TD n°1 bis - Révisions d'électrocinétique de première année

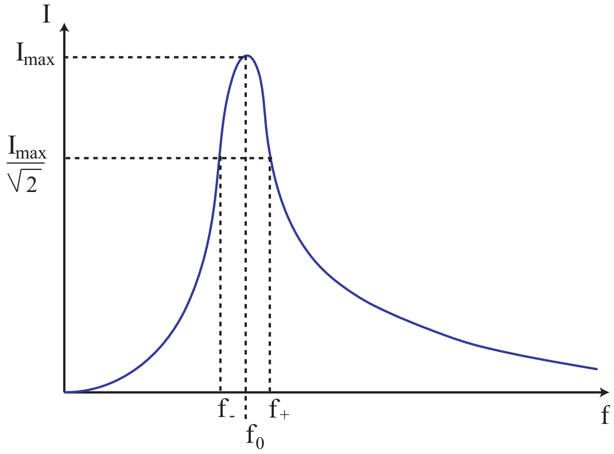
Questions de cours

1. Justifier pourquoi certaines grandeurs sont continues dans un condensateur et une bobine.
2. Pont diviseur de tension. Conditions d'application et démonstration sur un exemple.
3. Réponse d'un circuit RLC série à un échelon de tension. Donner l'expression de l'équation différentielle qui régit la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur dans le circuit, puis en donner les solutions sans chercher à déterminer les constantes d'intégration, en fonction de la valeur du facteur de qualité Q dont on précisera l'expression en fonction de R, L et C.
4. Analogies entre un oscillateur harmonique amorti en mécanique et un circuit RLC série en électronique.
5. Résonance en intensité dans un circuit RLC série.
6. Dans la détermination de la phase d'un diagramme de Bode, on est souvent amené à calculer la phase d'un complexe $\underline{Z} = A + jB$. Quand la phase $\varphi = Arg(\underline{Z})$ ne s'identifie-t-elle pas à $\varphi = Arctan\left(\frac{B}{A}\right)$?
7. Pour chacune des équations différentielles ci-dessous, on donnera l'expression générale des solutions en fonction de la valeur des paramètres précisés. On ne cherchera pas à déterminer les constantes d'intégration qui pourraient être déterminées à partir des conditions initiales.
   (a) $\dfrac{d^2u}{dt^2} + \alpha u = E\omega_0^2$ en fonction de la valeur de α.
   (b) $\dfrac{d^2u}{dt^2} + \dfrac{\omega_0}{Q}\dfrac{du}{dt} + \omega_0^2 u = \omega_0^2 E$ en fonction de la valeur du facteur de qualité Q.
   (c) $\dfrac{d^2u}{dt^2} - \omega_0^2 u = E\omega_0^2 sin(\omega_0 t)$
   (d) $\dfrac{d^2u}{dt^2} + \omega_0^2 u = E\omega_0^2 sh(\omega_0 t)$

1 Résolution de problème - Identification des paramètres d'un circuit RLC série à partir d'une courbe de résonance

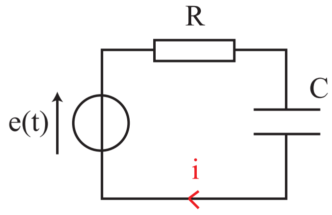
L'étude expérimentale de la résonance en intensité d'un circuit RLC série en régime forcé avec un GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude $E = 10V$ et de fréquence variable f a permis d'obtenir la courbe ci dessous. Déterminer les paramètres R, L et C à partir de l'étude de cette courbe.

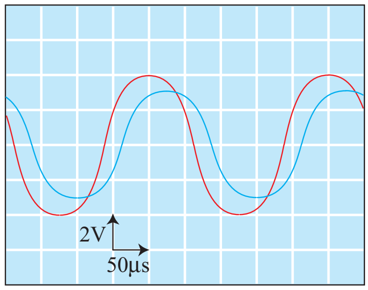
On donne : $I_{max} = 100\ mA$, $f_0 = 500\ Hz$, $\Delta f = f_+ - f_- = 200\ Hz$.



2 Caractérisation expérimentale d'un régime sinusoïdal

Un circuit RC série est alimenté par une source de tension idéale de force électromotrice sinusoïdale $e(t) = E_0 cos(\omega t)$. On mesure à l'oscilloscope la tension aux bornes de la source et celle aux bornes du condensateur. La capacité C vaut $1.0\mu F$.

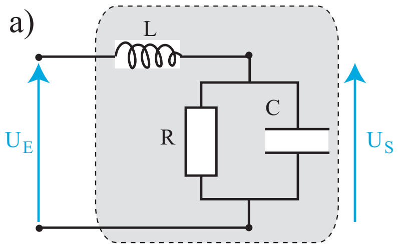


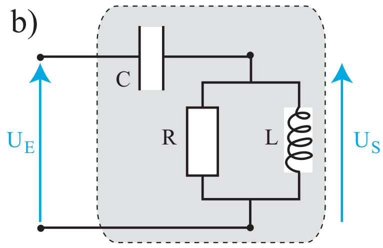


1. Exprimer l'amplitude U_C, la valeur efficace U_{Ceff} et la phase φ de la tension u_C aux bornes du condensateur.
2. Déterminer, à partir de l'oscillogramme, les valeurs de la pulsation, de la phase φ, de l'amplitude de la force électromotrice et celle de la tension u_C.
3. Calculer la valeur de la résistance R.
4. Calculer la puissance moyenne reçue par la résistance R.

Réponses : 3. $R = 35\ \Omega$, 4. $\mathcal{P} = 100\ mW$

3 Etude asymptotique de filtres du second ordre





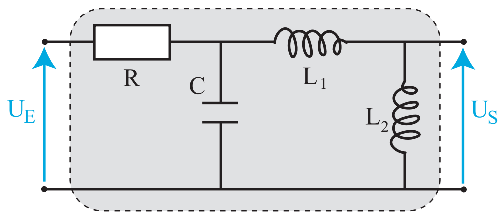
1. Déterminer sans calcul, à l'aide d'une simple étude asymptotique, la nature des filtres ci-dessus.
2. Calculer rapidement la fonction de transfert de ces mêmes filtres.

4 Filtre de Hartley

1. Déterminer la fonction du filtre de Hartley représenté ci-contre sans calcul, à l'aide d'une étude asymptotique.
2. Etablir sa fonction de transfert et la mettre sous la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{K}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

On précisera les expressions de K, ω_0 et Q.



Réponses : $K = \dfrac{L_2}{L_1 + L_2}$ $\quad Q = R\sqrt{\dfrac{C}{L_1 + L_2}}$ $\quad \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$

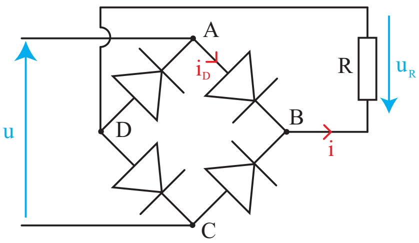
5 Etude de la phase de quelques fonctions de transfert

Déterminer les valeurs asymptotiques des phases correspondant aux fonctions de transfert ci-dessous en 0, $+\infty$ et éventuellement en une valeur particulière bien choisie. Déterminer ensuite l'expression complète de la phase pour toute pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$, puis tracer $\varphi(x)$ dans l'intervalle $[-\pi, \pi]$. On prendra $K > 0$.

1. $\underline{H} = \dfrac{-K}{1+jx}$
2. $\underline{H} = \dfrac{1+jx}{1-jx}$
3. $\underline{H} = \dfrac{K}{-1+jx}$
4. $\underline{H} = \dfrac{K}{1+jQ\left(x-\frac{1}{x}\right)}$
5. $\underline{H} = \dfrac{K}{1-x^2+2jx}$

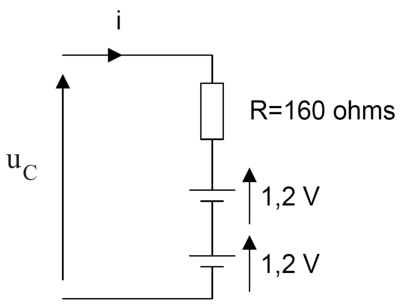
6 Chargeur de piles (*)

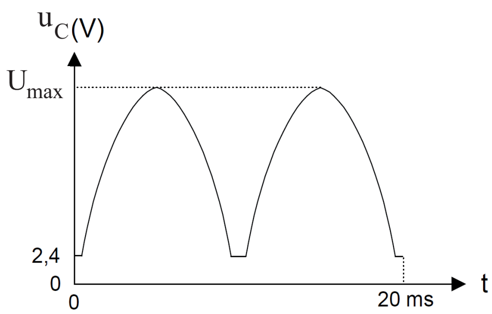
On s'intéresse au principe de fonctionnement d'un chargeur de piles branché sur le secteur. Un transformateur (cf. chapitre sur l'induction plus tard dans l'année) permet de convertir le 220 V à 50 Hz du secteur en une tension u de tension efficace $U_{eff} = 13.2\ V$ à 50 Hz.



1. Rappeler les caractéristiques des diodes réelles et idéales, apparaissant ici dans un pont de Graetz.
2. Tracer l'allure temporelle des signaux u, u_R, i_D et i. On considérera les diodes comme parfaites.
3. Démontrer que $\langle u_R \rangle = \dfrac{2U_{max}}{\pi}$. Faire l'application numérique correspondante.
4. En déduire $\langle i \rangle$ et $\langle i_D \rangle$ sachant que $R = 160\Omega$. Calculer également les valeurs efficiaces : I_{eff} et $I_{D,eff}$.
5. Calculer la puissance moyenne consommée par la résistance.

On désire maintenant charger deux piles Ni-Cd de fem 1,2 V, de « capacité » 500 mA.h. La résistance interne est négligeable.





6. Justifier l'allure de la tension $u_C(t)$ ci-dessus.
7. Tracer l'allure de $i(t)$ en concordance de temps.
8. Justifier brièvement pourquoi on peut considérer que : $\langle u_C \rangle \simeq \dfrac{2U_{max}}{\pi}$, où U_{max} a la même valeur que dans la première partie de l'exercice. En déduire $\langle i \rangle$ et faire l'application numérique correspondante.
9. Quelle est la puissance consommée par une pile ? En déduire la durée de charge (en heures) ? En pratique, la durée de charge est plus longue (14 heures). Proposer une explication.

7 Résolution de problème - Inductance (*)

On considère l'association d'une bobine et d'un résistor de résistance 20Ω, alimentée par un générateur de tension idéal délivrant une tension $e(t)$. On rappelle que le terme *générateur de tension idéal* correspond à un générateur de Thévenin de résistance nulle (on notera que les GBF utilisés en TP ont une résistance interne de 50 Ω qui ne sera pas prise en considération ici).

On mesure la tension $u(t)$ aux bornes du résistor, ainsi que la tension $e(t)$. On obtient les graphes ci-dessous. Déterminer l'inductance de cette bobine.