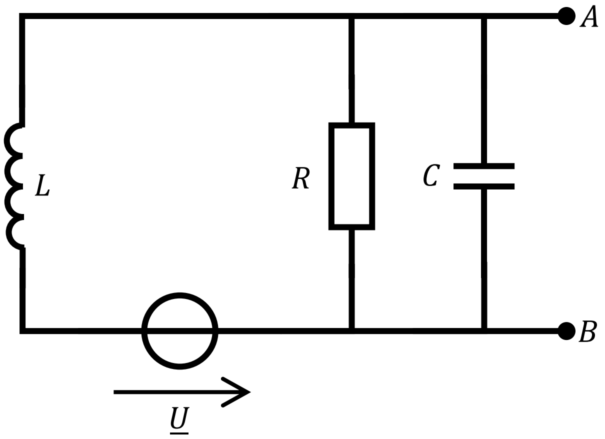
Dr. Christian Lafforgue / Photonic Systems Laboratory

Sciences et technologies de l'électricité – Série 5

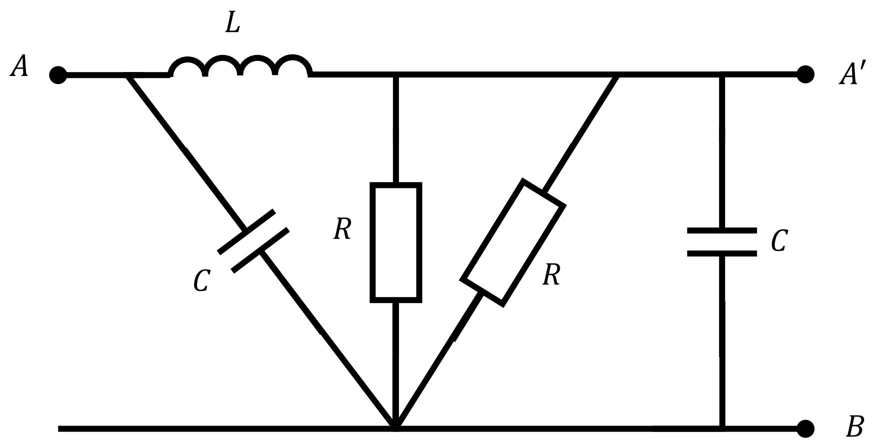
Exercice 1 :



Dans le circuit ci-dessus, avec $C = 280\ \mathrm{pF}$, $L = 30\ \mu\mathrm{H}$, $R = 20\ \Omega$, $\underline{U} = 10\ \mathrm{V}$ et une période $T = 5\ \mathrm{ns}$, calculer les paramètres du circuit équivalent de Thévenin et dessiner le circuit.

Exercice 2 :

On considère l'agencement suivant :



1) Exprimer l'impédance équivalente entre les bornes A et B en fonction de R, L et C.

2) Exprimer l'impédance équivalente entre les bornes A' et B en fonction de R, L et C.

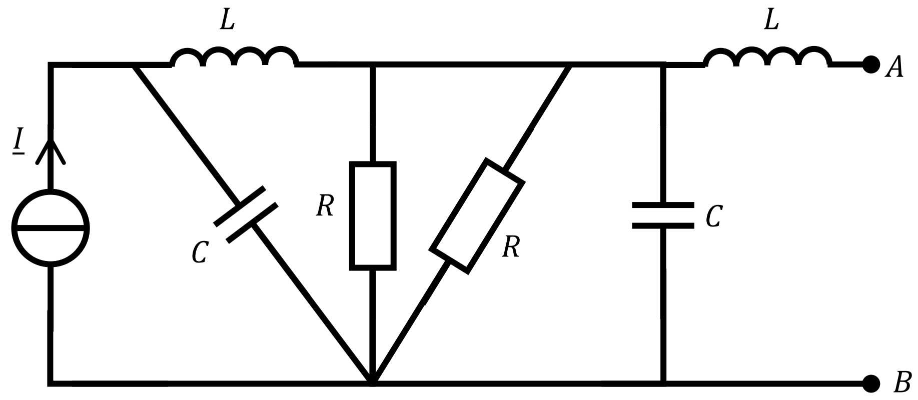
On pose :

$$C = 5\ \mathrm{nF}$$
$$L = 50\ \mu\mathrm{H}$$
$$R = 25\ \Omega$$
$$T = 12\ \mu\mathrm{s}$$

3) Montrer que $\underline{Z}_{AB} = 14.3 + j27.1\ \Omega$ et $\underline{Z}_{A'B} = 12.4 - j0.81\ \Omega$

Exercice 3 (difficile) :

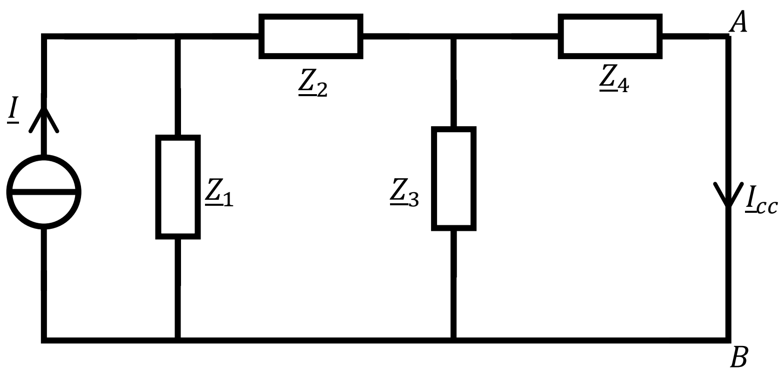
On considère le circuit suivant :



Avec les mêmes valeurs numériques que l'exercice précédent et $\underline{I} = 3\ \mathrm{A}$, on souhaite déterminer les paramètres du circuit équivalent de Norton et dessiner le circuit.

1) Exprimer puis calculer l'impédance équivalente de Norton

2) Pour calculer le courant de Norton, montrer que le circuit peut se dessiner de la façon suivante :



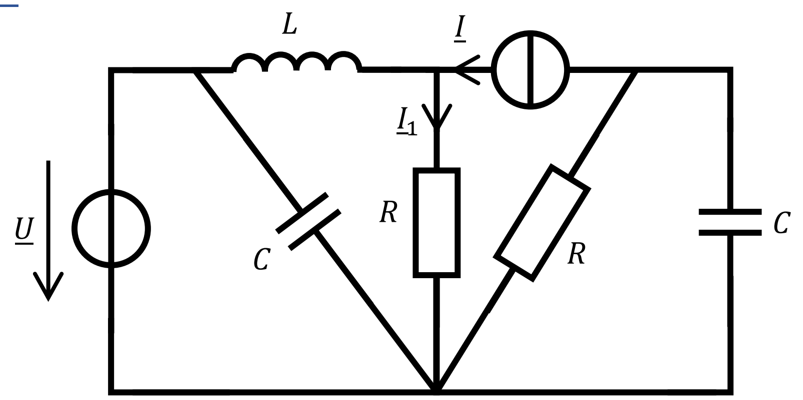
Avec $\underline{Z}_1 = \frac{1}{jC\omega}$, $\underline{Z}_2 = \underline{Z}_4 = jL\omega$ et $\underline{Z}_3 = \frac{R}{2+jRC\omega}$

3) En transformant la source de courant $[\underline{I}; \underline{Z}_1]$ en source de tension, redessiner le circuit.

4) En appliquant la formule du diviseur de tension, exprimer la tension aux bornes de $\underline{Z}_3$ et $\underline{Z}_4$.

5) En déduire le courant de court-circuit en fonction de $\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \underline{Z}_3, \underline{Z}_4$ et $\underline{I}$. Calculer sa valeur numérique. (valeur à trouver : $\underline{I}_{cc} \simeq 0.18 - j0.44\ \mathrm{A}$)

Exercice 4 :

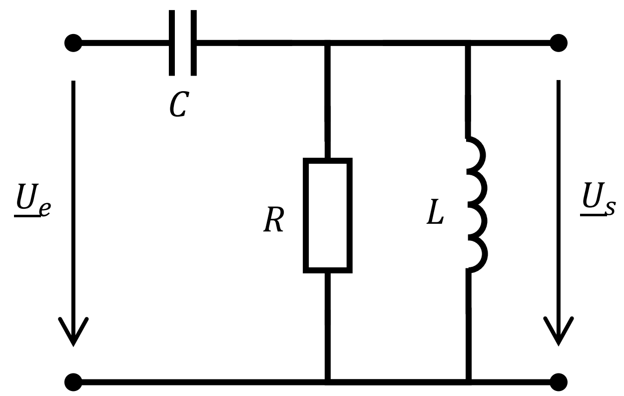


$C = 5$ nF
$L = 50$ µH
$R = 25\ \Omega$
$T = 12$ µs
$\underline{U} = 12$ mV
$\underline{I} = 35$ mA

En appliquant le principe de superposition, montrer que $\underline{I_1} \simeq 25.3e^{j0.75}$ mA.

Exercice 5 :

On considère le circuit suivant :



1) Montrer que la fonction de transfert de ce filtre s'écrit :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{U_s}(\omega)}{\underline{U_e}(\omega)} = \frac{-LC\omega^2}{1 + j\frac{L}{R}\omega - LC\omega^2}$$

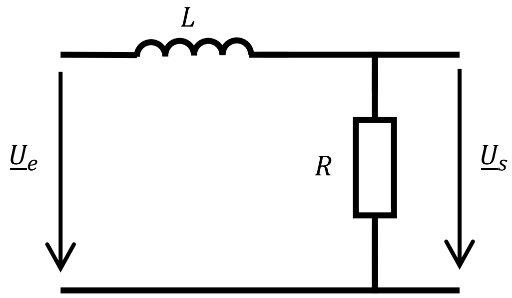
2) Avec $C = 50$ µF, $L = 100$ mH et $R = 8\ \Omega$, compléter le tableau suivant pour les différentes fréquences demandées :

ω (rad/s)	10	100	1000	10000
$\lvert\underline{H}\rvert$				
$20 \cdot \log_{10}(\lvert\underline{H}\rvert)$				

3) Si ce filtre est placé entre un instrument et un haut-parleur, quelles fréquences sonores seront les plus audibles ? De quel type de filtre s'agit-il ?

Exercice 6 :

On considère le quadripôle suivant :



1) Montrer que :

$$\underline{U_s} = \frac{R}{R + jL\omega}\underline{U_e}$$

2) En déduire la fonction de transfert $\underline{H}(\omega) = \underline{U_s}(\omega)/\underline{U}(\omega)$ et la mettre sous la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{K}{1 + j\dfrac{\omega}{\omega_0}}$$

En explicitant K et ω_0 en fonction de R et L.

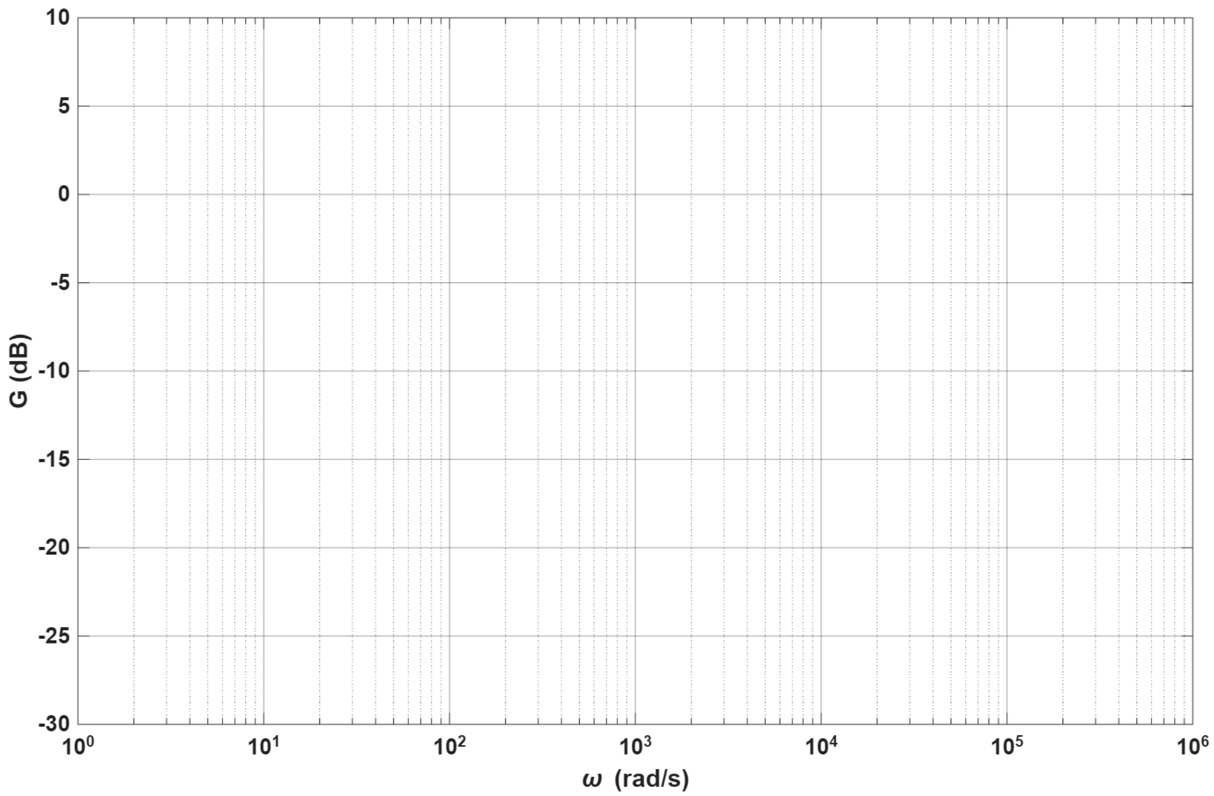
3) La pulsation de coupure ω_c est définie comme la pulsation à laquelle $|\underline{H}(\omega_c)| = 1/\sqrt{2}$. Démontrer que $\omega_c = \omega_0$.

4) Exprimer le gain en décibel $G(\omega)$ correspondant à $\underline{H}(\omega)$.

5) Que vaut $G(\omega_c)$ arrondi à l'unité près ?

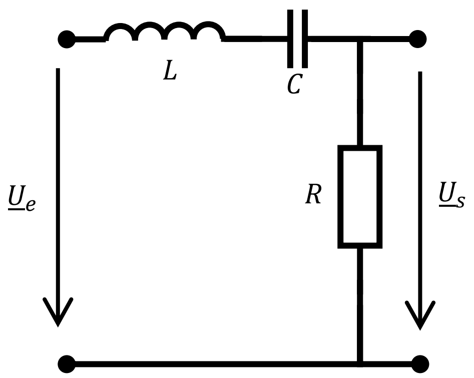
6) En suivant la procédure explicitée dans le cours, tracer le diagramme asymptotique de $G(\omega)$ sur les feuilles données en annexe (tracer l'asymptote pour $\omega \ll \omega_0$ et l'asymptote pour $\omega \gg \omega_0$) pour $R = 70\ \Omega$ et $L = 35\ \mathrm{mH}$.

7) Sur le même graphe, tracer approximativement la courbe réelle de $G(\omega)$ (vous pouvez par exemple reporter le point $[\omega_c; G(\omega_c)]$ sur le graphe pour vous aider).



Exercice 7 :

Soit le circuit quadripôle suivant :



1) Montrer que la fonction de transfert de ce filtre peut s'écrire :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{1}{1 + j\left(\frac{L\omega}{R} - \frac{1}{RC\omega}\right)}$$

2) Calculer $\lim_{\omega \to 0} |\underline{H}(\omega)|$ et $\lim_{\omega \to +\infty} |\underline{H}(\omega)|$

3) On pose $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$. Calculer $|\underline{H}(\omega_0)|$. De quel type de filtre s'agit-il ?

4) Montrer que la fonction de transfert peut se réécrire sous la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{jK\omega}{1 + \frac{j2m}{\omega_0}\omega - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Et expliciter K et m en fonction des éléments du circuit.

5) Application numérique : exprimer $\underline{H}(\omega)$ avec $R = 157\ \Omega$; $C = 1\ \mu\mathrm{F}$; $L = 2.04\ \mathrm{mH}$.

6) Vérifier que l'expression suivante est correcte :

$$\underline{H}(\omega) \simeq \frac{j\frac{\omega}{6.37 \cdot 10^3}}{\left(1 + j\frac{\omega}{7 \cdot 10^3}\right)\left(1 + j\frac{\omega}{7 \cdot 10^4}\right)}$$

7) Tracer sur les feuilles en annexe le diagramme asymptotique du gain en décibel correspondant à la fonction de transfert de la question précédente. Pour cela, penser à décomposer le tracé en plusieurs formes remarquables.