

Compte rendu de TP : Filtre du second ordre

CHARNAY Valentin, FINOT Sylvain

17 novembre 2016

L'objectif de ce TP est d'étudier un système électronique du second ordre et en comprendre le fonctionnement et ses applications.

1 Réponse fréquentielle d'un système du second ordre

1. Module et phase de $H(j\omega)$ avec :

$$H(j\omega) = \frac{V_s}{V_e}(j\omega) = \frac{K}{1 + 2z\frac{j\omega}{\omega_n} + \left(j\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}$$

$$\Rightarrow |H(j\omega)| = \frac{|K|}{|1 + 2z\frac{j\omega}{\omega_n} + \left(j\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2|} = \frac{K}{\sqrt{\Omega}}$$

$$\text{Avec } \Omega = \left(1 + 2z\frac{j\omega}{\omega_n} + \left(j\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right) \left(1 - 2z\frac{j\omega}{\omega_n} + \left(j\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right)$$

$$\Rightarrow |H(j\omega)| = \frac{K}{\sqrt{1 + (4z-2)\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^4}}$$

$$\text{Avec } \arg\left(\frac{1}{1+x}\right) = -\arctan(x)$$

$$\text{Soit } \phi = \arg(H(j\omega)) = -\arctan\left(\frac{2z\frac{\omega}{\omega_n}}{1 - \frac{\omega}{\omega_n}}\right)$$

2. Asymptote de $|H(j\omega)|$

- Asymptote en $\omega \rightarrow 0$:

$$|H(j\omega)| \underset{0}{\sim} \frac{K}{\sqrt{1}} = K$$

- Asymptote en $\omega \rightarrow \infty$:

$$|H(j\omega)| \underset{+\infty}{\sim} \frac{K}{\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^4}}$$

$$\Rightarrow |H(j\omega)| \underset{+\infty}{\sim} K \left(\frac{\omega_n}{\omega}\right)^2$$

$$\text{On peut alors que } H(j\omega)|_{dB+\infty} = 20.\log(K \left(\frac{\omega_n}{\omega}\right)^2)$$

$$\Rightarrow H(j\omega)|_{dB+\infty} = -40.\log(K \frac{\omega}{\omega_n})$$

On a bien une pente de -40 dB/décade.

2 Application au filtre de Sallen Key

1. a compléter
2. à compléter
3. Application numérique :

R_b	K	A_v	z	f_n	Q
		$1 + R_b/R_a$	$(3 - A_v)/2$	$1/(2RC\pi)$	$1/2z$
0		1	1	1591,6	0,5
500		1,5	0,75	1591,6	0,33
1000		2	0,5	1591,6	0,25
1500		2,5	0,25	1591,6	0,2
2000		3	0	1591,6	0,17

Données:

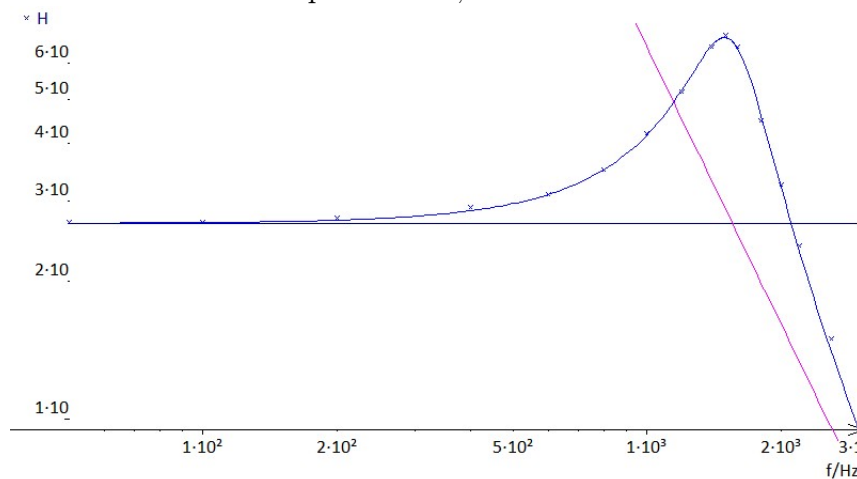
$R = 10 \text{ k}\Omega$

$C = 10 \text{ nF}$

$R_a = 1 \text{ k}\Omega$

3 Excitation en régime sinusoïdal forcé

1. Théoriquement, nous avons comme tension d'entrée $V_e = 200 \text{ mV}$ et comme tension de sortie $V_s = 550 \text{ mV}$. Soit un gain basse fréquence $\frac{V_s}{V_e} = 2.75$
Expérimentalement, on mesure un gain de 2.5 ce qui est relativement proche de notre valeur théorique.
2. Fonction de transfert pour $z = 0,2$



On lit alors

sur le graph les valeurs de f_n et ainsi f_r :

$$f_n = 1560 \text{ Hz soit } f_r = f_n \cdot \sqrt{1 - 2z^2} = 1496 \text{ Hz}$$

On observe aussi la fréquence de coupure $f_c = 2100 \text{ Hz}$