



TD 7 – Régime sinusoïdal forcé

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Signal sinusoïdal.
- Description du comportement d'un dipôle en régime sinusoïdal forcé.
- Impédances complexes. Cas d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine.
- Établir l'expression de l'impédance d'une résistance, d'un condensateur, d'une bobine.
- Remplacer une association série ou parallèle de deux impédances par une impédance équivalente.
- Utiliser la représentation complexe pour étudier le régime forcé.
- Oscillateurs électrique soumis à une excitation sinusoïdale. Résonance.
- Relier l'acuité d'une résonance au facteur de qualité.
- Déterminer la pulsation propre et le facteur de qualité à partir de graphes expérimentaux d'amplitude et de phase.

J'apprends mon cours : Questions de cours, exercices 1, 4, 5

Questions de cours

- Q1.** Etablir l'expression de l'impédance complexe d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine.
- Q2.** Indiquer les équivalences en basse fréquence et haute fréquence d'un condensateur et d'une bobine.
- Q3.** Etablir l'expression de l'amplitude complexe de l'intensité du courant ou de la tension aux bornes du condensateur dans un circuit RLC série alimenté par une tension sinusoïdale.
- Q4.** Tracer l'allure des courbes d'amplitude pour la résonance en courant ou en tension d'un RLC série, et ce pour différentes valeurs « bien choisies » du facteur de qualité.
- Q5.** Etablir le lien entre l'acuité de résonance et le facteur de qualité dans le cas de la résonance en intensité.

Exercices

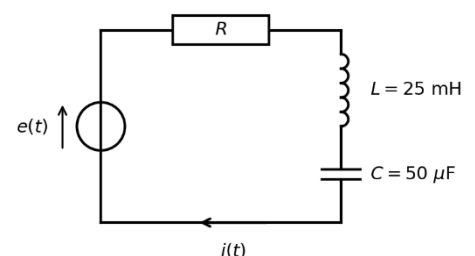
Exercice 1 : Etude d'un circuit RLC en régime sinusoïdal forcé

★★★
Ref. 0060

- ✓ Grandeurs complexes
- ✓ Amplitude et déphasage

On considère le circuit suivant alimenté par une source de tension sinusoïdale de f.é.m. $e(t) = 120 \cos(\omega t)$.

Pour une pulsation $\omega = 400 \text{ rad.s}^{-1}$, l'intensité $i(t)$ du courant est en avance sur la tension $e(t)$ de $63,4^\circ$.



- 1) Exprimer l'intensité complexe $\underline{i}$ en fonction de $\underline{e}$, R , L , C , ω .

- 2) Déterminer la valeur de R .
- 3) En déduire l'amplitude de $i(t)$.

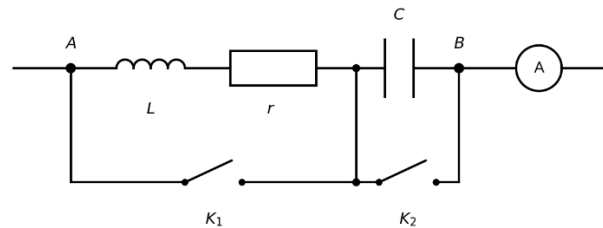
Exercice 2 : Circuits équivalents

★★★
Ref. 0061

✓ Impédance complexe équivalente

Dans le circuit ci-dessous alimenté par une tension $u_{AB}(t)$ sinusoïdale, il existe une pulsation particulière ω pour laquelle l'ampèremètre en mode AC affiche la même valeur lorsque K_1 et K_2 sont ouverts, lorsque K_1 est ouvert et K_2 fermé, et lorsque K_1 est fermé et K_2 ouvert. Montrer que cette pulsation vaut $\omega = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$ et qu'elle n'existe

que si $r = \sqrt{\frac{3L}{2C}}$.



Exercice 3 : Etude d'un dipôle inconnu ♥

★★★
Ref. 0062

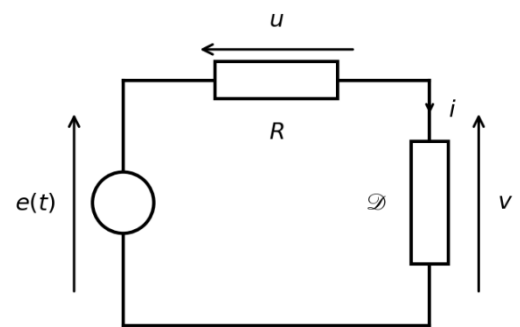
✓ Signal sinusoïdal
✓ Impédance complexe

Dans le montage ci-contre, le GBF délivre une tension $e(t)$ sinusoïdale de pulsation ω , R est une résistance telle que $R = 100 \Omega$ et D un dipôle inconnu d'impédance complexe $\underline{Z}$.

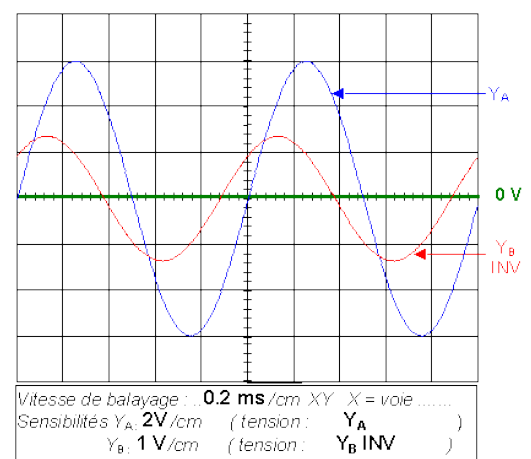
On note $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ et $v(t) = V_m \cos(\omega t + \varphi)$ les tensions aux bornes respectivement de R et D .

On visualise à l'oscilloscope $v(t)$ sur la voie A et $u(t)$ sur la voie B.

On obtient l'oscillogramme ci-dessous.



- 1) Déterminer les amplitudes de $u(t)$ et $v(t)$ ainsi que la pulsation ω .
- 2) Quel est le déphasage φ de $v(t)$ par rapport à $u(t)$? Justifier.
- 3) Exprimer $\underline{v}$ en fonction de R , $\underline{Z}$ et $\underline{u}$.
- 4) On note $\underline{Z} = X + jY$, l'impédance complexe de D .
 - a) Déterminer X et Y .
 - b) Par quelle association de dipôles peut-on modéliser D ?
Donner ses caractéristiques.



Exercice 4 : Résonance dans un circuit RLC ♥

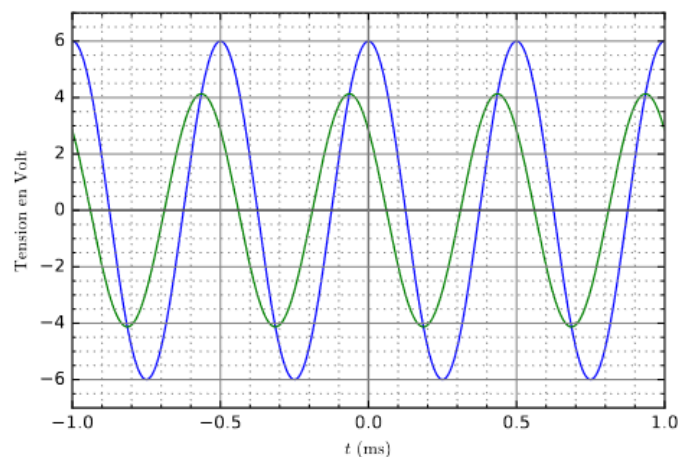
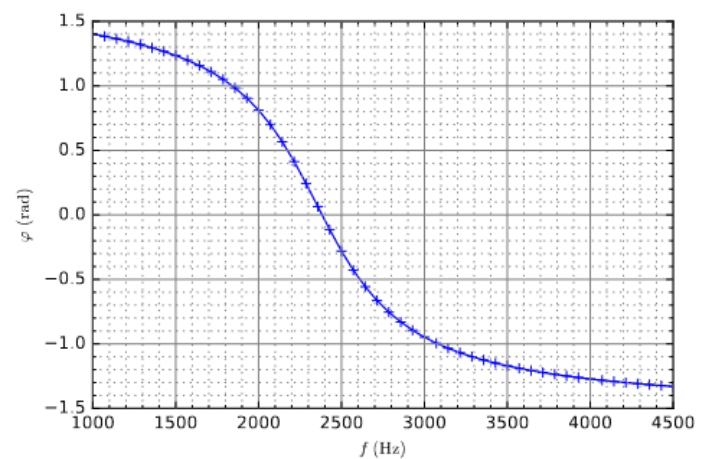
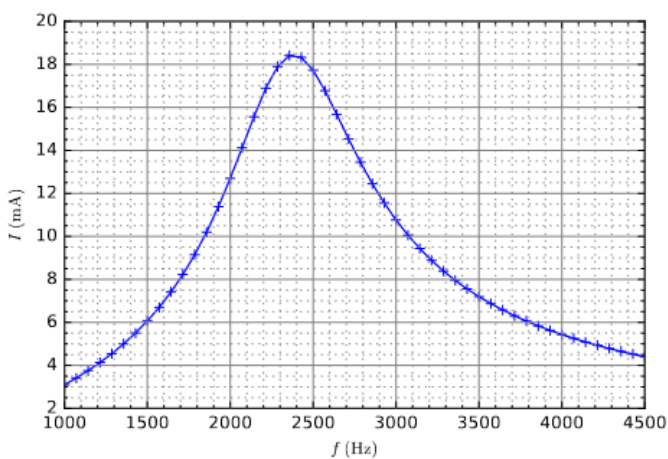


Ref. 0063

- ✓ *Signal sinusoïdal*
- ✓ *Résonance en intensité*
- ✓ *Facteur de qualité et acuité de résonance*

Un circuit RLC série est alimenté par une source de tension $e(t) = E_m \cos(\omega t)$, où E_m est l'amplitude de la tension fournie par le générateur. Cette amplitude reste invariante pendant les mesures réalisées.

On note I la mesure de l'intensité efficace affichée sur un ampèremètre. Celle-ci varie avec la fréquence f du générateur. Cette dépendance est tracée ci-après. Un oscilloscope en bicourbe donne accès au déphasage φ entre l'intensité $i(t)$ et la tension $e(t)$. On représente ce déphasage en fonction de la fréquence. Enfin, sur la dernière figure est reproduite l'écran d'un oscilloscope en bicourbe représentant les tensions du générateur $e(t)$ et celle aux bornes du résistor $u(t)$.



1) Résultats théoriques

- a) Donner, en notation complexe, l'expression de l'intensité complexe $\underline{i}(t)$ parcourant le circuit en fonction de la tension complexe $\underline{e}(t)$ du générateur.
- b) Quelle est l'expression de l'amplitude I_m de $i(t)$ en fonction de la pulsation ?
- c) Exprimer la pulsation de résonance ω_r ainsi que la bande passante $\Delta\omega$ en fonction des paramètres du circuit puis en fonction de la pulsation propre ω_0 et du facteur de qualité Q .
- d) Quelle est l'expression du déphasage φ en fonction de la pulsation ? On exprimera $\tan \varphi$. Que vaut-il à la résonance ?

2) Exploitation des résultats expérimentaux

- Quel montage a-t-on réalisé afin d'obtenir sur un oscilloscope les courbes de la figure liée à l'oscilloscope ? Identifier sur cette figure les courbes représentant $e(t)$ et $u(t)$. Justifier.
- Mesurer la fréquence de résonance f_r .
- Mesurer le plus simplement possible la valeur de la résistance R . Expliquer votre démarche.
- Evaluer les deux fréquences de coupure. En déduire le facteur de qualité Q du circuit.
- Déduire de vos mesures les valeurs de L et C . Ces résultats semblent-ils cohérents ?

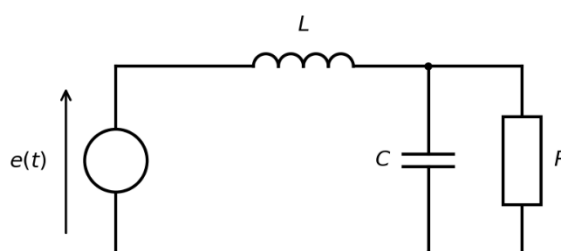
Exercice 5 : Résonance aux bornes d'un condensateur ♥



Ref. 0202

- ✓ Résonance en tension
- ✓ Condition d'existence d'une résonance

On étudie le circuit suivant, alimenté par une source de tension sinusoïdale : $e(t) = E \cos(\omega t)$



- Donner un schéma équivalent du circuit à basse fréquence et à haute fréquence. En déduire le comportement de $u(t)$, tension aux bornes de C , à basse fréquence et à haute fréquence.
- Exprimer la tension complexe $\underline{u}$ aux bornes de C .
- On pose la pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$. Mettre $\underline{u}$ sous la forme $\underline{u} = \frac{\underline{e}}{(1-x^2) + j\frac{x}{Q}}$, donner l'expression de Q , facteur de qualité du circuit et de la pulsation propre ω_0 . Commenter l'influence de R .
- Peut-il y avoir résonance de la tension aux bornes du condensateur ? Si oui, pour quelle valeur de la pulsation ω , notée ω_r , et à quelle condition sur la valeur de Q ?

Exercice 6 : Détermination expérimentale d'une inductance



Ref. 0203

- ✓ Résolution de problème

On réalise le montage ci-dessous avec $R = 100 \Omega$ et $C = 10 \mu F$. On observe la tension $e(t)$ sur la voie X d'un oscilloscope, et la tension $u_R(t)$ sur la voie Y. On constate que pour la fréquence $f_0 = 180 \text{ Hz}$, les deux signaux sont en phase. Quelle est la valeur de l'inductance L ?

