

Couplage d'oscillateurs RLC

Capacités exigibles

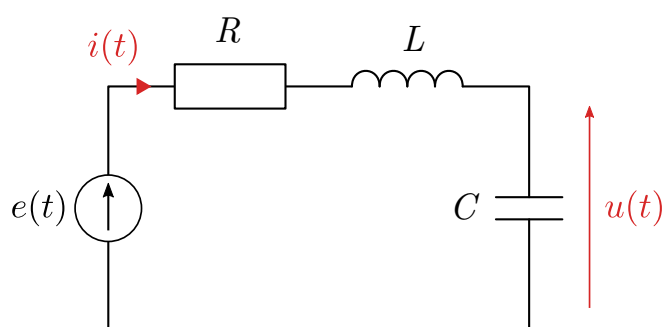
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à caractériser un phénomène de résonance
- Reconnaître une avance ou un retard de phase
- Passer d'un décalage temporel à un déphasage

et inversement

- Repérer précisément le passage par un déphasage de 0 ou π en mode XY

I Documents

Document 1 : Circuit RLC série



Dans le circuit RLC ci-contre, on peut exprimer la tension \underline{u} telle que :

$$\underline{u} = \frac{\underline{e}}{1 - (\omega/\omega_0)^2 + j\omega/(\omega_0 Q)}$$

Avec

$$\begin{cases} \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f_0 \\ Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \end{cases}$$

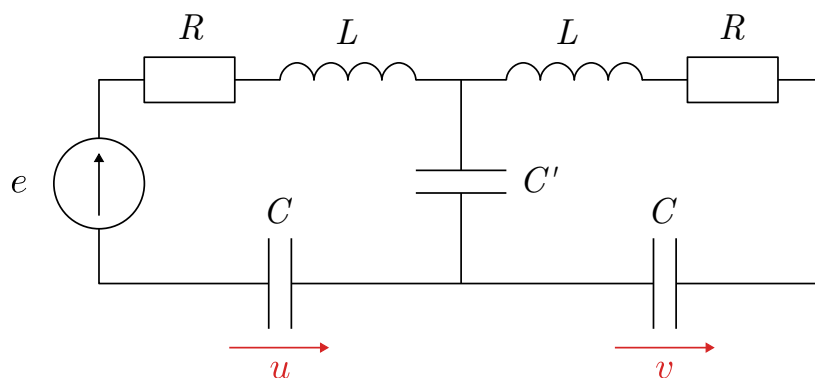
Ce circuit est un oscillateur harmonique, comme pourrait l'être un système composé par exemple d'une simple masse au bout d'un ressort.

Ce circuit peut présenter un phénomène de résonance lorsque $Q > 1/\sqrt{2}$. Dans ce cas, la fréquence de résonance est

$$f_r = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

Document 2 : Circuits RLC couplés

On peut associer deux circuits RLC de la manière suivante :




Pour poursuivre l'analogie mécanique, cela reviendrait à associer deux oscillateurs via un ressort par exemple.

Document 3 : Matériel


- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 résistances d'environ $500\ \Omega$; ➤ 2 condensateurs d'environ $10\ \text{nF}$; ➤ 1 boîte à décade de capacités ; ➤ 2 bobines self réglables d'environ $1\ \text{H}$; | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 GBF ; ➤ 1 oscilloscope ; ➤ 1 carte d'acquisition ; ➤ 1 ordinateur avec LatisPro. |
|--|---|

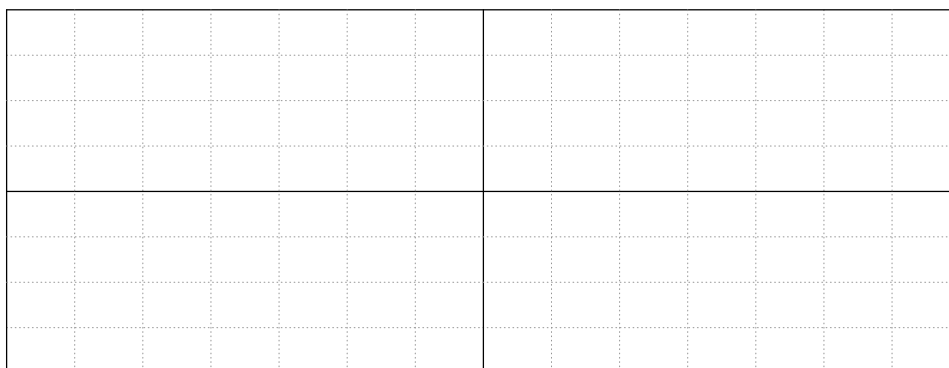
II Énoncé**A Étude du circuit RLC**

Pour cette première expérience, on pourra utiliser la boîte de capacité variable en guise de condensateur.

- ①  Réglez vos bobines sur une inductance propre d'environ $1\ \text{H}$.
- ② En déduire les valeurs de la fréquence propre f_0 et du facteur de qualité Q de votre circuit RLC (cf. document 1). Montrer que la fréquence de résonance f_r coïncide quasiment avec la fréquence propre f_0 .

- ③ Pour trouver la fréquence de résonance, on va utiliser la fonction sweep (balayage) des oscilloscopes (cf. document 4). La plage balayée est malheureusement assez faible, on ne peut partir que d'une valeur f_{\min} puissance de 10 (en Hz), et aller jusqu'à $f_{\max} = 51f_{\min}$. Sur quelle plage de fréquences allez-vous mener votre expérience ?

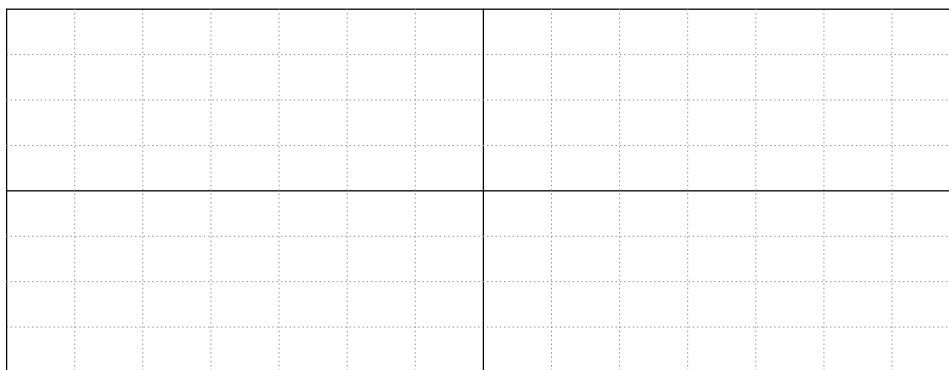
- ④  On utilisera une durée du balayage de $5\ \text{s}$. Mettre en œuvre un protocole permettant de visualiser sur LatisPro l'amplitude de $u(t)$ pendant ce temps. Vous serez amené · es à choisir correctement vos paramètres d'acquisition notamment.
- ⑤ Schématisez ci-dessous le graphe temporel obtenu.



⑥ Remontez à la valeur de f_r ainsi que son incertitude puis commentez. Faites apparaître sur votre dessin ci-dessus, la construction effectuée.

⑦ À quel paramètre de ce graphique le facteur de qualité est-il relié ?

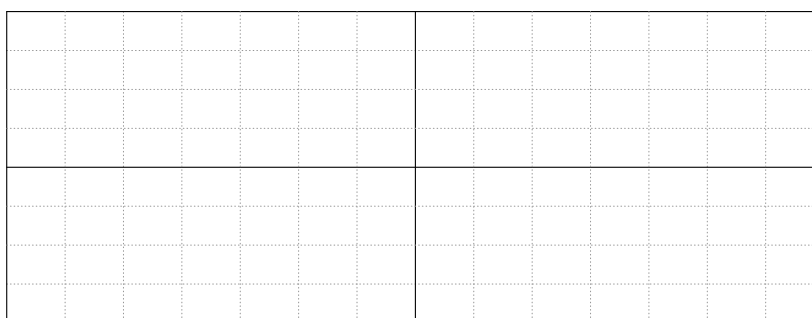
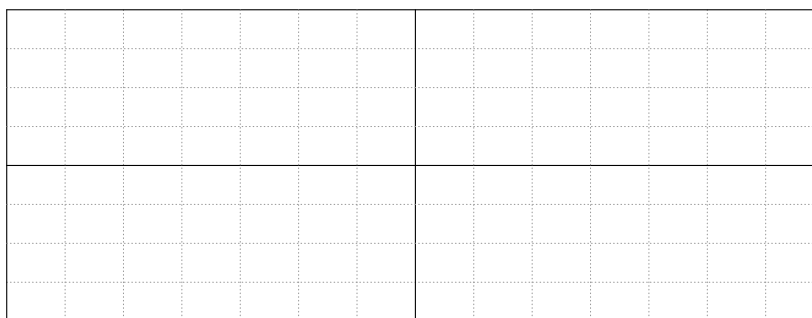
⑧ Comment une augmentation de C est-elle censée changer vos résultats ? En particulier dessinez ci-dessous votre pronostic de graphe dans le cas où l'on multiplie C par 9.



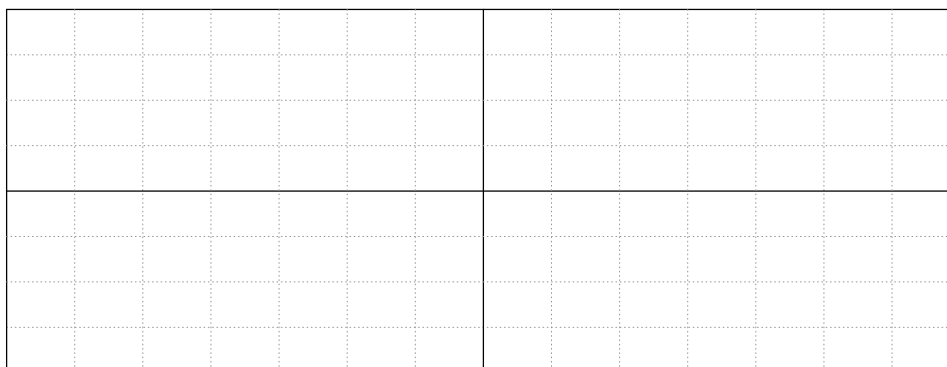
⑨ ✂ Menez l'expérience et vérifiez votre hypothèse.

B Étude des circuits couplés

- 10 ✂ Avec la même méthode, étudiez le filtre détaillé en document 2 (en visualisant les deux sorties u et v). Montrez que l'on fait apparaître deux fréquences particulières f_1 et $f_2 > f_1$. Donnez leurs valeurs et incertitudes.
- 11 ✂ Placez-vous en régime sinusoïdal forcé à f_1 et observez les formes temporelles de $u(t)$ et $v(t)$. Faire de même à f_2 . Représentez-les schématiquement ci-dessous.

Fréquence f_1 Fréquence f_2

- 12 ✂ Faire varier la valeur de la capacité de couplage C' . Expliquer brièvement les effets obtenus. Vous pouvez-vous aider d'un nouveau graphe.

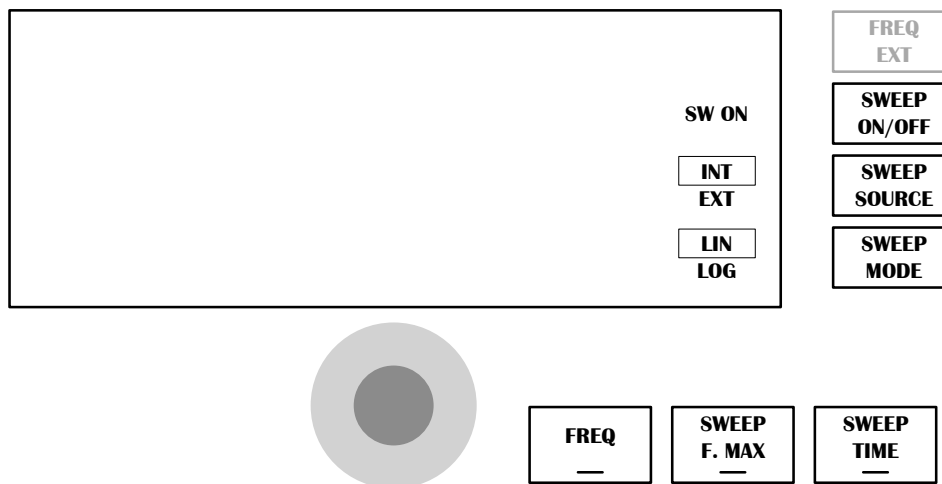




Annexe

Document 4 : Mode SWEEP des GBF

Avec les GBF, il est possible d'envoyer un signal de fréquence modulable dans le temps. Pour cela, on utilise le mode SWEEP (balayage). On résume ci-dessous les boutons dont on aura besoin pour paramétrer ce mode :



- Activez le mode sweep avec le bouton SWEEP ON/OFF ;
- choisissez la source intérieure pour le balayage (SWEEP SOURCE réglé sur INT) ;
- il sera plus simple d'utiliser un mode de balayage linéaire (SWEEP MODE réglé sur LIN) ;
- vous pouvez alors choisir votre plage de fréquences et la durée du balayage avec les trois boutons du bas.