EPITA / InfoS2
NOM : .... Prénom : .... Mai 2022
Groupe : ....

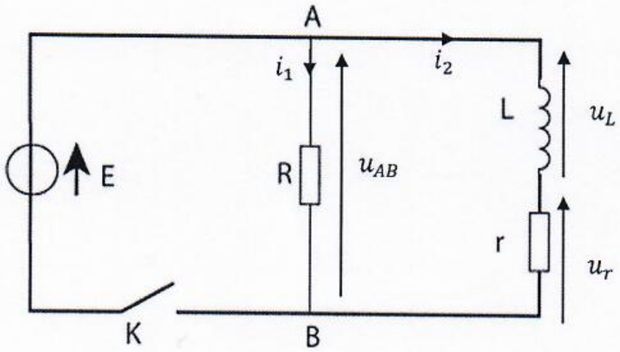
Partiel Electronique - CORRIGE

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 (8 points – pas de point négatif)

Soit le circuit ci-dessous. L'interrupteur est ouvert et le courant dans la bobine est nul.



1. Il y a continuité du courant dans la bobine.

   a. VRAI b. FAUX

2. A t = 0, on ferme l'interrupteur K. Remplir le tableau suivant. Vous exprimerez vos réponses en fonction de E, R et r.

	i_1	i_2	u_L
$t = 0^+$	$\frac{E}{R}$	0	E
$t \to \infty$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{r}$	0

Une fois le régime permanent établi, on ouvre l'interrupteur.

3. On pose alors $t' = 0$.Remplir le tableau suivant. Vous exprimerez vos réponses en fonction de E, R et r.

	i_1	i_2	u_L
$t' = 0^+$	$-\frac{E}{r}$	$\frac{E}{r}$	$-\frac{R+r}{r}E$

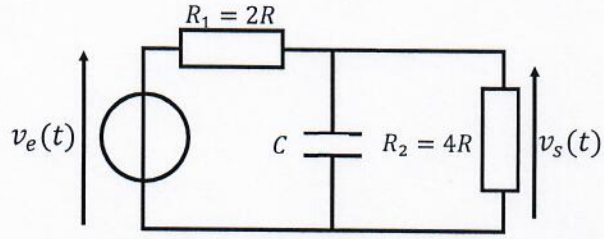
4. Quelle est l'unité du produit $L\omega$?

a. Des Siemens b. Des Hertz c. Des Ampères d. Des Ohms

5. Que représente le module d'une impédance complexe d'un dipôle, si on note u la tension à ses bornes et i, l'intensité du courant que le traverse?

a. Le quotient de la valeur efficace de u sur la valeur efficace de i.
b. Le déphasage de u par rapport à i.
c. Le déphasage de i par rapport à u.
d. La phase à l'origine

Soit le filtre ci-contre (Questions 6 à 10) :



6. De quel type de filtre s'agit-il? ?

a. Passe-Bas
b. Passe-Haut
c. Passe-Bande
d. Ca dépend des valeurs de R_1 et de R_2

7. Quel est son gain en décibel en très hautes fréquences ?

a. 0
b. $\frac{2}{3}$
c. $-\infty$
d. $20 \log\left(\frac{2}{3}\right)$

8. Quel est son amplification en très basses fréquences ?

a. 0
b. $\frac{2}{3}$
c. $-\infty$
d. $20 \log\left(\frac{2}{3}\right)$

9. Quelle est l'expression de sa fonction de transfert ?

a. $\underline{T}(\omega) = \frac{4R}{6R+8jRC\omega}$
b. $\underline{T}(\omega) = \frac{2R}{6R+8jR^2C\omega}$
c. $\underline{T}(\omega) = \frac{2R}{3R+4jR^2C\omega}$
d. $\underline{T}(\omega) = \frac{1}{6R+8jR^2C\omega}$

10. Quel filtre obtient-on si on remplace R_2 par une bobine ?

a. Passe-Bas
b. Passe-Bande
c. Coupe-Bande
d. Passe-Haut

Exercice 2. Régime sinusoïdal forcé : Etude d'un filtre (10 points)

Soit le circuit suivant :

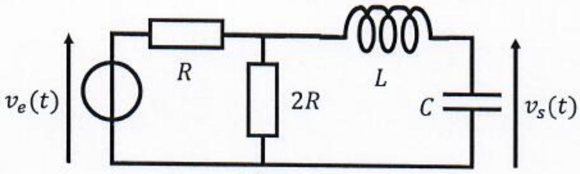
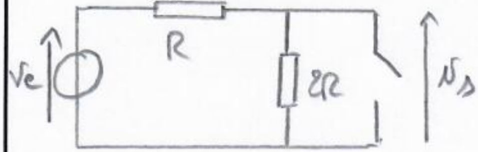


Figure 1

1. Etude Qualitative :

   a. Donner un schéma équivalent en très basse fréquence (TBF) de ce filtre. En déduire la limite du gain en décibel de ce filtre en TBF.

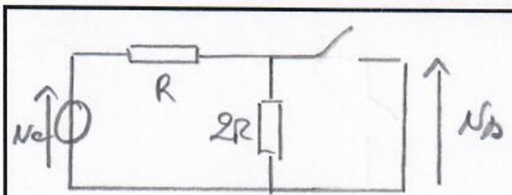


$v_s \to \frac{2}{3} v_e$.

$A \to \frac{2}{3}$

$G \to 20 \log\left(\frac{2}{3}\right)$.

   b. Donner un schéma équivalent en très haute fréquence (THF) de ce filtre. En déduire la limite du gain en décibel de ce filtre en THF.



$v_s \to 0$

$A \to 0$

$G \to -\infty$

   c. Conclure sur la nature et l'ordre de ce filtre.

Il s'agit d'un filtre passe-bas du 2ème ordre.

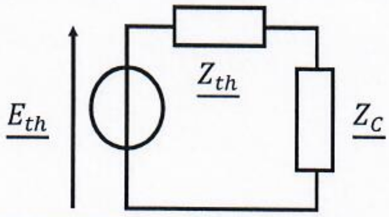
d. Quel type de filtre obtient-on si on inverse la bobine et le condensateur ? Justifiez votre réponse.

Les comportements des condensateurs et bobines étant inversés en TBF et THF, on obtiendrait, en inversant condensateur et bobine, un filtre passe-haut du 2nd ordre.

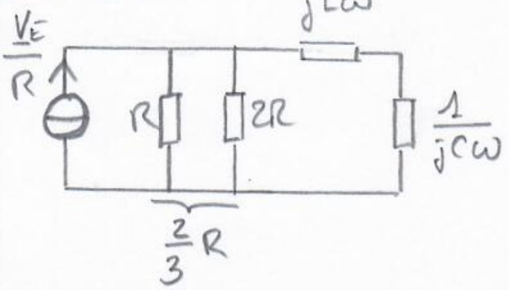
2. <u>Etude quantitative</u> :

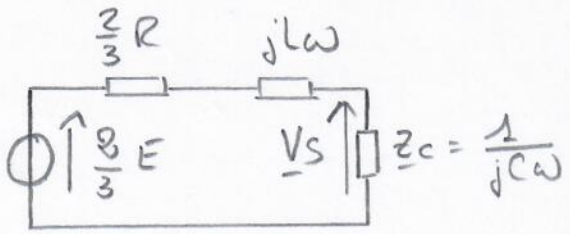
a. Déterminer $\underline{E_{th}}$ et $\underline{Z_{th}}$ pour que le circuit précédent (Figure 1) soit équivalent à celui-ci-dessous. Détaillez votre raisonnement.

Rq : $\underline{Z_C}$ représente l'impédance complexe du condensateur.



En utilisant les équivalences Thévenin / Norton, on a :





$$\Rightarrow \underline{E_{th}} = \frac{2}{3}\underline{E}$$

$$\underline{Z_{th}} = \frac{2}{3}R + jL\omega$$

b. Exprimer l'amplitude complexe $\underline{V_S}$ associée à la tension $v_s(t)$ en fonction de R, L, C, ω et $\underline{V_E}$. En déduire la fonction de transfert du filtre, ainsi que son amplification $A(\omega)$.

En utilisant la formule du PDT, on a :

$$\underline{V_S} = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + \frac{2}{3}R + jL\omega}\frac{2}{3}\underline{V_E} = \frac{2}{3\left(1 + \frac{2}{3}jRC\omega - LC\omega^2\right)}\underline{V_E}$$

La fonction de transfert de ce filtre a donc pour expression :

$$\underline{T}(\omega) = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} = \frac{2}{3}\frac{1}{1 + \frac{2}{3}jRC\omega - LC\omega^2}$$

et son amplification :

$$A(\omega) = |\underline{T}(\omega)| = \frac{2}{3}\frac{1}{\sqrt{(1-LC\omega^2)^2 + \frac{4}{9}R^2C^2\omega^2}}$$

BONUS : Mettre la fonction de transfert sous sa forme normalisée et en déduire la pulsation propre ω_0 ainsi que le coefficient d'amortissement σ. Vous trouverez en annexe les formes normalisées des fonctions de transfert.

On sait que les fonctions de transfert des filtres passe-bas du 1er ordre peuvent s'écrire : $A_{TBF} \cdot \dfrac{1}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$

Par identification, on obtient :

$$A_{TBF} = \frac{2}{3} \quad (= A_0)$$

$$\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 = LC\omega^2 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$2\sigma\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{2}{3}RC\omega \Rightarrow \sigma = \frac{RC}{3\sqrt{LC}} = \frac{R}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Annexe

Formes normalisées des fonctions de transfert

Type de filtre	Ordre 1	Ordre 2
Passe-Bas	$\underline{T}(\omega) = A_{Max} \cdot \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$ avec : $A_{Max} = A_{TBF}$ $\omega_c =$ Pulsation de coupure	$\underline{T}(\omega) = A_0 . \frac{1}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$ avec : $A_0 = A_{TBF}$
Passe-Haut	$\underline{T}(\omega) = A_{Max} \cdot \frac{j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$ avec : $A_{Max} = A_{THF}$ $\omega_c =$ Pulsation de coupure	$\underline{T}(\omega) = A_0 . \frac{-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$ avec : $A_0 = A_{THF}$
Passe-Bande		$\underline{T}(\omega) = A_0 . \frac{2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$ avec : $A_0 = A_{Max}$

Rappel : TBF = Très basses fréquences ($f \to 0$)
THF = Très hautes fréquences ($f \to \infty$)