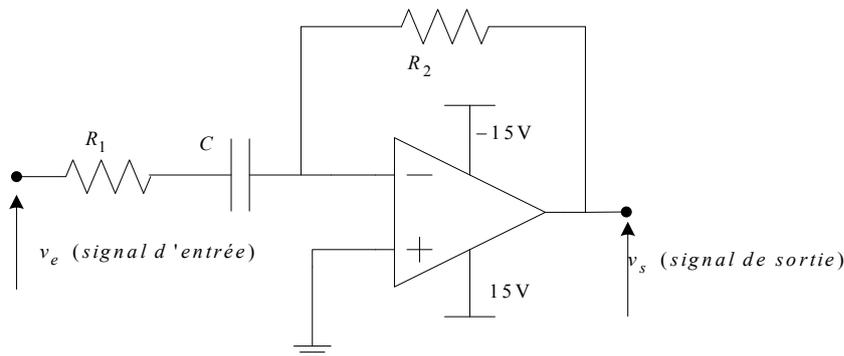


Figure (1): Circuit électrique d'un filtre actif passe haut d'ordre 1.

II. 1. Fonction transfert du filtre passe haut du premier ordre

- La fonction transfert H_s du filtre passe haut est calculée comme suit :

$$H_s = \frac{v_s(t)}{v_e(t)} = -R_2 / R_1 \frac{j\omega}{(j\omega + \frac{1}{R_1 C})} = K \frac{j \frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}} \quad (1)$$

Où $K = -R_2 / R_1$ représente le gain du filtre, $\omega_c = \frac{1}{R_1 C}$ représente la pulsation de coupure et $\omega = 2\pi f$.

Pour tracer le digramme de Bode, il est nécessaire de calculer l'expression du gain (module) $|H_s|$ et l'argument (phase) θ de la fonction de transfert.

A partir de l'équation (1) ; le module et l'argument de la fonction transfert sont calculés comme suit:

$$|H_s| = |K| \left| j \frac{\omega}{\omega_c} \right| / \left| 1 + j \frac{\omega}{\omega_c} \right| \quad (2)$$

$$\theta = \arg(jK\omega / \omega_c) - \arg(1 + j \frac{\omega}{\omega_c}) = -\frac{\pi}{2} - \arctan(\omega / \omega_c)$$

L'argument de la fonction transfert θ est calculé par : $\theta = -\frac{\pi}{2} - \arctan(\frac{\omega}{\omega_c})$.

II. 2. Diagramme de Bode du filtre passe haut du premier ordre

A partir de l'équation (2),

Lorsque :

$$\omega \rightarrow 0, |H_s| \rightarrow |K| \left| j \frac{\omega}{\omega_c} \right| \Rightarrow |H_s|_{dB} = 20 \log |H_s| \rightarrow 20 \log |K| + 20 \log \omega - 20 \log \omega_c \text{ et } \theta \rightarrow -\pi / 2$$

$$\text{Lorsque : } \omega = \omega_c, |H_s| = |K| \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow |H_s|_{dB} = 20 \log |K| - 3dB \text{ et } \theta = -3\pi / 4.$$

$$\text{Lorsque : } \omega \rightarrow \infty, |H_s| \rightarrow |K| \Rightarrow |H_s|_{dB} \rightarrow 20 \log |K| \text{ et } \theta \rightarrow -\pi.$$

Le diagramme du gain et de l'argument (phase) sont représentés respectivement dans les figures (2)(a) et (2)(b).

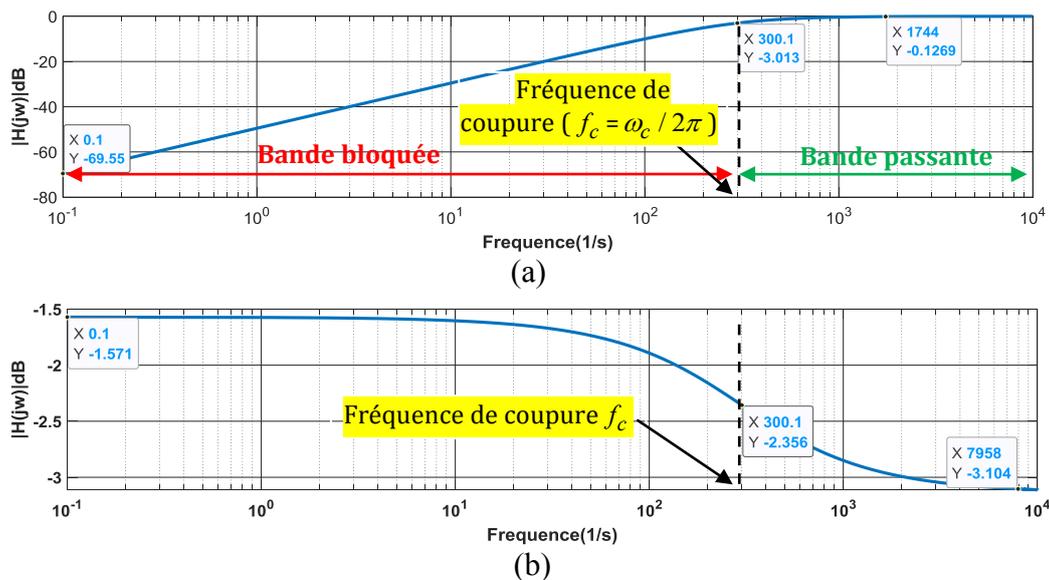


Figure (2) : Diagramme de Bode d'un filtre passe haut de premier ordre, (a) diagramme du gain, (b) Diagramme de phase ($R_2 = R_1 = 53\Omega; C = 10\mu F$).

III. Partie de simulation

En utilisant le logiciel Multisim, réaliser le circuit du filtre passe haut de la figure (3) ($R_2 = 53\Omega, R_2 = R_2 / 2 = 26.5\Omega; C = 10\mu F, v_e(t) = 50 \sin(20\pi t)$).

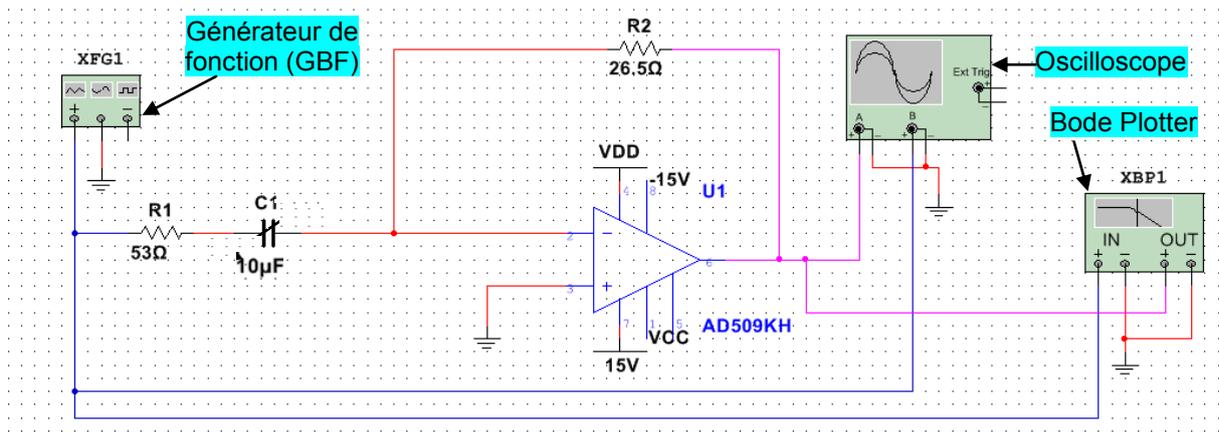


Figure (3): Circuit électrique du filtre passe haut 1^{ier} ordre.

Tâches demandées :

1. Calculer analytiquement la fréquence de coupure $f_c = \omega_c / 2\pi$ du filtre de la figure (3) et le gain en dB correspond à f_c .
2. Calculer le gain du filtre K .
3. Simuler le circuit de la figure (3) et à l'aide de l'instrument Bode Plotter :
 - 3.1. Visualiser le diagramme de gain et de la phase ;
 - 3.2. En utilisant la barre rouge verticale de l'instrument, mesurer la fréquence de coupure f_c et le gain correspond. Vérifiez si les valeurs obtenues sont conformes avec votre réponse sur la question 1 ?
 - 3.3. La fréquence de coupure correspond-elle à un gain de -3dB ? donnez une interprétation mathématique.
4. À l'aide de l'oscilloscope visualiser le signal de sortie $v_s(t)$ pour un signal d'entrée $v_e(t)$ sinusoïdal d'amplitude 10V et de fréquence 10Hz, puis de 100Hz, 1kHz et de 10kHz. Observez-vous une relation entre l'amplitude du signal de sortie et la fréquence du signal d'entrée? si oui ou non donner une interprétation.
5. Pour un condensateur de $C = 100\mu F$, dimensionner R_1 et R_2 pour avoir une fréquence de coupure $f_c = 100\text{Hz}$ et un gain $K = 2$. Présenter dans votre compte-rendu :
 - 5.1. Le diagramme de gain et le diagramme de la phase ;
 - 5.2. Le signal de sortie $v_s(t)$ pour $v_e(t) = 10\sin(10\pi t)$;
 - 5.3. Le signal de sortie $v_s(t)$ pour $v_e(t) = 10\sin(10^3\pi t)$;
6. Dans votre conclusion :
 - Expliquer dans quelques lignes le principe de fonctionnement du filtre passe haut du 1^{ier} ordre
 - Donner une petite comparaison entre le filtre passe bas et passe haut étudiés.