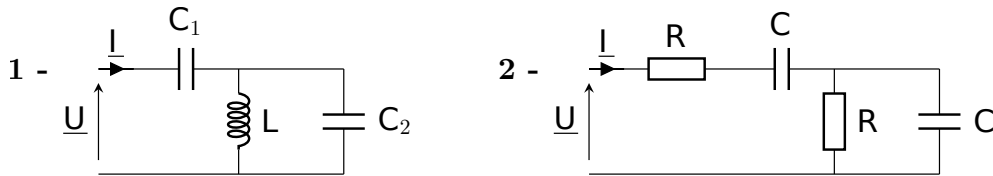


TD – Régime sinusoïdal forcé

I Impédances équivalentes _____ ★ | [● ○ ○]

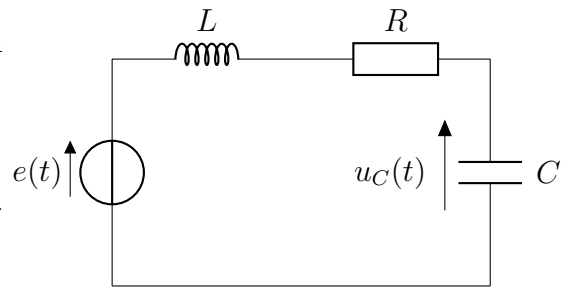
Suite de l'EC2. Donner l'expression de l'impédance équivalente à chaque association de dipôles.



II Résonance en tension du circuit RLC série _____ ★ | [● ○ ○]

On étudie le circuit ci-contre. Le générateur idéal de tension délivre une tension $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$.

- 1 - On cherche $u_c(t)$ sous la forme $u_c(t) = U_{C0} \cos(\omega t + \varphi)$. Par quelle expression complexe ce signal est-il représenté ?



- 2 - Donner l'expression de l'amplitude complexe \underline{U}_{C0} de u_c en fonction de R, L, C, E_0 et ω .

Écrire ensuite cette expression sous la forme canonique $\underline{U}_{C0} = \frac{E_0}{1 - x^2 + j\frac{x}{Q}}$, en introduisant la pulsation propre ω_0 , le facteur de qualité Q , et la pulsation réduite $x = \omega/\omega_0$.

On donnera les expressions de ω_0 et de Q en fonction de R, L et C .

- 3 - En déduire l'expression de l'amplitude U_{C0} de $u_C(t)$ en fonction de x .

Pour quelles valeurs du facteur de qualité y a-t-il résonance en tension ? Pour quelle pulsation la résonance a-t-elle alors lieu ? Quelle est alors la valeur de la tension ?

Tracer l'allure de la courbe $U_{C0} = f(x)$ dans le cas où il y a résonance et dans le cas où il n'y a pas résonance.

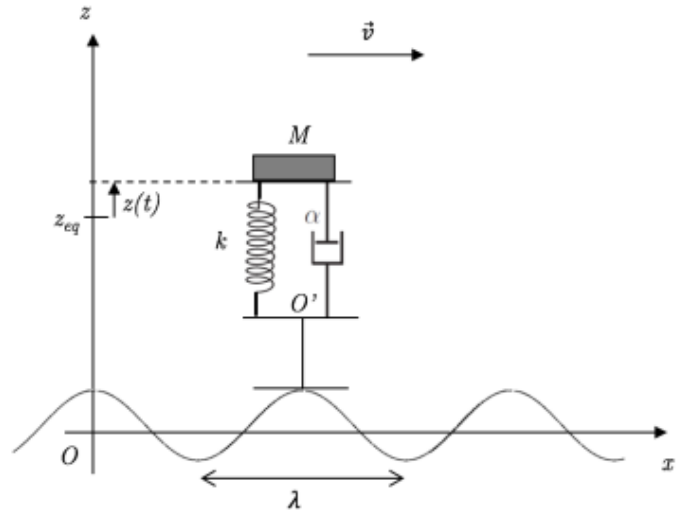
- 4 - En déduire également l'expression de la différence de phase φ entre $u_C(t)$ et la tension d'alimentation en fonction de x .

Donner l'allure de la courbe en déterminant la valeur de φ en hautes fréquences, en basses fréquences et à la résonance.

- 5 - À partir de quelle valeur du facteur de qualité la pulsation de résonance et la pulsation propre sont-elles proches à moins de 1% ?

Cet exercice s'intéresse à un skieur qui dévale une piste de bosses. On se pose la question de la vitesse à choisir pour subir le moins possibles les oscillations de la piste.

On modélise le skieur et ses skis le plus simplement possible : une masse m pour le torse, en contact un ressort de raideur k et longueur à vide l_0 , et un amortisseur de coefficient d'amortissement α pour l'ensemble jambes+skis, en contact ponctuel avec la neige (cf schéma ci-contre).



Le skieur se déplace à une vitesse $\vec{v} = v_0 \vec{e}_x$, sur une piste dont le profil impose à O' de suivre une côte $z_{O'} = L + h(t)$ avec $h(t) = E_m \cos\left(\frac{2\pi x(t)}{\lambda}\right)$, $x(t)$ étant l'abscisse du point O' .

Le mouvement vertical du skieur est repéré par la côte $z(t)$ repérée à partir de la position d'équilibre z_{eq} (skieur au repos, $h(t) = 0$).

Enfin, la force exercée par l'amortisseur s'écrit $\vec{F} = -\alpha(\dot{z}(t) - \dot{z}_{O'}(t))\vec{e}_z$.

- 1 - Donner l'expression de $x(t)$ en supposant que O' se trouve à la verticale de O à l'instant initial. En déduire l'expression de la pulsation ω du forçage du système en fonction de λ et de v .

On conservera la notation ω dans ce qui suit.

- 2 - Faire un bilan des forces s'exerçant sur la masse, et exprimer chaque force en fonction de \vec{e}_z et des paramètres du problème (dont $z(t)$ et sa dérivée, L , $h(t)$ et sa dérivée, k , l_0 , α).

- 3 - On s'intéresse à la position d'équilibre. Montrer que z_{eq} vérifie $-k(z_{eq} - L - l_0) - mg = 0$.

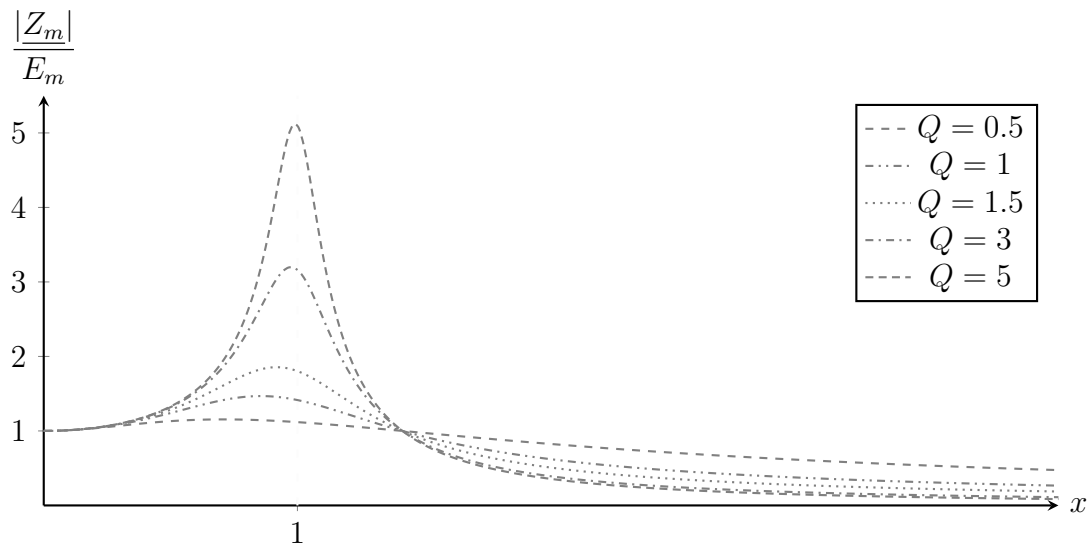
- 4 - Déterminer l'équation différentielle satisfaite par $z(t)$. La mettre sous la forme $\ddot{z} + \frac{\omega_0}{Q}\dot{z} + \omega_0^2 z(t) = \frac{\omega_0}{Q}\dot{h} + \omega_0^2 h(t)$. On donnera les expressions de Q et ω_0 .

- 5 - Montrer que l'amplitude Z_m des oscillations verticales du skieur est donnée par la relation

$$Z_m = \frac{\sqrt{1 + x^2/Q^2}}{\sqrt{(1 - x^2)^2 + x^2/Q^2}} E_m$$

avec $x = \omega/\omega_0$ la pulsation réduite.

- 6 - Le graphique ci-dessous montre l'évolution du rapport Z_m/E_m en fonction de x pour plusieurs valeurs de Q . Quelles sont alors les solutions pour réussir à descendre la piste sans trop de peine ?



IV Étude de graphes d'amplitude et de phase _____ ★ | [● ○ ○]

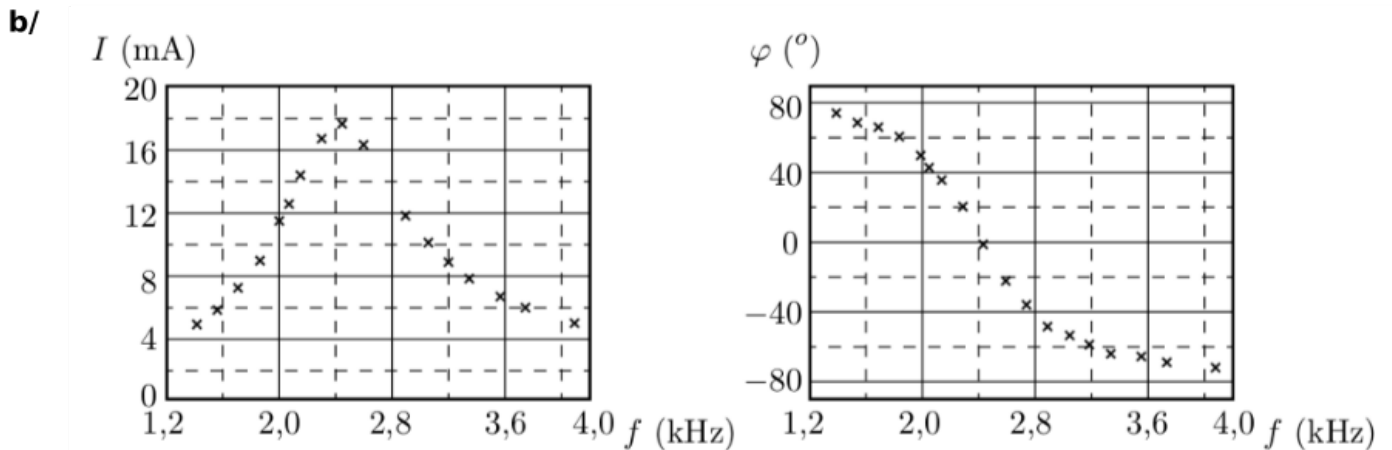
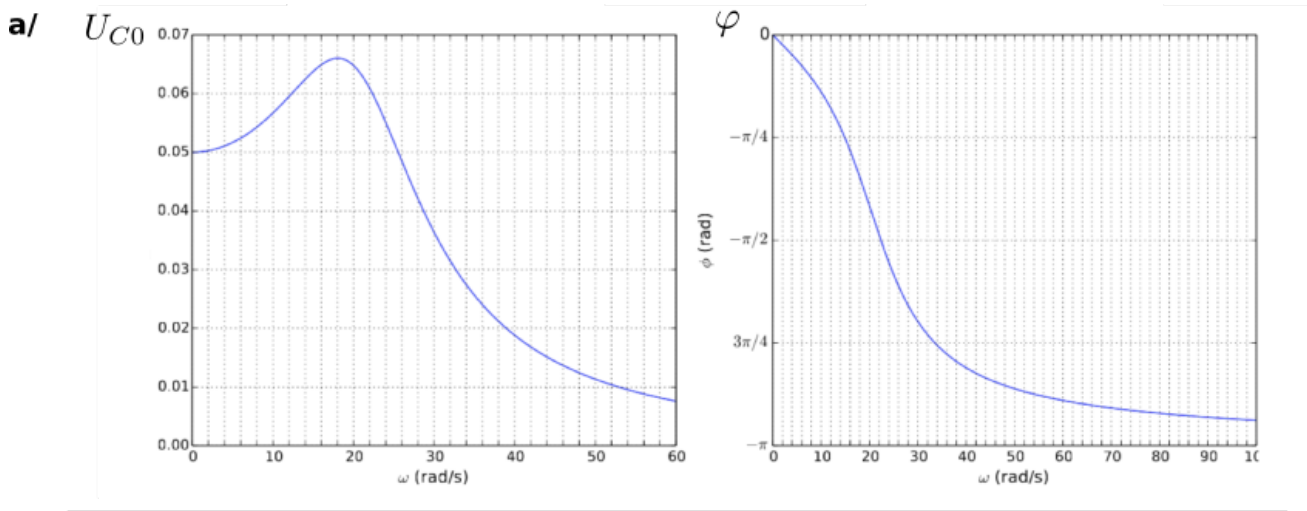
On étudie un circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé. On s'intéresse dans le cas a/ ci-dessous à la tension aux bornes du condensateur. On réalise une acquisition de l'amplitude de cette tension et du déphasage entre cette tension et celle du générateur.

On justifiera les réponses à partir des expressions des amplitudes et déphasages données dans la partie IV.2 du cours.

- 1 - En déduire les valeurs de la pulsation propre et de la pulsation de résonance du circuit, ainsi que celle du facteur de qualité.

On change ensuite les paramètres du circuit. On s'intéresse cette fois au suivi du courant : cas b/ ci-dessous.

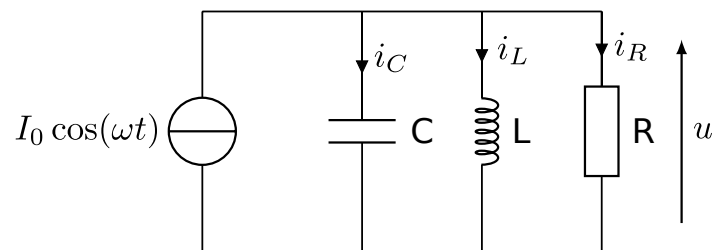
- 2 - Déterminer ici aussi les valeurs de la fréquence propre, de la fréquence de résonance, et du facteur de qualité.



V Antenne émettrice



L'antenne d'un émetteur radio peut être modélisée par un circuit électrique équivalent composé de l'association en parallèle d'une résistance R , d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C . L'antenne est alimentée par une source idéale de courant dont l'intensité caractéristique varie de manière sinusoïdale dans le temps : $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$. On s'intéresse à la manière dont l'amplitude de la tension $u(t)$ aux bornes de l'antenne, qui correspond au signal envoyé, dépend de ω .



- 1 - Déterminer l'impédance complexe de l'association équivalente à l'antenne.
- 2 - En déduire l'amplitude complexe de la tension u en fonction de ω , I_0 et des valeurs des composants.
- 3 - Pour quelle pulsation l'amplitude U de u prend-elle sa valeur maximale notée U_{\max} ? Conclure sur la fréquence à utiliser.
- 4 - Représenter le graphe donnant U en fonction de la pulsation réduite x que l'on définira.
- 5 - On se place dans le cas $R = 37 \Omega$, $L = 1,2 \times 10^{-8} \text{ H}$ et $C = 2,3 \times 10^{-10} \text{ F}$.
Caractériser quantitativement l'acuité $A_c = \omega_0 / \Delta\omega$ de la résonance (donner son expression et sa valeur). Interpréter sa dépendance en R .
- 6 - Quel est le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$? Comment varie-t-il avec la pulsation réduite ?