84

EPITA / InfoS2 Mai 2017

NOM : DAVID Prénom : Clement Groupe : B2

18

13

Partiel Electronique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

Exercice 1. QCM (4 points – pas de point négatif)

4

Pour chacune des questions ci-dessous, entourez la ou les bonnes réponses.

1. Soit un signal sinusoïdal $s(t) = S.\sqrt{2}.sin(\omega t + \theta)$ L'amplitude complexe $\underline{S}$ de ce signal est telle que :

   a. $\underline{S} = S.e^{j\omega.t+\theta}$
   b. $|\underline{S}| = Se^{j\theta}$
   c. $\underline{S} = S.e^{j\theta}$
   d. $\underline{S} = S.\sqrt{2}.e^{j\theta}$

On cherche à identifier un dipôle. Pour cela, on mesure le courant $i(t)$ qui le traverse et la tension $u(t)$ à ses bornes, et on obtient :

$$u(t) = 20\,cos(\omega t) \text{ et } i(t) = 5.10^{-3}\,sin(\omega t + \phi) \text{ avec } \omega = 1000\,rad.s^{-1}$$

2. Si $\phi = 0$, ce dipôle est :

   a. Une résistance $R = 4k\Omega$
   b. Une bobine d'inductance $L = 4\,H$
   c. Un condensateur de capacité $C = 0{,}25\mu F$
   d. Rien de tout cela

3. Si $\phi = \frac{\pi}{2}$, ce dipôle est :

   a. Une résistance $R = 4k\Omega$
   b. Une bobine d'inductance $L = 4\,H$
   c. Un condensateur de capacité $C = 0{,}25\mu F$
   d. Rien de tout cela

4. Quelle est l'unité du produit $C\omega$?

   a. Des Farad
   b. Des siemens
   c. Sans unité
   d. Des Ohms

La forme normalisée d'une fonction de transfert d'un filtre du 2ème ordre est de la forme :

$$\underline{T} = A_0.\frac{\underline{Num(\omega)}}{1+2.j.z.\frac{\omega}{\omega_0}-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

5. Quelle est l'expression de la fonction $\underline{Num}(\omega)$ dans le cas d'un filtre passe-haut ?

a. 1

b. $2.j.z.\frac{\omega}{\omega_0}$

c. $\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$

d. $-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$

6. Quelle est l'expression de la fonction $\underline{Num}(\omega)$ dans le cas d'un filtre passe-bande ?

a. 1

b. $2.j.z.\frac{\omega}{\omega_0}$

c. $\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$

d. $-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$

7. Que représente A_0 pour un filtre passe-haut ?

a. L'amplification en TBF

b. L'amplification en THF

c. L'amplification maximale

d. L'amplification de coupure

8. Que représente A_0 pour un filtre passe-bande ?

a. L'amplification en TBF

b. L'amplification en THF

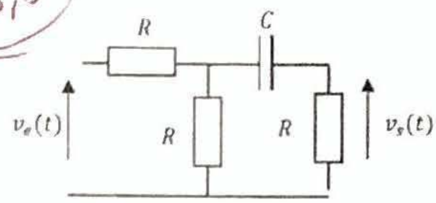
c. L'amplification maximale

d. L'amplification de coupure

Exercice 2. Filtres du premier ordre (8 points)

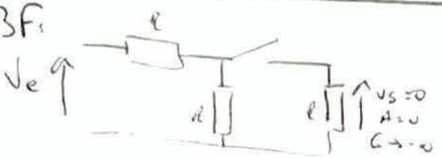
5,5

A. Soit le filtre ci-contre :

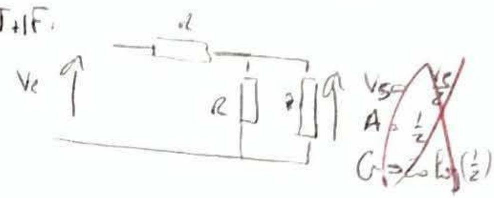


1. Etude Qualitative : Calculer les limites du gain quand f → 0 et quand f → ∞ et en déduire le type de filtre. Que vaut l'amplification maximale ?

TBF :



THF :



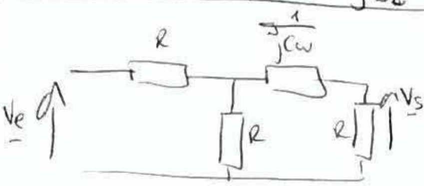
Filtre passe haut du 1er ordre

$A_{max} = A_{THF} = \frac{1}{2}$

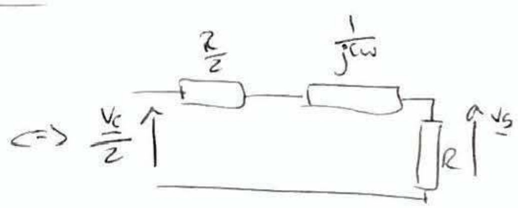
1

2. Déterminer sa fonction de transfert. En déduire la pulsation de coupure.

forme normalisée : $\underline{T} = \frac{j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} A_{max}$



⇔



$$\underline{V_s} = \frac{R \times \frac{V_e}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{1}{jC\omega} + R} = \frac{R\, V_e}{R + \frac{2}{jC\omega} + 2R} = \frac{R\, ve\, jC\omega}{3jRC\omega + 2}$$

$$\underline{T}(\omega) = \frac{R}{3jRC\omega + 2} = \frac{\frac{R}{2}}{1 + \frac{3}{2}jRC\omega}$$

2,5

$$\underline{T} = \frac{1}{3} \frac{j\frac{3}{2}RC\omega}{1 + j\frac{3}{2}RC\omega}$$

$A_{max} = \cancel{\frac{1}{2}}$

$\omega_c = \frac{2}{3RC}$

3. Diagramme de Bode asymptotique. Tracer la courbe de gain. Vous préciserez les limites du gain en très basses et très hautes fréquences, ainsi l'équation de l'asymptote oblique.

$$A(\omega) = A_{max} \frac{\frac{\omega}{\omega_c}}{\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}}$$

TBF : $A(\omega) \rightarrow 0$
$G(\omega) \rightarrow -\infty$ asymptote oblique

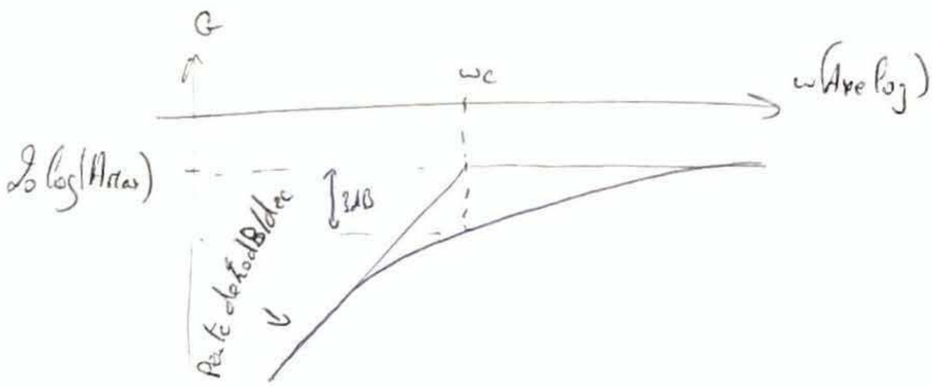
THF : $A(\omega) \rightarrow A_{max}$
$G(\omega) \rightarrow 20\log(A_{max}) \rightarrow$ asymptote horizontale

équation de l'asymptote oblique :

$$1+\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 \simeq 1$$

$$A(\omega) \simeq A_{max} \frac{\omega}{\omega_c}$$

$$G(\omega) \simeq 20\log(\omega) + 20\log\left(\frac{A_{max}}{\omega_c}\right)$$ Pente de 20 dB/décade



1r

4. Quel type de filtre obtient-on si on remplace le condensateur par une bobine? Justifiez votre réponse. (On ne vous demande pas de refaire une étude complète).

Mettre une bobine à la place du condensateur revient à inverser les schémas de TBF et de THF. On obtient ainsi un filtre passe bas du 1er ordre.

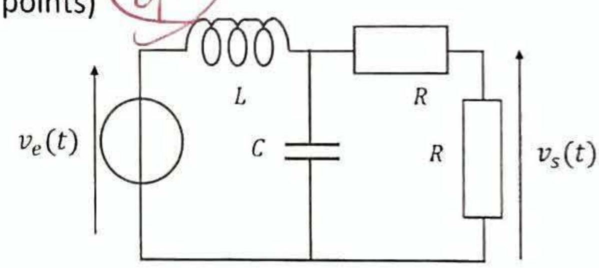
0r

5. Si $v_e(t) = V_E sin(\omega t)$, quelle est l'expression de $v_s(t)$?

Exercice 3. Filtre du second ordre (8 points)

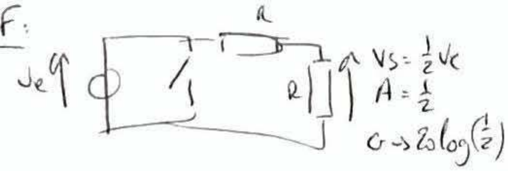
8,5

Soit le circuit suivant :

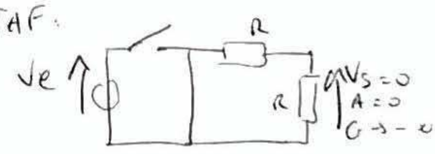


1. Etude Qualitative : Calculer les limites du gain quand $f \to 0$ et quand $f \to \infty$ et en déduire le type de filtre.

TBF :



TAF :



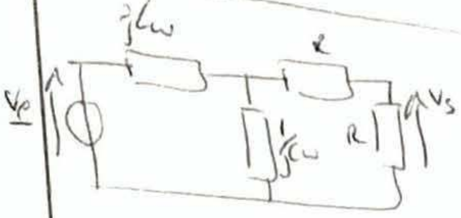
Filtre passe bas du second ordre.

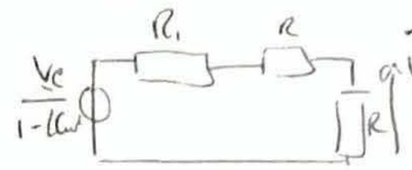
1,5

2. Déterminer sa fonction de transfert et la mettre sous la forme générale. Vous préciserez bien les expressions de A_0, ω_0 et z.

fonction normalisée : $\underline{T}(\omega) = A_0 \dfrac{1}{1 + 2jz\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$

$R_1 = \left(\frac{1}{jL\omega} + jC\omega\right)^{-1} = \left(\frac{1 - LC\omega^2}{jL\omega}\right)^{-1} = \dfrac{jL\omega}{1 - LC\omega^2}$





$\underline{V_s} = \dfrac{R \frac{V_e}{1 - LC\omega^2}}{R + R + \frac{jL\omega}{1 - LC\omega^2}}$ $\qquad \underline{T}(\omega) = \dfrac{R}{2R - 2RLC\omega^2 + jL\omega}$

$\underline{T}(\omega) = \dfrac{1}{2} \dfrac{1}{1 + j\frac{L}{2R}\omega - LC\omega^2}$

$A_0 = \dfrac{1}{2}$ $\qquad 2jz\dfrac{\omega}{\omega_0} = j\dfrac{L}{2R}\omega$

$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ $\qquad 2z\sqrt{LC} = \dfrac{L}{2R}$

$z = \dfrac{L}{4R\sqrt{LC}}$

3,5

3. Diagrammes de Bode asymptotiques. Tracer les courbes de gain et de phase. Vous préciserez les limites du gain et de la phase en très basses et très hautes fréquences, ainsi l'équation de l'asymptote oblique pour la courbe de gain.

$A(\omega) = \dfrac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + \left(2z\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} A_0$

TBF : $A(\omega) \to A_0$

$G(\omega) \to 20\log(A_0)$ asymptote horizontale

THF : $A(\omega) \to 0$

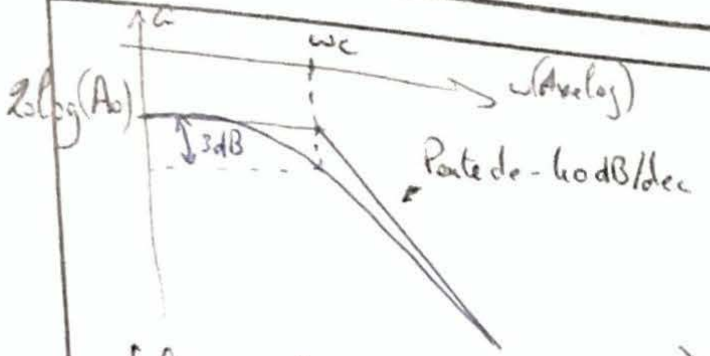
$G(\omega) \to -\infty$ asymptote oblique.

équation de l'asymptote oblique :

$\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 \underset{\infty}{\sim} \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^4$ $\qquad G(\omega) \underset{\infty}{\sim} 20\log\left(A_0\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2\right)$

$A(\omega) \underset{\infty}{\sim} \left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2 A_0$ $\qquad G(\omega) \underset{\infty}{\sim} -40\log(\omega) + 20\log(A_0\,\omega_0^2)$

Pente de -40 dB/dec.



1,5

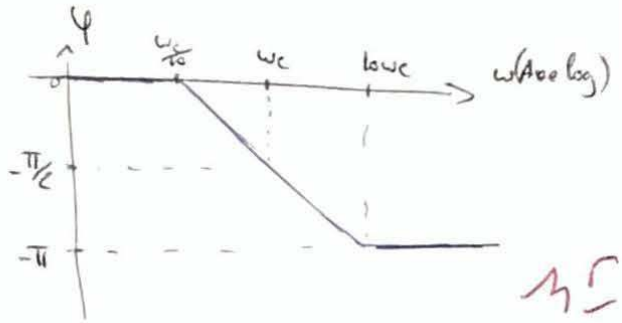
$$\varphi = \arg(A_0) - \arg\left(1 + 2\xi j \frac{\omega}{\omega_c} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)$$

$$= - \mathrm{Arctan}\left(\frac{2\xi \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\right)$$

TBF : $\varphi \to 0 - 0 = 0$

THF : $\varphi \to 0 - \pi = -\pi$

$\varphi(\omega) \xrightarrow[\omega \to \omega_c]{} 0 - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$



1,5

4. Quel type de filtre obtient-on si on inverse la bobine et le condensateur? Justifiez votre réponse. (On ne vous demande pas de refaire une étude complète).

Inverser Bobine et Condensateur reviens a inverser les shémas de TBF et de THF.

On obtiendra donc un filtre passe haut du 2ème ordre.

0,5