

## TD n° 19

# Résonances

Dans ce TD nous allons utiliser Python pour faire les calculs sur les nombres complexes à notre place.

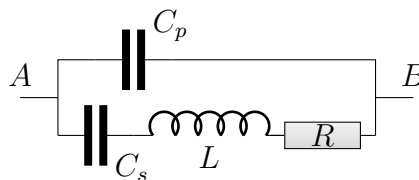
### 1. RLC série

On construit un RLC série avec une bobine d'inductance  $L = 21 \text{ mH}$ , un condensateur  $C = 470 \text{ nF}$  et une résistance  $R = 70 \Omega$ , alimenté par une tension sinusoïdale d'amplitude  $E = 4 \text{ V}$  et de fréquence  $f$  variable. On veut tracer la courbe de résonance aux bornes de la bobine.

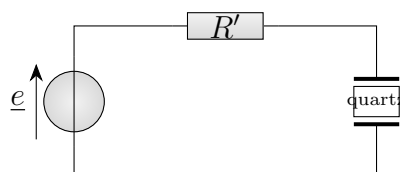
- Exprimez l'image complexe de la tension aux bornes de la bobine,  $\underline{u}_L$ , en fonction de  $\omega$  puis de  $f$ .
- Définissez sous Python la fonction `_uL(f)` correspondante (plus exactement, cette fonction renvoie  $\underline{u}_L(f, t = 0)$ ; le temps n'apparaît plus); pour obtenir le nombre complexe  $j$  en Python, on tape `1j`; par exemple  $2 + 3j$  peut s'écrire `2+3*1j` ou éventuellement `2+3j`.
- Définissez un tableau de fréquences entre 10 Hz et 10 kHz, et générez le tableau des  $\underline{u}_L$  correspondant; générez alors :
  - le tableau des  $|\underline{u}_L|$  à l'aide de la fonction `np.abs`
  - le tableau des  $\arg(\underline{u}_L)$  à l'aide de la fonction `np.angle`
- Tracez alors  $|\underline{u}_L|(f)$  et  $\arg(\underline{u}_L)(f)$ .
- À l'aide de la fonction `np.max`, mesurez l'amplitude maximale de  $u_L$ . Définissez alors une fonction `equation(f)` qui doit s'annuler pour les deux fréquences correspondant aux bornes de la bande passante à  $-3 \text{ dB}$ .  
 À l'aide de la fonction `scipy.optimize.bisect`, déterminez les deux fréquences limitant la bande passante. Cette fonction prend trois arguments obligatoires : la fonction à annuler, et deux valeurs encadrant la racine recherchée; utilisez le graphique pour proposer de bonnes valeurs de départ.
- En réalité, la bobine est modélisable de façon plus réaliste par une inductance  $L$  en série avec une résistance  $r = 7,1 \Omega$ . Reprenez le tracé de la courbe et le calcul de la bande passante.
- Tracez sur le même graphique la courbe de l'amplitude pour  $R = 300 \Omega$ .

### 2. Résonance d'un quartz

On considère maintenant le dipôle suivant qui modélise un quartz de montre, avec  $R = 250 \Omega$ ,  $L = 500 \text{ mH}$ ,  $C_s = 0,0800 \text{ pF}$  et  $C_p = 8,00 \text{ pF}$  :



- Exprimez son impédance  $\underline{Z}$  **sans chercher à la simplifier**.
- On réalise un circuit série avec un générateur de tension d'amplitude  $E = 5 \text{ V}$  et de fréquence  $f$ , une résistance  $R' = 100 \text{ k}\Omega$  et le quartz.



Tracez l'amplitude de la tension aux bornes du quartz, pour des fréquences comprises entre 780 kHz et 820 kHz. Commentez les deux effets observés.