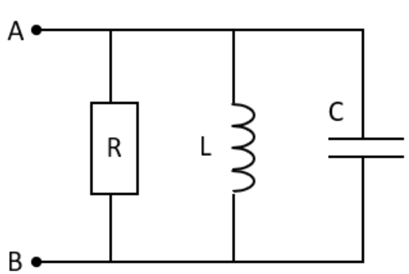
Exercice n°1 • Impédance équivalente *cours*

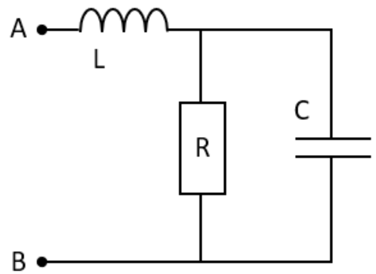
Pour chaque circuit ci-dessous, en régime sinusoïdal forcé :

- déterminer le circuit équivalent en BF et en HF ;
- donner l'impédance équivalente du dipôle AB ;
- l'expression précédente est-elle en accord avec les circuits équivalents BF et HF ?

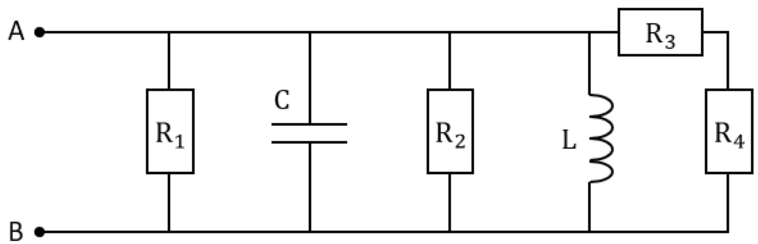
1)



2)

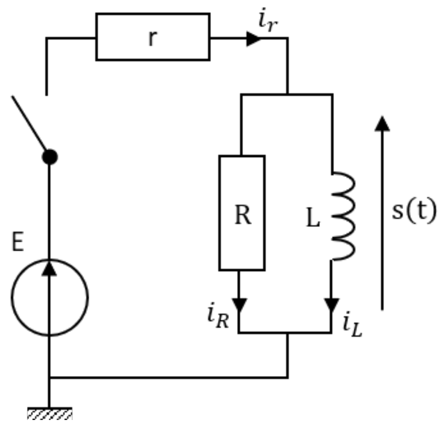


3)



Exercice n°2 • Obtenir une ED grâce à la notation complexe *cours*

On considère le circuit ci-dessous. Le générateur envoie un signal constant E. L'objectif est de déterminer l'ED vérifiée par $s(t)$ à partir du moment où l'on ferme l'interrupteur, en s'aidant de la notation complexe.



1) En utilisant la notation complexe, déterminer la relation entre $\underline{s}(t)$ et $\underline{e}(t)$. La mettre sous la forme :

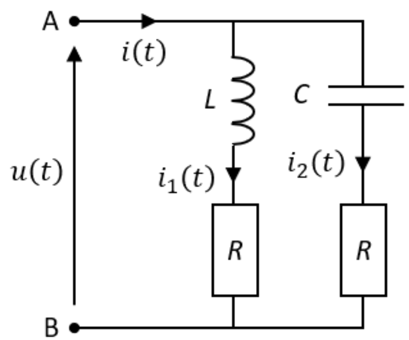
$$\mathsf{P}(j\omega) \cdot \underline{s}(t) = \mathsf{Q}(j\omega) \cdot \underline{e}(t)$$

où $\mathsf{P}(j\omega)$ et $\mathsf{Q}(j\omega)$ sont des polynômes en $j\omega$.

2) Repasser en notation réelle et en déduire l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$.

Exercice n°3 • Circuit (RL) $\parallel$ (RC) *cours*

On étudie le circuit ci-dessous, soumis à une excitation sinusoïdale : $u(t) = U_m \cos(\omega t)$. On note : $i_1(t) = I_{m1} \cos(\omega t + \phi_1)$ et $i_2(t) = I_{m2} \cos(\omega t + \phi_2)$ les intensités dans les deux branches. On pose : $\underline{I_{m1}} = I_{m1}\, e^{j\phi_1}$ et $\underline{I_{m2}} = I_{m2}\, e^{j\phi_2}$ les amplitudes complexes des intensités.



1) Déterminer l'impédance équivalente du dipôle AB.

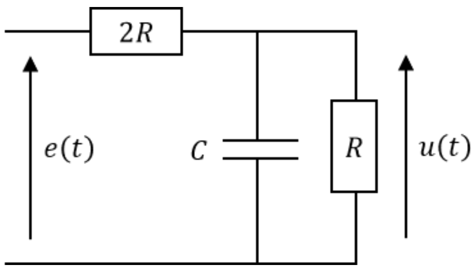
2) Déterminer $\underline{I_{m1}}$ et $\underline{I_{m2}}$ en fonction de $\underline{I_m}$, l'amplitude complexe de $i(t)$.

3) Quelle relation doit vérifier ω, L et C pour que I_{m1} et I_{m2} soient égales ?

4) Quelle relation doit vérifier R, L et C pour que $\underline{I_{m1}}$ et $\underline{I_{m2}}$ soient en quadrature de phase ?

Exercice n°4 • Existence d'une résonance ? ★☆☆

Le circuit ci-dessous possède-t-il une résonance en tension aux bornes du condensateur ? Si oui, pour quelle pulsation ?



Exercice n°5 • Circuit bouchon ★☆☆

On considère l'association en dérivation d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C aux bornes de laquelle est branchée une source idéale de tension sinusoïdale de le forme : $u(t) = U_m \cos(\omega t)$. On se place en régime sinusoïdal établi.

1) Déterminer l'amplitude I_m de l'intensité délivrée par le générateur. Pour quelle valeur de ω est-elle minimale ?

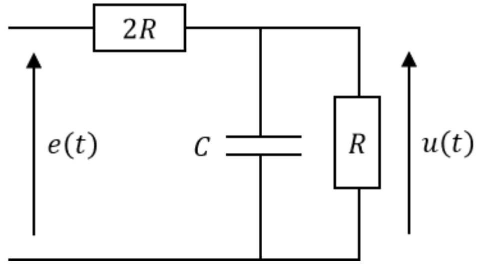
On considère maintenant l'association en dérivation de la bobine, du condensateur et d'un résistor de résistance R, alimenté par la même source.

2) Pour quelle valeur de ω l'intensité I_m délivrée par la source est-elle minimale ?

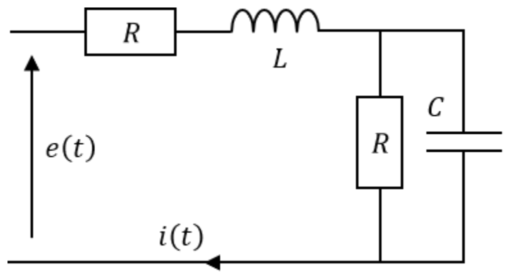
Exercice n°6 • Détermination d'une ED ★★☆

Dans les circuits ci-dessous, établir (en passant par les impédances complexes) l'expression de l'équation différentielle vérifiée par la grandeur i ou u indiquée sur le schéma. La mettre sous forme canonique et identifier les constantes caractéristiques habituelles.

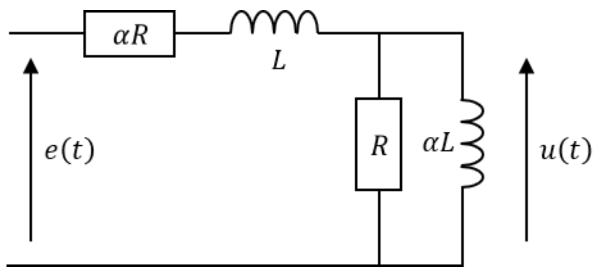
1)



2)

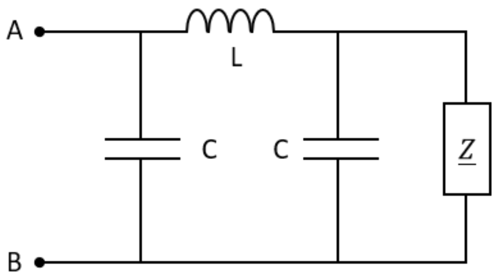


3)



Exercice n°7 • Impédance itérative ★★☆

On considère le circuit ci-dessous, alimenté par une tension sinusoïdale de pulsation ω.



1) On cherche l'expression de $\underline{Z}$ pour que l'impédance équivalente du dipôle AB soit égale à $\underline{Z}$. Exprimer alors une égalité faisant intervenir $\underline{Z}$, ω, L et C, sans chercher à simplifier l'expression.

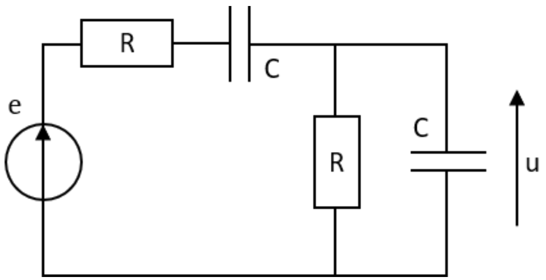
Après simplification, on peut montrer que cette condition est respectée si :

$$\underline{Z}^2 = \frac{L/C}{2 - \omega^2 CL}$$

2) De quel type de dipôle s'agit-il ?

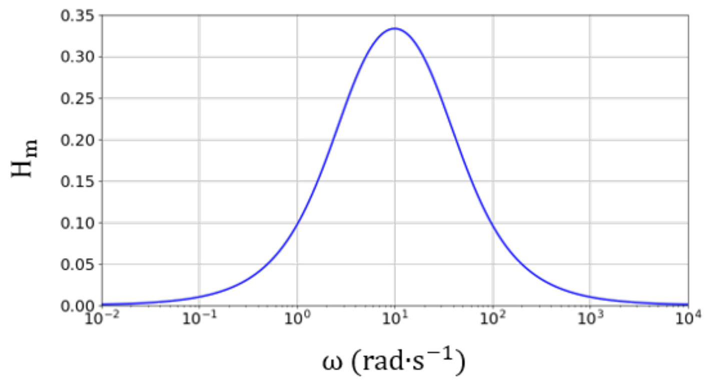
Exercice n°8 • Filtre de Wien ★★☆

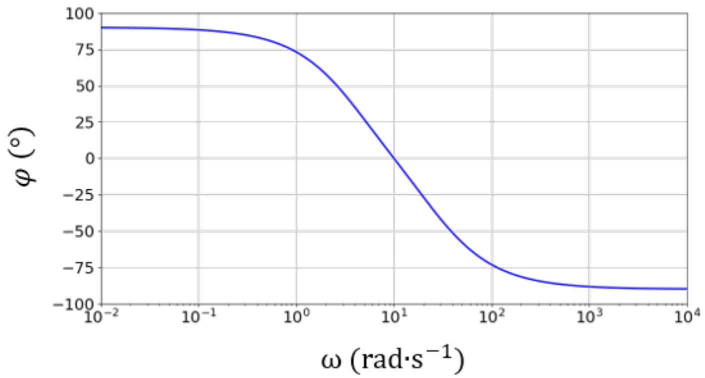
On considère le circuit ci-dessous en RSF, avec $e(t) = E_m \cos(\omega t)$. On note $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$ et on pose $H_m = U_m/E_m$.



1) Déterminer la valeur de $u(t)$ en basses et hautes fréquences.

Les courbes représentatives de $H_m(\omega)$ et de $\varphi(\omega)$ sont fournies par les figures ci-dessous.





2) Observe-t-on un phénomène de résonance en tension ? Justifier.

3) Déterminer graphiquement la pulsation de résonance, les pulsations de coupure et la bande passante du filtre.

4) Après avoir associé certaines impédances entre elles, établir l'expression de $\underline{H}(\omega) = \underline{u}/\underline{e}$. La mettre sous la forme :

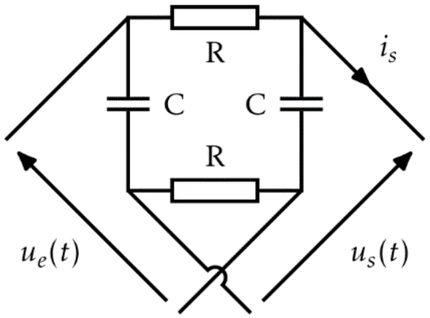
$$\underline{H}(\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(x - \dfrac{1}{x}\right)} \quad \text{avec :} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0}$$

Déterminer, en fonction de R et C, les expressions de H_0, ω_0 et Q.

5) Déterminer graphiquement la valeur du produit RC.

Exercice n°9 • Déphaseur RC ★★☆

On réalise le circuit ci-dessous.



1) Déterminer, en régime sinusoïdal forcé, la tension de sortie $u_s(t)$ si la tension d'entré $u_e(t) = U_e \cos(\omega t)$ et lorsque la sortie est ouverte ($i_s(t) = 0$).

2) Quelle peut-être l'utilité d'un tel montage ?

Éléments de correction

❶ 1) $\underline{Z_{eq}}\,(\text{BF}) = 0$ et $\underline{Z_{eq}}\,(\text{HF}) = 0$. 2) $\underline{Z_{eq}}\,(\text{BF}) = R$ et $\underline{Z_{eq}}\,(\text{HF}) = \infty$. 3) $\underline{Z_{eq}}\,(\text{BF}) = 0$ et $\underline{Z_{eq}}\,(\text{HF}) = 0$. ❷ 1) $\left(r + j\omega L\left(1 + \dfrac{r}{R}\right)\right) \cdot \underline{s}(t) = j\omega L \cdot \underline{e}(t)$. 2) $\dfrac{ds}{dt} + \dfrac{s}{\tau} = 0$ avec $\tau = \dfrac{L}{r}\left(1 + \dfrac{r}{R}\right)$. ❸ 1) $\underline{Z_1} = R + j\omega$, $\underline{Z_2} = R + \dfrac{1}{j\omega C}$ et $\underline{Z_{eq}} = \left(\dfrac{1}{\underline{Z_1}} + \dfrac{1}{\underline{Z_2}}\right)^{-1}$. 2) $\underline{I_{m1}} = \dfrac{\underline{Z_2}}{\underline{Z_1} + \underline{Z_2}}\,\underline{I_m}$ et $\underline{I_{m2}} = \dfrac{\underline{Z_1}}{\underline{Z_1} + \underline{Z_2}}\,\underline{I_m}$. 3) $\omega^2 LC = 1$. 4) $\dfrac{R^2 C}{L} = 1$. ❹ Non. ❺ 1) $I_m = U_m \left|\omega C - \dfrac{1}{\omega L}\right|$ minimale lorsque $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$. 2) $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$. ❻ 1) $\dfrac{du}{dt} + \dfrac{u}{\tau} = \dfrac{e(t)}{2RC}$ avec : $\tau = \dfrac{2RC}{3}$. 2) $\dfrac{d^2 i}{dt^2} + \dfrac{\omega_0}{Q}\dfrac{di}{dt} + \omega_0^2\, i(t) = \dfrac{e}{LC} + \dfrac{1}{L}\,\dfrac{de}{dt}$ avec : $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \omega_0\left(\dfrac{1}{RC} + \dfrac{R}{L}\right)^{-1}$. 3) $\dfrac{d^2 u}{dt^2} + \dfrac{\omega_0}{Q}\dfrac{du}{dt} + \omega_0^2\, u(t) = \omega_0\,\dfrac{de}{dt}$ avec : $\omega_0 = \dfrac{R}{L}$ et $Q = \left(1 + \alpha + \dfrac{1}{\alpha}\right)^{-1}$. ❼ 1) $\underline{Z} = \left(j\omega C + \left(j\omega L + \left(j\omega C + \dfrac{1}{\underline{Z}}\right)^{-1}\right)^{-1}\right)^{-1}$. 2) Si $\omega < \sqrt{2/LC}$: résistance $R_{eq} = \sqrt{\dfrac{L/C}{2 - \omega^2 CL}}$. Si $\omega > \sqrt{2/LC}$: bobine $L_{eq} = \dfrac{1}{\omega}\sqrt{\dfrac{L/C}{\omega^2 CL - 2}}$ ou (au choix) condensateur $C_{eq} = \dfrac{1}{\omega}\sqrt{\dfrac{\omega^2 CL - 2}{L/C}}$. ❽ 1) $u(BF) = u(HF) = 0$. 2) Oui. 3) $\omega_{res} = 10$ rad·s^{-1}, $\omega_{c1} = 35$ rad·s^{-1}, $\omega_{c2} = 3$ rad·s^{-1} et $BP = 32$ rad·s^{-1}. 4) $H_0 = \dfrac{1}{3}$, $Q = \dfrac{1}{3}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{RC}$. 5) $RC = \dfrac{1}{\omega_{res}} = 0,1$ s. ❾ 1) $u_s(t) = U_e \cos(\omega t - 2\arctan(\omega RC))$. 2) Circuit déphaseur.