Université de Bourgogne 2023-2024

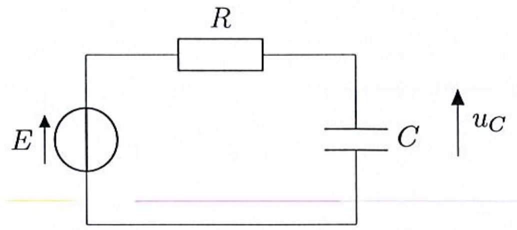
L1 Sciences & Techniques - Physique Générale (Phys2A)

2^{nde}- 1h30 - calculatrice autorisée - aucun document

Lors des applications numériques, vérifier le nombre de ***chiffres significatifs*** *et l'****unité***

NOM : Prénom :

Exercice 1 – **(barème approximatif 8 points)**



1. On considère le circuit ci-contre. Le condensateur est initialement déchargé $u_c(0) = 0$.
Données : $R = 10\,\Omega$; $C = 1{,}0 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{F}$; $E = 12\,\mathrm{V}$
a) Préciser le sens du courant dans le circuit (directement sur le schéma).

b) Etablir l'équation différentielle que suit $u_c(t)$ (faire la démonstration dans le cadre).

c) La tension aux bornes du condensateur est (admis) $u_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ où $\tau = RC$.

τ a la dimension :

☐ d'une intensité $[\tau] = I$

☐ d'un temps $[\tau] = T$

☐ d'une intensité par unité de temps $[\tau] = I \cdot T^{-1}$

d) On calcule

☐ $\tau = 1{,}0 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{s}$

☐ $\tau = 1{,}0 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{s}^{-1}$

☐ $\tau = 1 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{s}$

e) L'énergie stockée dans le condensateur est

☐ $\mathcal{E} = CE^2$

☐ $\mathcal{E} = \frac{1}{2}CE^2$

☐ $\mathcal{E} = \frac{1}{2}CE$

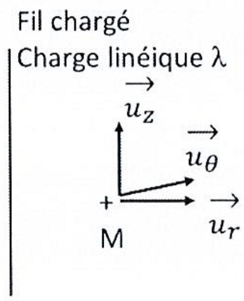
f) On calcule (plusieurs réponses possibles)

☐ $\mathcal{E} = 7{,}2 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{J}$

☐ $\mathcal{E} = 7{,}20 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{J}$

☐ $\mathcal{E} = 72\,\mu\mathrm{J}$

2. On souhaite établir la forme du champ électrique $\vec{E}(M)$ à proximité d'un fil vertical infini, portant une charge linéique λ. Dans le repère cylindrique $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$;



a) Les propriétés d'invariance imposent la forme suivante :

☐ $\vec{E}(M) = \vec{E}(r, z)$

☐ $\vec{E}(M) = \vec{E}(z)$

☐ $\vec{E}(M) = \vec{E}(r)$

b) Les propriétés de symétrie imposent la forme suivante :

☐ $\vec{E}(M) = E(M)\vec{u}_r$

☐ $\vec{E}(M) = E(M)\vec{u}_\theta$

☐ $\vec{E}(M) = E(M)\vec{u}_z$

c) L'unité de charge linéique λ est :

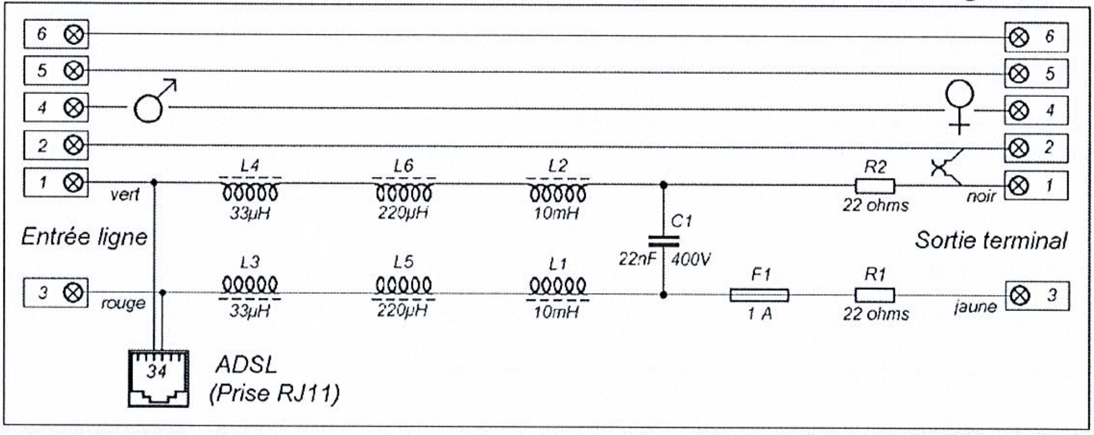
☐ $\mathrm{V} \cdot \mathrm{m}^{-1}$

☐ $\mathrm{C} \cdot \mathrm{m}^{-1}$

☐ $\mathrm{C} \cdot \mathrm{V}^{-1}$

Exercice 2 – **Filtre ADSL (barème indicatif 12 points)**

Pour pouvoir simultanément téléphoner et utiliser internet, il faut équiper les prises téléphoniques d'un filtre ADSL. La figure ci-dessous représente le schéma du cablage électrique d'un filtre ADSL commercialisé (type « gigogne »). La partie de filtre qui nous intéresse est comprise entre les branches 1 et 3 (entrée ligne et sortie terminal). La résistance du téléphone branché à la sortie étant élevée (600 Ω, on peut considérer que l'intensité du courant est négligeable dans les branches R_1 et R_2 et le montage se ramène au filtre de la figure 1.



On considère finalement le filtre suivant. La tension d'alimentation et la tension de sortie s'écrivent respectivement $v_e(t) = U_e \cos \omega t$ et $v_s(t) = U_s \cos(\omega t + \varphi)$

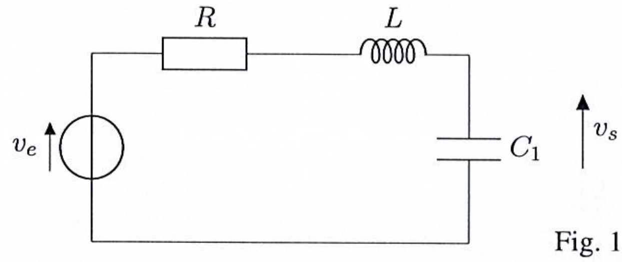


Fig. 1

1. Rappeler les expressions des impédances complexes $\underline{Z}_R$ d'une résistance R, $\underline{Z}_C$ d'un condensateur de capacité C et $\underline{Z}_L$ d'une bobine d'inductance L.
2. Justifier que l'association des bobines L_4, L_6 et L_2 (voir le schéma de cablage) est équivalent à une seule bobine d'impédance $L_{eq} = 10{,}253\,\text{mH}$ en régime sinusoïdal permanent.
   Les bobines ne sont pas idéales et présentent une résistance équivalente $R_{eq} = 23{,}0\,\Omega$ (admis). Le même raisonnement étant valable pour la branche L_3, L_5, L_1, la résistance totale du circuit de la figure 1 est $R = 1{,}5\,\text{k}\Omega$ et l'inductance totale du circuit de la figure 1 est $L = 20{,}506\,\text{mH}$ (admis).
3. Exprimer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{v_s}}{\underline{v_e}}$
4. a) Montrer que le gain peut se mettre sous la forme

$$G(\omega) = \frac{1}{\sqrt{(1 - LC_1\omega^2)^2 + R^2C_1^2\omega^2}}$$

   b) Calculer $\lim_{\omega \to 0} G(\omega)$.
   c) Etablir la forme asymptotique $G(\omega) \sim_{\omega\to\infty} \omega_0^2/\omega^2$ avec $\omega_0 = 1/\sqrt{LC_1}$.
   d) Calculer ω_0 puis $G(\omega_0)$.

5. a) Tracer sur l'annexe (à rendre avec votre copie) l'asymptote haute-fréquence du gain puis tracer $G(\omega)$.
   b) Quelle est la nature du filtre ? Etablir graphiquement la pulsation de coupure ω_c telle que $G(\omega_c) = 1/\sqrt{2}$. Quelle est la fréquence f_c correspondante ?
   c) Le téléphone, branché en sortie du filtre, ne doit récupérer que les sons audibles, de fréquences $f \leq 5{,}0\,\text{kHz}$ et ne pas recevoir les signaux internet de fréquences $f \geq 100\,\text{kHz}$. Ce filtre convient-il ?

Données $C_1 = 22 \cdot 10^{-9}\,\text{F}$, $L = 20{,}506 \cdot 10^{-3}\,\text{H}$; $R = 1{,}5 \cdot 10^3\,\Omega$.