DS Physique 5

EC : Électricité

Durée : 2h30. Aucun document autorisé. Calculatrice interdite. Encadrer les résultats. Utilisez des expressions littérales, sauf si on vous demande explicitement une valeur numérique.

Exercice 1 – Questions de cours

Quelques questions de cours.

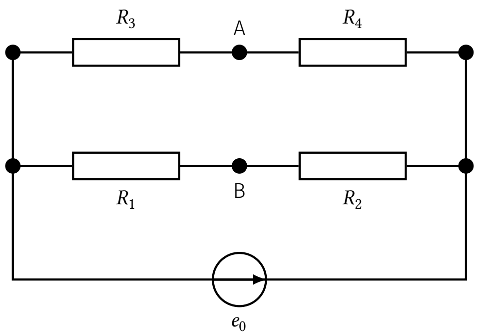
1. Donner la définition de la valeur efficace d'un signal s périodique de période T.
2. Quelle est l'impédance d'un dipôle qui contient une résistance R en série avec un condensateur C? Donner le module et l'argument de cette impédance également.
3. À quel type de filtre (passe-bas/passe-haut, etc) correspond la fonction de transfert suivante :

$$\underline{H} = \frac{jL\omega}{R + jL\omega}$$

4. Tracer l'allure du spectre du signal suivant : $s(t) = 2\cos(2\pi f_1 t) - 3\sin(2\pi f_2 t)$ si $f_2 = 2f_1$.

Exercice 2 – Électricité

1. Dans le circuit ci-dessous, Utiliser la «méthode» pour déterminer tous les courants.
2. En déduire la tension U_{AB} en fonction de e_0, R_1, R_2, R_3 et R_4.

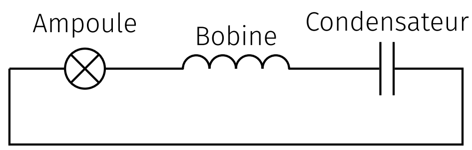


3. Montrer que $U_{AB} = 0$ est nul si $R_1 R_4 = R_2 R_3$

Exercice 3 – Puissance absorbée par une ampoule

On considère le circuit constitué par l'association série d'une bobine et d'un condensateur et d'une ampoule. Ce circuit est alimenté par une source de tension. Le but de l'étude est de déterminer la fréquence du générateur qui permettra a l'ampoule d'émettre un maximum de lumière. Données :

$$\epsilon_0 \approx 10^{-11} SI \qquad \mu_0 \approx 10^{-6} SI \qquad \pi \approx 3 \qquad \sqrt{2} \approx 1.5$$



Partie I : Valeurs des composants

1. L'ampoule peut être assimilée à une résistance car elle est constituée d'un filament cylindrique de résistivité $\rho = 10^{-4}\ \Omega.m$. Ce fil est de longueur $l_A = 3\ cm$ et de rayon $r_A = 1\ mm$. Quelle est la **résistance** R de ce fil ? Faire l'application numérique.
2. Le condensateur (supposé idéal) est constitué de deux armatures parallèles de surface $A_C = 0.1\ m^2$ et

séparée d'une distance $d_C = 0.1\ mm$. Quelle est la **capacité** C de ce condensateur ? Faire l'application numérique.

La bobine est constitué par un bobinage de fil régulier formant un solénoïde. Le bobinage contient $N = 1000$ spires, étalées régulièrement sur une distance de $l_B = 30\ cm$. Chaque spire a un rayon $r_L = 1\ cm$. On admet que ce solénoïde créé un champ magnétique induit uniforme de norme $B = \mu_0 n I$ avec n la densité linéïque de spires (en spires par mètre). On admet que son inductance est $L = \mu_0 \frac{N^2}{l_B} \pi r_L^2 = 1\ mH$

3. Le générateur génère une tension sinusoïdale de valeur moyenne nulle et de valeur efficace $e_{rms} = 5\ V$. Rappeler le lien entre valeur efficace et amplitude, puis donner la valeur numérique de l'**amplitude** e_0 du générateur ? Donner l'expression littérale de $e(t)$ en fonction de e_0 et ω, en version réelle, ainsi que son expression en version complexe. Vous pouvez choisir ce que vous voulez pour la phase à l'origine.

Partie II : Régime transitoire

Le générateur est court-circuité (il est remplacé par un fil). La bobine contient une énergie initiale $E_0 = 1\ J$. Le condensateur est initialement vide d'énergie.

4. Établir une **équation différentielle** portant sur la charge Q du condensateur. Introduire ω_0 la pulsation propre (naturelle) de ce circuit. La mettre sous la forme :

$$\ddot{Q} + 2\beta \dot{Q} + \omega_0^2 Q = 0$$

en **précisant les expressions** de β et ω_0.

5. Montrer que cet oscillateur est très faiblement amorti. Donner l'expression de la **charge** $Q(t)$ du condensateur.

6. Donner un ordre de grandeur de la **durée du régime transitoire**. Durée au bout de laquelle l'enveloppe a diminué.

Partie III : Régime Sinusoïdal

Le générateur est allumé, et la pulsation ω de celui-ci est un paramètre modifiable : $e(t) = e_0 \cos \omega t$. On attend que le régime permanent soit établi.

7. Déterminer l'expression complexe du **courant** $\underline{I}$ dans le circuit.

8. En déduire l'expression complexe de $\underline{U_A}$, la tension aux bornes de l'ampoule. En déduire l'expression de la grandeur $\underline{T}(j\omega) \stackrel{\text{déf}}{=} \frac{\underline{U_A}}{\underline{e}}$. Donner l'expression de l'amplitude de $\underline{T}$ ainsi que son argument.

9. Donner l'expression des équivalents asymptotiques de $|\underline{T}(j\omega)|$ pour $\omega \to 0$ et pour $\omega \to +\infty$. Donner la valeur numérique de $\underline{T}(j\omega_0)$, où $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

10. Tracer l'allure du **diagramme de Bode** (amplitude seulement) de $\underline{T}(j\omega) \stackrel{\text{déf}}{=} \frac{\underline{U_A}}{\underline{e}}$.

11. Quel **type de filtrage** a lieu entre e et U_A ? Justifiez votre réponse.

12. Quel doit être le domaine de fréquence de $\underline{e}$ pour que le filtre $\underline{T}$ se comporte comme un intégrateur ?

13. Déterminer l'expression (réelle) de la **puissance instantanée** absorbée par l'ampoule. En déduire sa **valeur moyenne**.

14. Montrer que cette puissance est **maximum** pour une valeur précise de ω que vous donnerez. Donner la **valeur** de la puissance moyenne maximale absorbée par l'ampoule pour cette valeur de ω.

15. Pour quelles valeurs de ω est-ce que la puissance est supérieure à $\frac{P_{max}}{2}$?