

Travaux pratiques

D'Electricité – Electronique

IUT GEII Neuville sur Oise

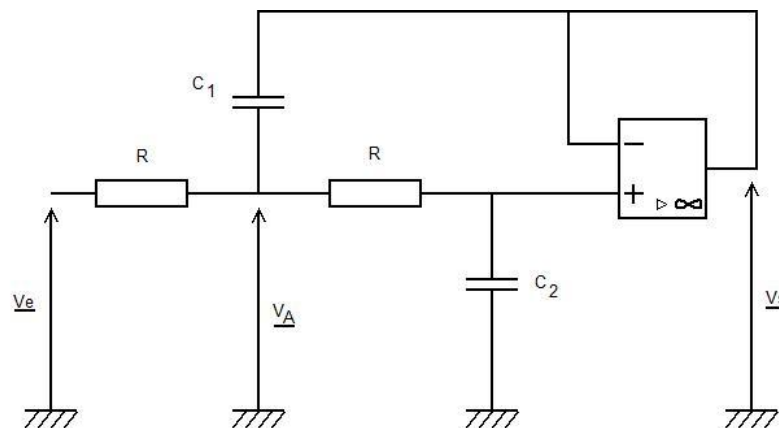
Etude d'un filtre passe bas du 2nd ordre

Objectifs :

- Etablir les relations des paramètres du filtre du second ordre (fréquence propre f_0 et facteur d'amortissement m) sur une structure de Sallen-Key et prédéterminer l'allures des diagrammes de Bode.
- Savoir effectuer les mesures pour tracer les diagrammes de Bode d'un filtre du second ordre pour différents facteurs d'amortissements.

1. Travail de préparation théorique

Le montage de Sallen-Key permettant de réaliser un filtre passe bas du second ordre (avec une amplification statique égale à 1) est le suivant :



1. Montrer que :

$$\underline{V_A} = \frac{V_S(1 + jRC_1\omega) + V_E}{2 + jRC_1\omega}$$

2. Montrer que :

$$\underline{V_S} = \frac{V_A}{1 + jRC_2\omega}$$

3. A l'aide des expressions précédentes montrer que la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega)$ du montage est :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{1}{1 + j2RC_2\omega + (j\omega)^2 R^2 C_1 C_2}$$

4. La fonction de transfert canonique (normalisée) d'un filtre passe bas du second ordre est :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{1}{1 + 2m \frac{j\omega}{\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Par identification, donner les expressions du facteur d'amortissement m et de la pulsation propre ω_0 en fonction des valeurs des résistances et des capacités du montage.

5. On souhaite fixer la valeur de ω_0 à 10^4 rad.s^{-1} . Les valeurs des composants mis à disposition sont les suivantes :

Pour R : 1,8 k Ω 2,2 k Ω 22 k Ω .

Pour C_1 et C_2 : 1nF 22nF 33nF 47nF 68nF

Trouver les valeurs de R, C_1 et C_2 qui permettent de régler au plus près les valeurs du tableau suivant, puis compléter celui-ci.

Valeurs souhaitées			Valeurs normalisées			Valeurs exactes		
$\omega_0(\text{rad.s}^{-1})$	f_0 (Hz)	m	R (k Ω)	C_1 (nF)	C_2 (nF)	$\omega_0(\text{rad.s}^{-1})$	f_0 (Hz)	m
10^4		0,2						
		0,7						
		1,2						

6. Tracer les diagrammes asymptotiques de Bode puis l'allure des courbes réelles (gain et phase) pour les valeurs de m du tableau précédent (valeurs souhaitées).

2. Manipulation

Une maquette de manipulation correspondant au montage étudié est mise à disposition. Sur cette maquette, il est possible, à l'aide de cavaliers, de régler les différentes valeurs de R, C_1 et C_2 .

2.1 Etude fréquentielle pour $m = 0,2$

A l'aide des cavaliers et de votre préparation théorique, sélectionner les composants permettant d'obtenir $m = 0,2$.

- Mesurer expérimentalement la fréquence propre f_0 . Préciser la méthode de mesure. Comparer avec l'étude théorique.
- Mesurer avec précision le gain maximum G_{\max} et la fréquence f_r correspondante.
- Tracer les diagrammes de Bode (gain et phase) sur une même feuille de papier semi-log. Effectuer une quinzaine de mesures dont en particulier les points correspondant à $f = f_0/10, f_0, 10 f_0, 20 f_0, 100 f_0$ et f_r .
- Mesurer également avec précision la fréquence de coupure à -3dB f_c . Préciser la méthode de mesure.
- A l'aide du document fourni en annexe, proposer une méthode pour déterminer le plus précisément possible le facteur d'amortissement m . Comparer la valeur de m obtenue avec celle prédéterminée dans l'étude théorique.

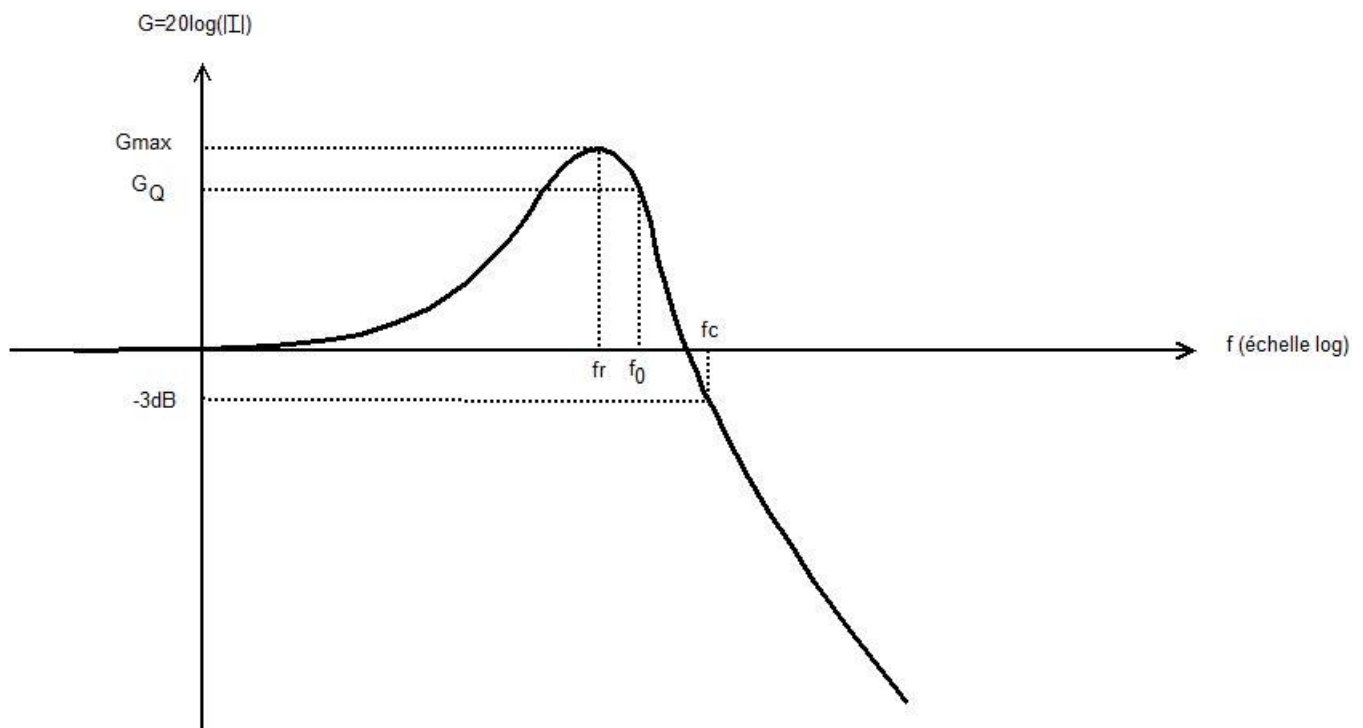
2.2 Etude fréquentielle pour $m=0,7$ et $m=1,2$

Reprendre l'ensemble des questions précédentes pour les valeurs de m indiquées ci-dessus. Tracer les diagrammes de Bode sur la feuille de papier semi-log utilisée pour $m=0,2$.

ANNEXE : Réponse fréquentielle d'un système du second ordre

Fonction de transfert :
$$T(jf) = \frac{1}{1 + 2m \frac{jf}{f_0} + \left(\frac{jf}{f_0}\right)^2}$$

Allure de la courbe de gain si $m < \frac{\sqrt{2}}{2}$



Fréquence de résonance f_r (si $m < \frac{\sqrt{2}}{2}$)	$f_0 \sqrt{1 - 2m^2}$
G_{max} (si $m < \frac{\sqrt{2}}{2}$)	$-20 \log(2m \sqrt{1 - m^2})$
G_Q	$-20 \log(2m)$
Fréquence de coupure f_c à -3dB	$f_0 \sqrt{1 - 2m^2 + \sqrt{1 + (1 - 2m^2)^2}}$

remarque: les expressions de la fréquence de coupure à -3dB f_c et de G_Q sont valables pour tout $m > 0$