**Université Paul Sabatier de Toulouse, année universitaire 2006 - 2007**

**CIMP Physique**

**Épreuve 2 de contrôle continu**

**Vendredi 8 décembre 2006 : 1h**

**Aucun document n'est autorisé**

*On rappelle que les correcteurs sont sensibles à la lisibilité des copies, à l'orthographe ainsi qu'au style, lequel -en aucun cas- ne devra être télégraphique.*

## Questions de cours (5 points)

Mouvement circulaire uniforme de la Lune autour de la Terre, tous deux assimilés à leurs centres, $L$ et $T$, dotés respectivement des masses $M_L$ et $M_T$.

*i)* Représenter, dans le référentiel galiléen d'origine le centre de la Terre, l'accélération de $L$ ainsi que la force qu'exerce $T$ sur $L$.

*ii)* En déduire, par application de la loi fondamentale de la dynamique projetée dans la base de Frenet, l'expression de la vitesse $v_L$ de $L$, en fonction des masses et de la distance $r = TL$.

*iii)* En vertu de quel principe fondamental, la masse de la Lune est-elle absente de l'expression de $v_L$ ?

*iv)* Calculer, en km par seconde, la vitesse $v_L$, sachant que $r = 384\,000$ km et $M_T = 6 \times 10^{24}$ kg. On rappelle la valeur de la constante de gravitation $G = 6,67 \times 10^{-11}$ SI.

## Problème : Excitation d'un circuit $RLC$ série (15 points)

On analyse le circuit de la figure 1, composé d'une résistance $R = 100\,\Omega$, d'une inductance $L = 10$mH, ainsi que d'une capacité $C = 0,5\,\mu$F, les trois dipôles étant associés en série.

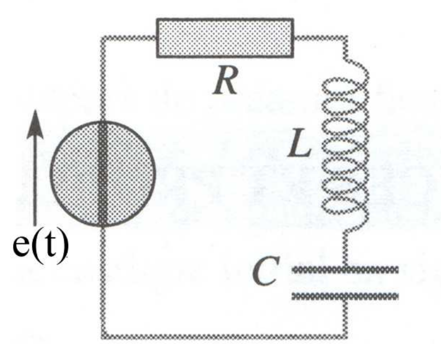


Figure 1:

On excite l'association série à l'aide d'un générateur de tension, en appliquant une tension $e(t) = e_m \cos(\omega t + \phi_e)$ entre les points $A$ et $B$ du circuit. Après établissement du régime stationnaire, la réponse en intensité vaut $i(t) = i_m \cos(\omega t + \phi_i)$.

1. Définir les paramètres $e_m$, $i_m$, $\phi_e$, $\phi_i$ et $\omega$ en précisant leur dimension physique.

2. (a) Rappeler l'expression des tensions $u_R(t)$, $u_L(t)$ et $u_C(t)$, respectivement aux bornes du résistance ($R$), de la bobine ($L$) et du condensateur ($C$) en fonction de l'intensité $i(t)$ du courant.
   (b) Écrire la relation entre $u_R(t)$, $u_L(t)$, $u_C(t)$ et $e(t)$, ainsi que l'équation en $i(t)$ qui en résulte. Dire en quoi la mesure de la tension $u_R(t)$ fournit une mesure quantitative de l'intensité $i(t)$ du courant, et placer sur la figure -que l'on reproduira- les branchements à effectuer ($Y1$, $Y2$, masse) pour obtenir l'oscillogramme $e(t)$ en voie 1 ($Y1$) et $u_R(t)$ en voie ($Y2$).

3. Nous introduisons dorénavant le formalisme complexe.
   (a) Donner les expressions de $\underline{e}(t)$ et $\underline{i}(t)$, respectivement tension et intensité complexes, en introduisant les amplitudes complexes $\underline{e}_m$ et $\underline{i}_m$ que l'on définira.
   (b) Etablir l'équation complexe à laquelle satisfait $\underline{i}$(t).
   (c) Exprimer d $\underline{i}$(t) / d(t) ainsi que $\int \underline{i}(t)\mathrm{d}t$ en fonction de $\underline{i}_m$, $\omega$ et $t$.
   (d) Réinjecter ces dernières relations dans l'équation complexe pour obtenir la relation entre $\underline{i}_m$, $\underline{e}_m$, $R$, $L$, $C$ et $\omega$.

4. (a) Après avoir rappelé l'impédance électrique complexe de chaque dipôle, calculer l'impédance totale $Z$ du circuit $RLC$ série. Donner les expressions des module et argument de cette dernière impédance.
   (b) On définit l'admittance complexe $Y$ comme le rapport de l'intensité complexe du courant sinusoïdal qui parcourt le circuit sur la tension sinusoïdale complexe imposée par le générateur. Après avoir vérifié que cette admittance est l'inverse de l'impédance précédente, donner son module et son argument.
   Commenter ces grandeurs par rapport à celles obtenues pour l'impédance.
   (c) Pour quelle valeur de $\omega$ le module de l'admittance passe-t-il par un maximum ? A quel phénomène physique ce maximum correspond-il ?

5. Ecrire la fonction de transfert du circuit, i.e. le rapport $u_s/u_e = \underline{u}_R$(t)/$\underline{e}$(t).
   Réécrire cette fonction à l'aide du facteur de qualité $Q = L\omega_0/R$, et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme $T(x) = [1+\mathrm{j}Q(x - 1/x)]^{-1}$, où $x$ est la pulsation réduite $x = \omega/\omega_0$. Application numérique : calculer la valeur de $Q$.

6. On s'intéresse au gain $G$ du circuit.
   (a) Rappeler sa définition, en précisant son unité, et le calculer pour le circuit considéré.
   (b) On cherche à étudier sa variation en fonction de X = lg $x$. Pourquoi introduit-on des échelles logarithmiques dans le diagramme de Bode correspondant ?
   Montrer qu'un tel circuit se comporte comme un filtre passe-bande.