OS – TD 8

Impédances complexes et régimes sinusoïdaux forcés

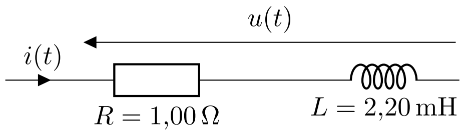
Tous les exercices supposent qu'un régime permanent sinusoïdal forcé est atteint pour chacun des circuits étudiés.

I - Formalisme complexe

Donner l'amplitude complexe ou le signal réel dans les cas suivants, en supposant le régime sinusoïdal forcé de pulsation ω.

- ▷ $u(t) = U_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$
- ▷ $i(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \psi)$
- ▷ $s(t) = S_m \sin(\omega t)$
- ▷ $\underline{U_m} = U_m \mathrm{e}^{-j\pi/3}$
- ▷ $\underline{I_1} = -\dfrac{jU_0}{R}$
- ▷ $\underline{I} = -I_m \mathrm{e}^{j\pi/6}$

II - Association RL série

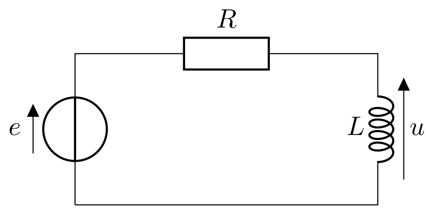


1. Quelle est l'expression littérale de l'impédance du dipôle équivalent à l'association du résistor et de la bobine parfaite ?

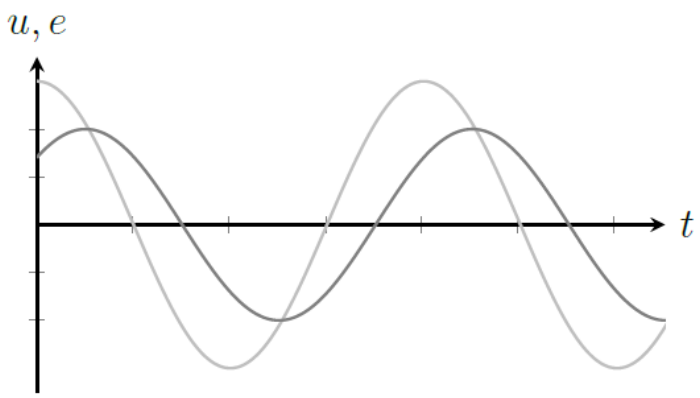
On donne : $u(t) = 230\sqrt{2}\,\cos(100\,\pi\,t)$ avec u en volts et t en secondes.

2. Déterminer l'expression de i en fonction du temps. En déduire si i est en avance ou en retard sur u.
3. Parmi les propositions suivantes quelle est celle qui est correcte :
   (a) amplitude : 125 A ; 267 A ; 325 A ?
   (b) phase : 0,604 rad ; −0,604 rad ; 1,604 rad ?

On considère maintenant le circuit suivant :

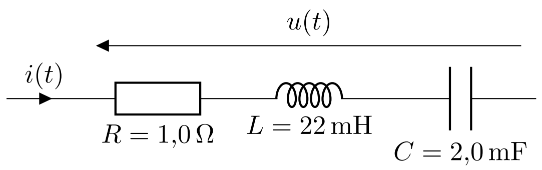


Le GBF impose une tension sinusoïdale de fréquence $f = 10\,\mathrm{kHz}$ et la résistance R est égale à $470\,\Omega$. On obtient sur l'écran d'un oscilloscope la représentation des signaux $e(t)$ (en gris clair) et $u(t)$ (en gris foncé). Le calibre des deux voies est le même.



4. Déterminer la valeur du déphasage entre les signaux.
5. Déterminer la valeur de L.

III - Association RLC série



1. Quelle est l'expression littérale de l'impédance du dipôle équivalent à l'association du résistor, du condensateur parfait et de la bobine parfaite ?

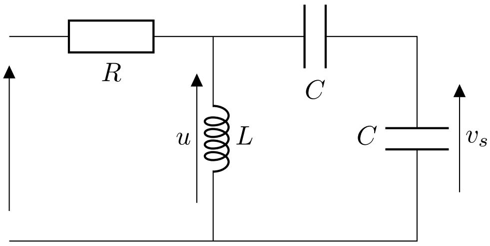
On donne : $u(t) = 2,3.10^2\sqrt{2}\,\sin(2\,\pi\,f\,t)$ avec u en volts, f en hertz et t en secondes.

2. Que vaut l'amplitude de l'intensité du courant à la fréquence nulle et dans le cas limite d'une fréquence infinie ?
3. Quelle est la fréquence de résonance de i ? Que vaut alors son amplitude ?
4. Déterminer l'expression de i en fonction du temps.
5. Tracer les graphes de l'amplitude et de la phase de i en fonction de f.
6. Pour $f = 50\,\mathrm{Hz}$, quelle est la réponse correcte dans les propositions suivantes :
   (a) amplitude : 343 A ; 60,1 A ?
   (b) phase : $-1{,}93$ rad ; $-1{,}39$ rad ; 0,00 rad ; 1,39 rad ; 1,93 rad ?
7. Pour $f = 20\,\mathrm{Hz}$, quelle est la réponse correcte dans les propositions suivantes :
   (a) amplitude : 343 A ; 207 A ?
   (b) phase : $-1{,}85$ rad ; $-0{,}882$ rad ; 0,00 rad ; 0,882 rad ; 1,85 rad ?

IV - Étude complète d'un filtre

Début d'un exercice qui sera terminé au prochain TD.

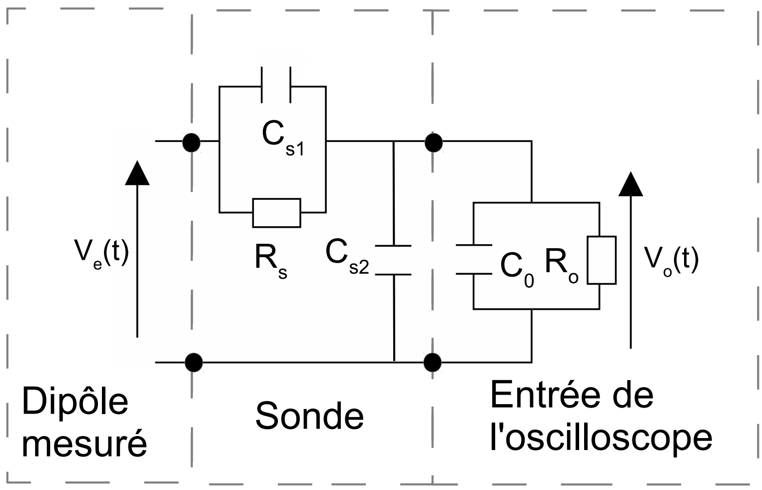
On considère le circuit précédent du point de vue du filtrage. On considère que la tension d'entrée est de la forme $v_e(t) = v_{em}\cos(\omega t)$ et que le régime sinusoïdal forcé permanent est atteint.



1. Étudier les circuits équivalents limites aux basses et hautes fréquences (BF et HF) afin de déterminer les valeurs de v_s.
2. Expliquer pourquoi un pont diviseur de tension n'est pas possible directement entre v_s et v_e.
3. Déterminer l'expression de la fonction de transfert de ce filtre $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{v_s}}{\underline{v_e}}$. On utilisera pour cela deux ponts diviseurs de tension : entre v_s et u d'une part, et entre u et v_e d'autre part.

V - Sonde atténuatrice d'oscilloscope

Lorsqu'un signal a une amplitude trop importante, on ne peut pas l'observer directement à l'oscilloscope parce qu'on risque de détériorer l'électronique de l'oscilloscope et/ou d'observer un signal « écrêté » (au delà d'une certaine tension, l'oscilloscope ne peut plus afficher le signal (la limite est environ 300 V pour les oscilloscopes du laboratoire)). On introduit alors, entre l'entrée de l'oscilloscope et la tension à observer, une sonde atténuatrice.



Ci-dessus, une sonde atténuatrice d'oscilloscope modélisée comme un quadripôle intercalé entre le dipôle mesuré et l'entrée de l'oscilloscope. La capacité C_{s2} est la capacité associée au câble de la sonde et vaut typiquement 100 pF. La résistance R_s et la capacité C_{s1} sont réglables et permettent d'ajuster le fonctionnement de la sonde au comportement désiré.

1. Déterminer le rapport $\frac{v_o}{v_e}$ en régime statique. Comment choisir les résistances pour que la sonde soit « une sonde atténuatrice au dixième » en régime statique ?
2. Déterminer la transmittance complexe $\underline{\mathrm{H}}$ pour laquelle l'entrée est v_e et la sortie est v_o.
3. Déterminer le module et l'argument de la transmittance complexe $\underline{\mathrm{H}}$.
4. À quelle condition $\underline{\mathrm{H}}$ est un réel positif quelle que soit la fréquence ? Quel est l'intérêt d'un telle situation ?
5. Quelle est la valeur de $\underline{\mathrm{H}}$ dans la condition précédente ? Dépend-elle de la fréquence ? Pourquoi est-ce important ?
6. Pour les oscilloscopes dont dispose le laboratoire, on a : $R_o = 1{,}0\,\mathrm{M\Omega}$ et $C_o = 16\,\mathrm{pF}$. Comment doit-on choisir R_s et C_{s1} pour que la sonde permette une atténuation au dixième indépendante de la fréquence ?