Nom : Prénom : Groupe TD :

Partiel d'Electronique Analogique

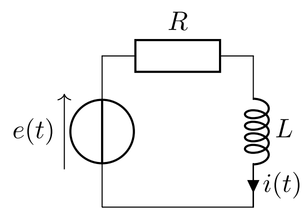
CIR1-CNB1

durée : 2 heures

Document interdit

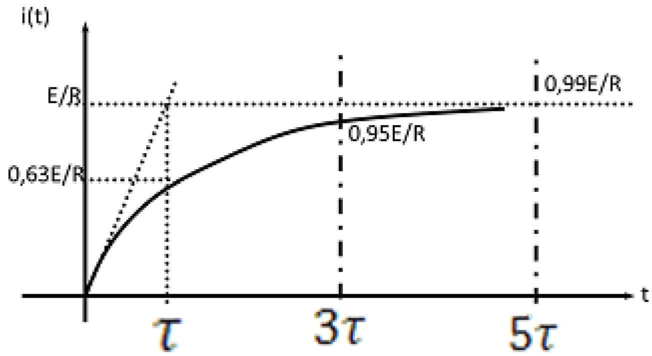
Calculatrice autorisée

Exercice 1. Etude de circuit (7 points) :



1. On étudie le circuit ci-dessus. La bobine n ?a initialement accumulé aucune énergie. Le circuit est d'abord alimenté par un générateur de tension continue $e(t) = E$.
   (a) Déterminer l'équation différentielle régissant le courant circulant dans la bobine i(t).
   D'après la loi des maille, on a : $\frac{L}{R}\frac{di}{dt} + i(t) = \frac{E}{R}$
   (b) Résoudre cette équation différentielle pour obtenir l'expression de i(t).
   Solution sans 2^{nd} membre : $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}, \tau = \frac{L}{R}$
   Solution particulière : $i(t) = \frac{E}{R}$
   Solution générale : $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{R}$
   à $t = 0, i(t) = 0 \Rightarrow A + \frac{E}{R} = 0 \Leftrightarrow A = -\frac{E}{R}$
   $\Rightarrow i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

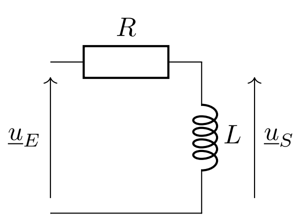
(c) Faire un schéma donnant l'évolution qualitative de i en fonction du temps.



2. Le circuit est maintenant alimenté par un signal sinusoïdal $e(t) = E\cos(\omega t)$.
   (a) Déterminer l'équation différentielle régissant le courant circulant dans la bobine i(t) et la réécrire en notation complexe.
   $\frac{L}{R}j\omega\underline{i}(t) + \underline{i}(t) = \frac{E}{R}e^{j\omega t}$
   (b) En déduire l'amplitude réelle et la phase de i(t).
   On en déduit que : $\underline{i}(t) = \frac{E}{R + jL\omega}e^{j\omega t}$
   D'où : $I = |\frac{E}{R + jL\omega}| = \frac{E}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}$
   Et : $\varphi = \arg(\frac{E}{R + jL\omega}) = -\arctan(\frac{L\omega}{R})$

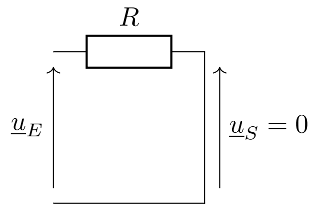
Exercice 2. Filtrage (9 points) :

On réalise le montage ci-dessous :

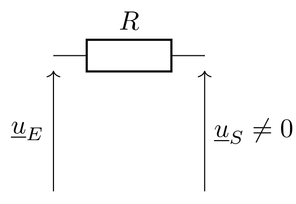


1. Donner l'impédance complexe d'une bobine et d'une résistance.
   $\underline{Z}_L = jL\omega$, $\underline{Z}_R = R$

2. Donner le comportement de ce filtre dans la limite des basses et des hautes fréquences (faire les schémas équivalents) et en déduire sa nature.
   $\omega \to 0 \Rightarrow \underline{Z}_L \to 0 \Rightarrow$ Circuit fermé

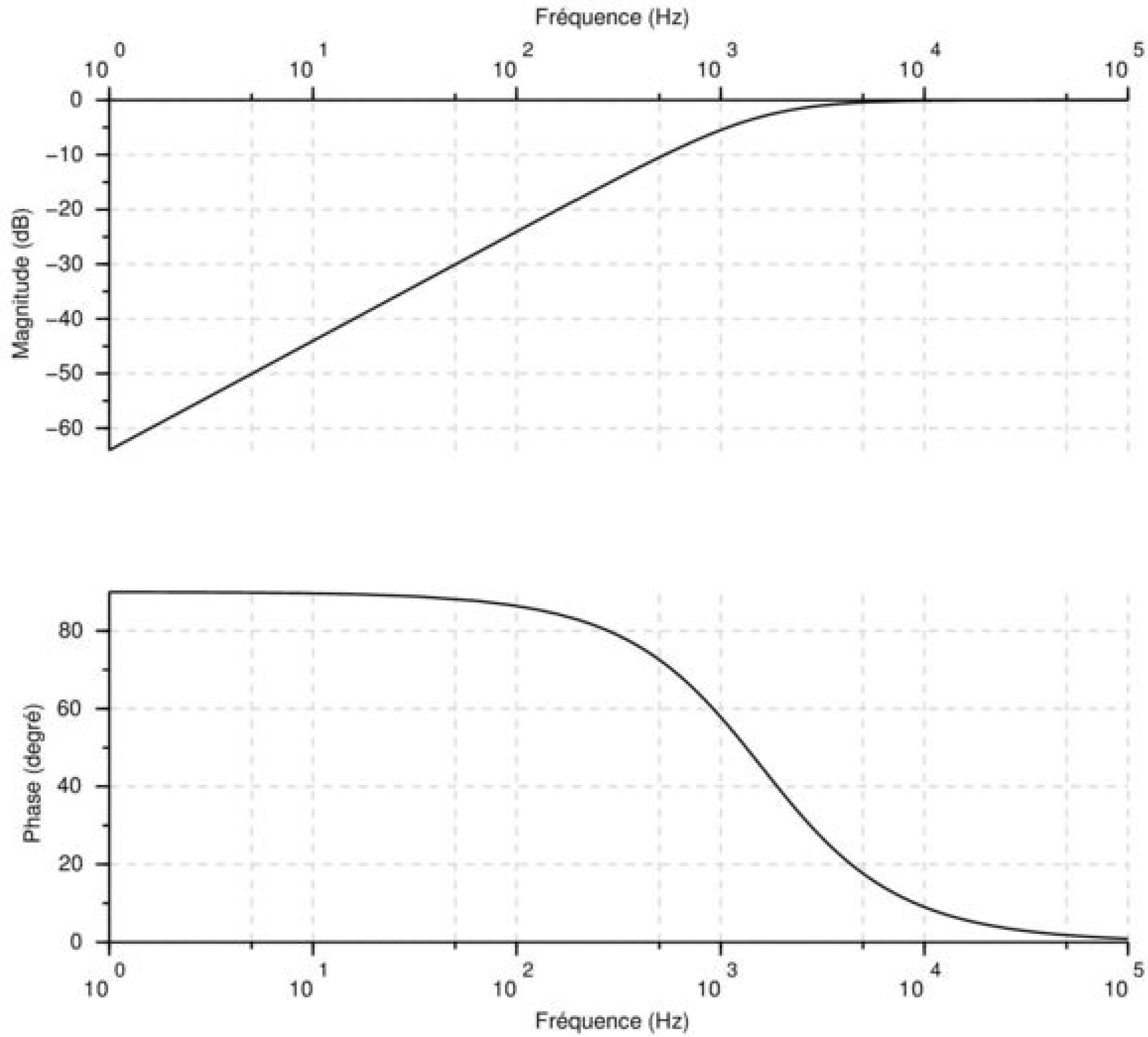


   $\omega \to \infty \Rightarrow \underline{Z}_L \to \infty \Rightarrow$ Circuit ouvert



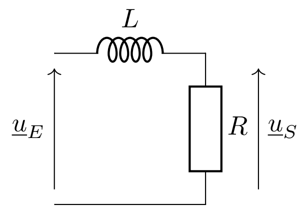
3. Déterminer la fonction de transfert complexe $\underline{H}$ de ce filtre.
   En utilisant un pont diviseur de tension, on obtient : $\underline{u}_S = \dfrac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_L + \underline{Z}_R}\underline{u}_E$
   D'où : $\underline{H} = \dfrac{\underline{u}_S}{\underline{u}_E} = \dfrac{\underline{Z}_L}{\underline{Z}_L + \underline{Z}_R} = \dfrac{jL\omega}{R + jL\omega} = \dfrac{j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}, \omega_0 = \dfrac{R}{L}$
4. Déterminer le gain G exprimé en dB et le déphasage φ.
   $G = |\underline{H}| = \dfrac{\frac{\omega}{\omega_0}}{\sqrt{1 + (\frac{\omega}{\omega_0})^2}} \Rightarrow G_{dB} = 20 \log G = 20 \log(\dfrac{\omega}{\omega_0}) - 10 \log(\dfrac{\omega}{\omega_0})$
   $\varphi = \arg(\underline{H}) = \dfrac{\pi}{2} - \arctan(\dfrac{\omega}{\omega_0})$
5. Déterminer le comportement asymptotique de G et φ à basses et hautes fréquences.
   $\omega \to 0, G_{dB} = 20 \log(\dfrac{\omega}{\omega_0})$ et $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$
   $\omega \to \infty, G_{dB} = 0$ et $\varphi = 0$

6. Tracer les diagrammes asymptotiques de Bode de G et φ (les échelles sont données à titre indicatif et peuvent être modifiées).



Nom : Prénom : Groupe TD :

7. Soit le montage suivant :



Reprendre les questions 3 à 5 afin de tracer les diagrammes asymptotiques de Bode de ce circuit (les échelles sont données à titre indicatif et peuvent être modifiées).

En utilisant un pont diviseur de tension, on obtient : $\underline{u}_S = \dfrac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_L + \underline{Z}_R}\underline{u}_E$

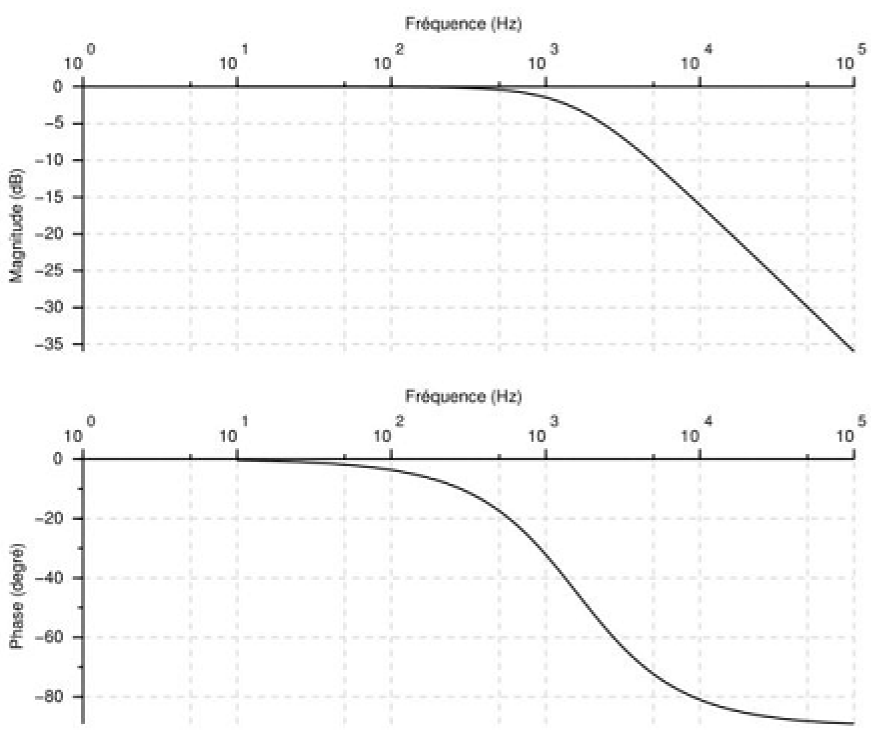
D'où : $\underline{H} = \dfrac{\underline{u}_S}{\underline{u}_E} = \dfrac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_L + \underline{Z}_R} = \dfrac{R}{R + jL\omega} = \dfrac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}, \omega_0 = \dfrac{R}{L}$

$G = |\underline{H}| = \dfrac{1}{\sqrt{1 + (\frac{\omega}{\omega_0})^2}} \Rightarrow G_{dB} = 20\log G = -10\log(\dfrac{\omega}{\omega_0})$

$\varphi = \arg(\underline{H}) = -\arctan(\dfrac{\omega}{\omega_0})$

$\omega \to 0, G_{dB} = 0$ et $\varphi = 0$

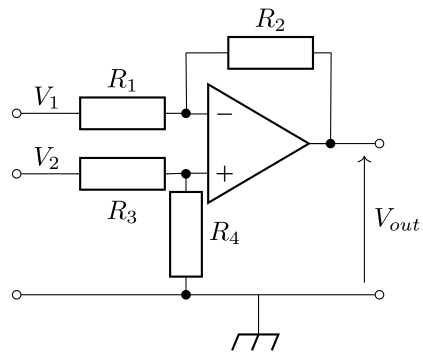
$\omega \to \infty, G_{dB} = -20\log(\dfrac{\omega}{\omega_0})$ et $\varphi = -\dfrac{\pi}{2}$



Nom : Prénom : Groupe TD :

Exercice 3. Amplificateur opérationnel (4 points) :

On réalise le montage ci-dessous :

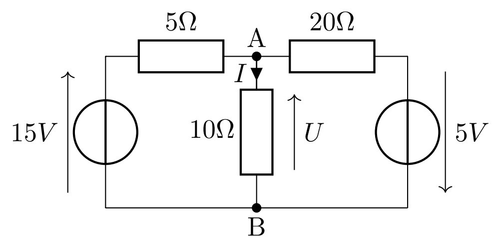


L'amplificateur opérationnel est supposé idéal.

1. On suppose : $R_1 = R_3$ et $R_2 = R_4$. Déterminer la tension de sortie V_{out} de ce montage.
   En utilisant le pont diviseur de tension et le théorème de Millman, on obtient :
   $V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4}\frac{R_4}{R_1}V_2 - \frac{R_2}{R_1}V_1 = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1)$
2. Quel est le nom de ce montage ?
   Amplificateur de différence
3. On suppose : $R_1 = R_2$ et $R_3 = R_4$. Déterminer la tension de sortie V_{out} de ce montage.
   En utilisant le pont diviseur de tension et le théorème de Millman, on obtient :
   $V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4}\frac{R_4}{R_1}V_2 - \frac{R_2}{R_1}V_1 = V_2 - V_1$
4. Quel est le nom de ce montage ?
   Soustracteur

Exercice 4. Bonus (3 points) :

Calculer la tension U et le courant I à travers la résistance de 10Ω et allant de A vers B.



D'après le théorème de Millman, on a : $U = \frac{\frac{15}{5} - \frac{5}{15} + \frac{0}{10}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}} = 7.86V$

Avec la loi d'Ohm, on obtient : $I = \frac{U}{R} = 786mA$