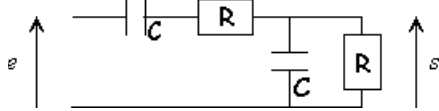


**Filtres passifs**

**Exo 1 : Pont de WIEN**

On considère le circuit ci-dessous, alimenté par une tension alternative sinusoïdale  $e$  d'amplitude constante.



- Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  du montage en fonction de  $x = RC\omega$
- Courbe de réponse en gain.

Etudier les variations du gain  $G_{dB}$  du module de la fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  du montage en fonction de  $X = \log x$ .

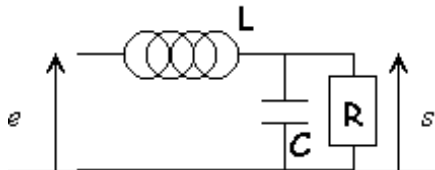
Déterminer la largeur de la bande passante.

Tracer la courbe de réponse en gain en fonction de  $X = \log x$ .

- Etudier les variations de l'argument de la fonction de transfert en fonction de  $X = \log x$ .

**Exo2 : Circuit passe bande du second ordre.**

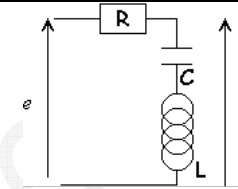
On considère le circuit ci-dessous, alimenté par une tension alternative sinusoïdale  $e$  d'amplitude constante.



- Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  du montage en fonction de  $x = \omega/\omega_0$ ,  $Q = L\omega_0/R$
- Déterminer l'expression de gain. Déterminer le comportement asymptotique de  $G_{dB}$ .  
Etudier les variations de la courbe de réponse en gain.
- Tracer la courbe de réponse en gain  $\log x$ .

**Exo 3 : Circuit coupe bande du second ordre.**

On considère le circuit ci-dessous, alimenté par une tension alternative sinusoïdale  $e$  d'amplitude constante.



- Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  du montage en fonction de  $x = \omega/\omega_0$ ,  $Q = 1/RC\omega_0$
- Déterminer l'expression de gain. Déterminer le comportement asymptotique de  $G_{dB}$ .
- Déterminer les limites de la bande de réjection. La bande de réjection est constituée de l'ensemble des fréquences pour lesquelles on a :  $H \leq H_{max}/\sqrt{2}$ .  
En déduire le comportement de la courbe de réponse en gain en fonction de la valeur du facteur de qualité  $Q$ . Tracer la courbe de réponse en gain en fonction de  $X = \log x$  et de la valeur de  $Q$ .

- Etudier les variations de l'argument de la fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  du montage en fonction de  $\log x$ .  
Tracer la courbe de réponse en phase en fonction de  $X = \log x$ .

**Exo 4 :**

Un générateur, non représenté, applique au montage une tension  $v_e = V_{em} \cos \omega t$ ; le montage applique la tension  $v_s$  à un appareil non représenté équivalent à une résistance infinie.

- Calculer la fonction de transfert complexe  $\underline{H} = \underline{v}/\underline{v}_e$  en fonction de  $R, L, C$  et  $\omega$ .

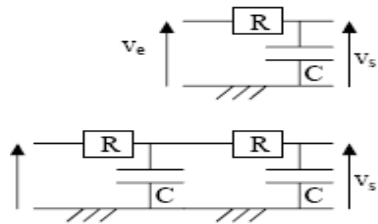
$$H = \frac{1}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} \quad \text{où } x = \frac{\omega}{\omega_0} \text{ et où}$$

- Montrer que l'on peut écrire  $\omega_0$  et  $Q$  sont deux constantes à exprimer en fonction de  $R, L$  et  $C$ .
- Pour quelle valeur de  $\omega$  le gain  $G = 20 \log |H|$  est-il maximum ? Quel est sa valeur maximale  $G_{max}$  ?
- On suppose pour cette question  $Q$  grand. Déterminer une expression approximative simple de  $x - 1/x$  au voisinage de  $x = 1$ . En déduire des expressions approximatives, mais simples des pulsations  $\omega_1$  et  $\omega_2$  ( $\omega_1 < \omega_2$ ) délimitant la bande passante à -3 dB, c'est-à-dire l'intervalle de  $\omega$  pour lequel le gain est supérieur à  $\max/2G$ .
- Ecrire les équations rigoureuses donnant  $\omega_1$  et  $\omega_2$  pour  $Q$  quelconque et les résoudre.

- 6) Comparer les expressions de  $\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_0}$  obtenues à partir des résultats des questions 4) et 5).
- 7) Exprimer  $v_s(t)$  dans les deux cas  $\omega = \omega_0$  et  $\omega = \omega_1$ .
- 8) Tracer schématiquement les graphes de  $G$  et  $\phi$  en fonction de  $\omega$ .
- 9) Cette théorie est-elle valable si le générateur branché à l'entrée a une résistance non nulle ? Si le récepteur branché à la sortie a une résistance finie ?

**Exo 5 :**

- 1) Calculer la fonction de transfert  $\underline{H}_1 = \underline{v}_s / \underline{v}_e$  du filtre ci-contre quand sa sortie débite sur une charge d'impédance infinie.



- 2) Définir et calculer son impédance d'entrée  $Z_e$ .
- 3) Définir et calculer son impédance de sortie  $Z_s$  moyennant une certaine hypothèse.
- 4) Calculer la fonction de transfert  $\underline{H}_2 = \underline{v}_s / \underline{v}_e$  du filtre ci-contre quand sa sortie débite sur une charge d'impédance infinie.
- 5) Expliquer pourquoi  $\underline{H}_2 \neq \underline{H}_1^2$ .
- 6) Calculer la bande passante du premier filtre pour  $R = 1000\Omega$  et  $C = 100\text{nF}$ .
- 7) On applique à l'entrée du premier filtre la tension continue  $V_e = 2\text{Volts}$ . Quelle est la tension à la sortie ?
- 8) On applique à l'entrée du premier filtre la tension  $v_e = V_{em} \cos \omega t$ , où  $V_{em} = 2\text{ volts}$  et  $\omega = 10^5 \text{ rad/s}$ , Quelle est la tension à la sortie ?
- 9) On applique à l'entrée du premier filtre la tension  $v_e = V_e + V_{em} \cos \omega t$ . Quelle est approximativement la tension à la sortie, sous forme numérique ?
- 10) Si  $v_1$  et  $v_2$  sont les valeurs minimales et maximales de  $v_s(t)$  et  $\langle v_s \rangle$  sa valeur

moyenne, le taux d'ondulation de est  $\lambda = \frac{v_2 - v_1}{2\langle v_s \rangle}$ . Calculer  $\lambda$ .

- 11) On branche à la sortie un voltmètre de bonne qualité, donc « rms », réglé en continu. Qu'indique-t-il ?
- 12) On règle ce voltmètre en alternatif. Qu'indique-t-il ?

**Exo 6 :**

Un filtre comportant des résistances  $R$ , des capacités  $C$  et d'autres composants linéaires

a pour fonction de transfert  $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{v}_s}{\underline{v}_e} = \frac{1}{1 + 2jRC\omega - 2R^2C^2\omega^2}$

Où  $v_e$  et  $v_s$  sont les représentations complexes des tensions

$v_e = V_{em} \cos \omega t$  et  $v_s = V_{sm} \cos(\omega t + \phi)$  à l'entrée et à la sortie du filtre.

- 1) Exprimer en fonction de  $R, C, \omega$  le coefficient d'amplification  $H = V_{sm} / V_{em}$  pour ce filtre.
- 2) On souhaite écrire la fonction de transfert sous la forme :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{v}_s}{\underline{v}_e} = \frac{1}{1 + 2j\sigma \frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Exprimer les constantes  $\sigma$  (coefficient d'amortissement du filtre) et  $\omega_0$  en fonction de  $R$  et  $C$ .

- 3) Déterminer en fonction de  $R, C, \omega$  le déphasage  $\phi$  par sa tangente.
- 4) Donner le tableau de variation de  $\phi$  en fonction de  $\omega$ .
- 5) Quelle est la nature du filtre, passe bas, passe haut, passe bande ou coupe bande ?
- 6) Donner la définition du gain  $G$  dB exprimé en décibel en fonction de  $H$ .
- 7) Déterminer le comportement asymptotique de  $G$  dB pour ;  $\omega \ll \omega_0$ .
- 8) et pour  $\omega \gg \omega_0$ .
- 9) Définir la bande passante du filtre.
- 10) Calculer cette bande passante.