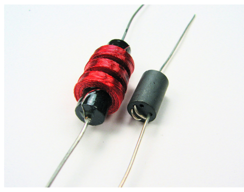
TD Signaux Physiques 10 : Régime sinusoïdal forcé

Exercice 1 – Passage de la notation réelle à la notation complexe

Entraînez-vous à passer de la notation réelle à la notation complexe sur les exemples suivants.

1. $x(t) = 2E\sin(\omega\, t)$
2. $y(t) = G(\cos(\omega\, t) + 2H\,\sin(\omega\, t))$
3. $\underline{x}(t) = j\,E\,e^{j\omega t}$
4. $\underline{y}(t) = X\,2^{1/2}\,e^{a+2j\omega t}$

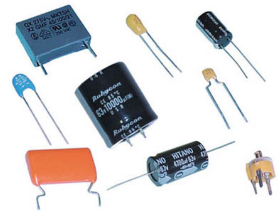
Exercice 2 – Étude d'une bobine d'arrêt



Les bobines d'arrêt sont utilisées en électronique afin de bloquer les hautes fréquences, laisser passer les basses fréquences et les tensions continues. On considère une bobine réelle d'inductance L = 0,300 H et de résistance r = 600 Ω. La tension à ses bornes est une tension sinusoïdale u(t), d'amplitude 311 V et de fréquence 500 Hz. L'intensité du courant la traversant est notée i(t).

1. Calculez l'amplitude de i.
2. Déterminez le déphasage courant-tension de i par rapport à u.

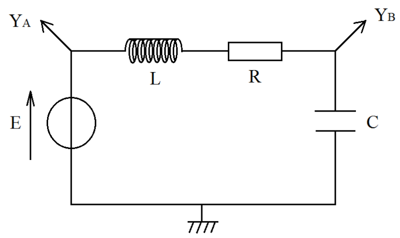
Exercice 3 – Étude d'un condensateur



Les condensateurs sont utilisés en électronique pour traiter les signaux, notamment dans des montages permettant d'éliminer la composante continue d'un signal. Un dipôle RC parallèle est soumis à une tension de fréquence f = 50 Hz. Les composants sont caractérisés par une résistance R = 100 Ω et une capacité C = 0,100 µF.

1. Déterminez l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}$ de ce dipôle RC parallèle.
2. Déduisez de la question précédente l'impédance Z de ce dipôle, ainsi que le déphasage courant-tension.

Exercice 4 – Étude expérimentale d'un circuit RLC série



Un groupe d'élèves étudie lors d'une séance de travaux pratiques le circuit RLC série suivant, avec une bobine d'inductance L = 1,00 H et une résistance R = 500 Ω. Le circuit est alimenté par la tension $E(t) = E_0\cos(\omega\, t)$. Les voies d'acquisition A et B de l'oscilloscope sont branchées comme indiqué ci-contre.

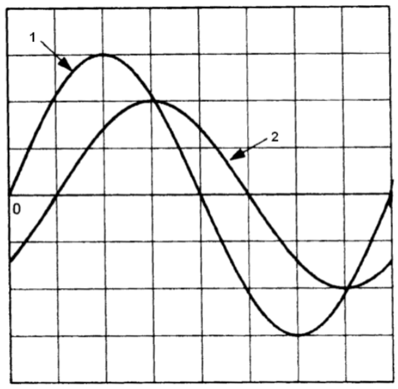
1. Détermination de la tension aux bornes du condensateur

1.1 Déterminez l'équation différentielle satisfaite par la tension u_C.
1.2 Déterminez l'expression de la tension complexe $\underline{u}_C$.
1.3 Déterminez l'expression de la tension réelle u_C.

2. Résonance en tension

2.1 Un phénomène de résonance en tension peut-il se produire ? Si oui, précisez les conditions nécessaires pour que ce phénomène ait lieu.
2.2 Lorsque la résonance en tension se produit, pour quelle fréquence a-t-elle lieu ?
2.3 Représentez la courbe $U_{Cm} = f(\omega)$ pour les différents cas possibles.

3. Détermination de la valeur de C



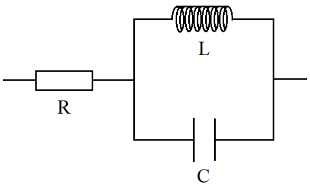
Sensibilité verticale sur les 2 voies : 5,0 V/div
Balayage horizontal : 2,5ms/ div

3.1 Un groupe d'élève réalise les enregistrements suivants. Identifiez en le justifiant les courbes correspondant aux voies A et B d'acquisition.
3.2 À l'aide du graphe, déterminez complètement l'expression de $u_C(t)$: amplitude, pulsation et phase à l'origine.
3.3 Déterminez le lien entre $u_C(t)$ et i(t) et exprimez le déphasage Ψ du courant par rapport à la tension excitatrice.
3.4 Grâce à une construction de Fresnel, déterminez la valeur de C.

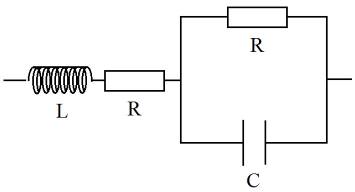
Exercice 5 – Étude de différentes associations de composants

Pour les associations de composants suivantes, déterminez les comportements limites en haute et basse fréquence, puis déterminez l'impédance complexe de l'association.

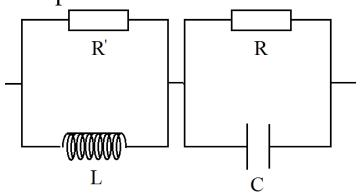
1. Dipôle 1



2. Dipôle 2

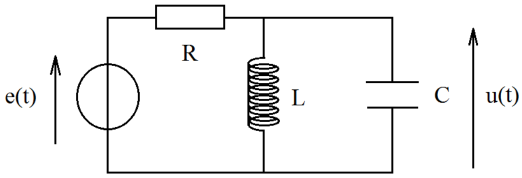


3. Dipôle 3



Exercice 6 – Résonance d'un circuit bouchon

On considère le circuit bouchon suivant, alimenté par la tension délivrée par le GBF idéal $e(t) = e_m \cos(\omega t)$. On écrit la tension $u(t)$ sous la forme $u(t) = u_m \cos(\omega t + \varphi)$.



1. Détermination de l'amplitude de la tension u

1.1 Déterminez l'impédance équivalente $\underline{Z}_{eq}$ de l'association en parallèle de la capacité C et de l'inductance L.

1.2 Montrez successivement les relations suivantes, en précisant les expressions de Q et ω_0 en fonction de R, L et C. On pose la pulsation réduite $x = \omega/\omega_0$.

$$\underline{u}_m = \frac{1}{1 + jR\left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)} e_m \qquad \underline{u}_m = \frac{1}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} e_m$$

1.3 Déterminez l'expression de l'amplitude réelle u_m en fonction de x.

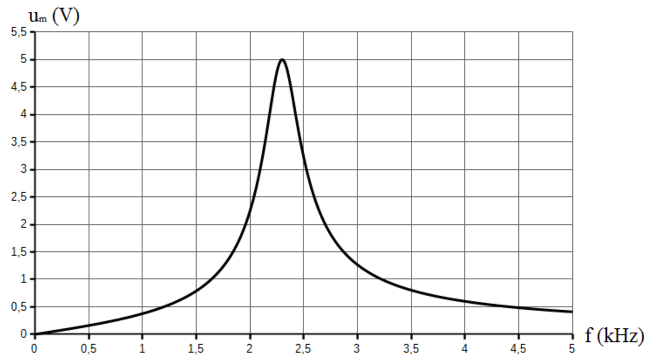
2. Résonance en tension : amplitude

2.1 Montrez que l'on observe une résonance en tension,pour une fréquence f_r que l'on exprimera en fonction de la fréquence propre f_0.

2.2 Déterminez la largeur de la bande passante Δf en fonction de f_0 et de Q.

2.3 Calculez f_r, Q et Δf pour R = 1,0 k Ω, L = 10 mH et C = 0,50 µF.

2.4 L'allure de la courbe représentative de $u_m = f(\omega)$ est la suivante. Déterminez graphiquement e_m, fr, les fréquences de coupure f_1 et f_2 ainsi que Q. Comparez les valeurs expérimentales aux résultats théoriques précédents.



3. Résonance en tension : déphasage

3.1 Montrez que φ est une fonction décroissante de la fréquence. Calculez le déphasage pour les valeurs de pulsation réduite x = 0, x = 1 et $x \to +\infty$ et pour les valeurs extrémale s de la bande passante x_1 et x_2. Que se passe-t-il à la résonance ne tension ? Exprimez u(t) à la résonance.

3.2 On donne l'évolution du déphasage φ en fonction de f sur l'intervalle de phases [-π ; π]. Déterminez graphiquement à l'aide d'une autre méthode f_r, f_1 et f_2 ainsi qu'une estimation de Q.