

Devoir de Synthèse du 1^{er} Semestre
Physique

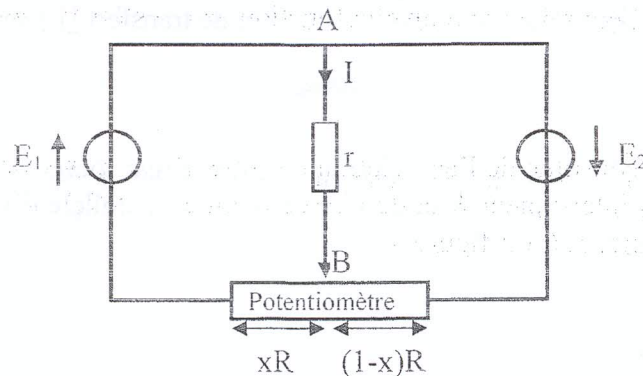
Mardi 12 Décembre 2017

- Les résultats littéraux doivent être encadrés.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tous les points de la question.
- Les calculatrices sont autorisées.

∞ ★ ★ ★ ∞

Exercice :

On considère le réseau constitué de deux générateurs de f.e.m. E_1 et E_2 alimentant une résistance r . Le circuit est fermé par l'intermédiaire d'un potentiomètre de résistance totale R et dont la position B permet de subdiviser cette résistance R entre les deux branches conformément au schéma ci-dessous.



Avec x est un paramètre réel compris entre $[0,1]$.

Calculer le courant I qui circule dans la branche centrale AB du circuit.

Problème 1 :

On considère le circuit ci-dessous alimenté par le générateur de tension sinusoïdale. Ce circuit transforme la tension d'entrée sinusoïdale $e(t)$ en une tension de sortie $s(t)$; voir figure 1.

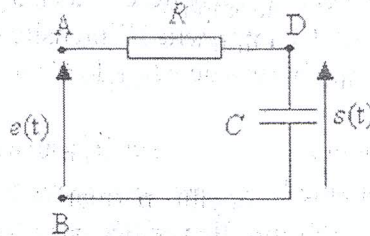


Figure 1

1. Ce filtre est-il un passe-bas, passe-haut ou passe bande ? Justifiez votre réponse sans faire de calcul.
2. Etablir la fonction de transfert de ce filtre $H(j\omega)$. En précisant les limites de cette fonction quand ω tend vers zéro et l'infini, vérifier la nature de ce filtre.
3. Déterminer le module et la phase de cette fonction de transfert. Dédurre le gain en décibel G_{db} .
4. Quelle est sa pulsation de coupure ω_c . Calculer la valeur de la résistance R dans le cas où la fréquence de coupure $f_c = 1000\text{Hz}$ et $C = 0.1\mu\text{F}$.

Dans la suite, on utilise un oscilloscope dont les caractéristiques d'entrée sont: $R_0 = 10^6$ ohms, et $C_0 = 25\text{ pF} = 0.025\text{ }\mu\text{F}$. Cet appareil, branché sur le filtre précédent, correspond ainsi au circuit suivant :

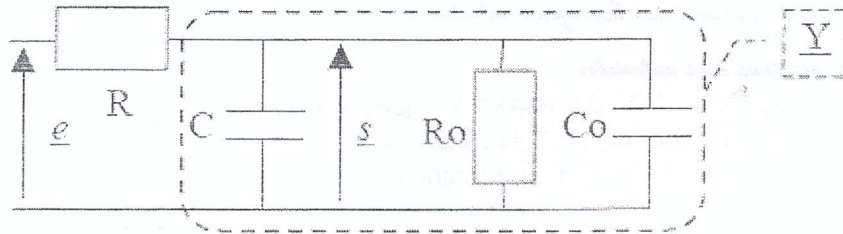


Figure 2

5. Déterminer l'admittance complexe Y telle que l'impédance $Z = 1/Y$; voir figure 2.
6. Déterminer le déphasage de la tension s par rapport à l'intensité i parcourant le dipôle équivalent d'admittance Y ? Quelle est sa limite à basse fréquence.
7. Déterminer la nouvelle fonction de transfert $H'(j\omega) = s/e$

Problème 2 :

Soit un circuit constitué de l'association en série d'une source de tension continue E , de résistance interne R , d'un interrupteur K et de l'association en parallèle d'une inductance L , d'une capacité C et d'une résistance r . (voir figure 3).

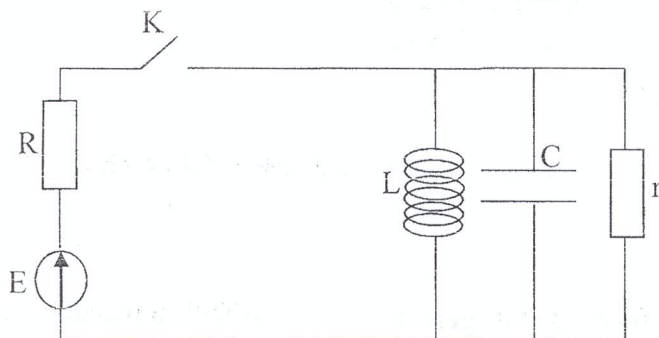


Figure 3

Initialement l'interrupteur est ouvert, la capacité est déchargée et tous les courants sont nuls. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. On notera i l'intensité du courant dans R , i_1 dans L , i_2 dans C et i_3 dans r ainsi que u la tension aux bornes de r (ou de C ou de L).

1. Déterminer les valeurs de u , i , i_1 , i_2 et i_3 juste après la fermeture de l'interrupteur K .
2. Même question lorsque le régime permanent est complètement établi.
3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par i_3 pour $t > 0$.

4. Ecrire cette équation différentielle sous la forme : $\frac{d^2 i_3}{dt^2} + 2\lambda\omega_0 \frac{di_3}{dt} + \omega_0^2 i_3 = 0$. On donnera les expressions de ω_0 et λ en fonction de r, R, L et C .
5. Etablir la condition que doivent vérifier r, R, L et C pour observer un régime pseudopériodique.
6. Définir la pseudo-pulsation ω et la pseudo-période T et en donner les expressions en fonction de r, R, L et C .
7. Déterminer l'expression de i_3 en fonction du temps. On justifiera la détermination des constantes.
8. Représenter l'allure de i_3 en fonction du temps.
9. Exprimer le décrement logarithmique δ en fonction de T, ω_0 et λ . On rappelle que pour une grandeur oscillante $x(t)$, le décrement logarithmique s'écrit : $\delta = \ln\left(\frac{x(t)}{x(t+T)}\right)$.
10. Déterminer le temps nécessaire pour que le régime permanent soit établi dans le circuit avec une précision d'un millième (Lorsque l'amplitude de i_3 devient inférieure au millième de sa valeur maximale).
11. Le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur K . Déterminer, les valeurs de u, i, i_1, i_2 et i_3 juste après l'ouverture de l'interrupteur.
12. Etablir l'équation différentielle vérifiée par i_3 lorsqu'on ouvre l'interrupteur. On ne se préoccupera pas de ce qui se passe juste à l'instant de l'ouverture.
13. L'écrire sous une forme analogue à celle de la question 4.
14. Quelle est la nature du régime ? On suppose que la condition de la question 5 est vérifiée.

Problème 3 :

On relie par des fils de résistance négligeable, deux points A_1 et B_1 à deux bornes A et B entre lesquelles on maintient une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(\omega t)$.

1. Entre A_1 et B_1 , on place en dérivation une bobine (d'inductance L et de résistance r) et un condensateur de capacité variable C , voir figure 4.

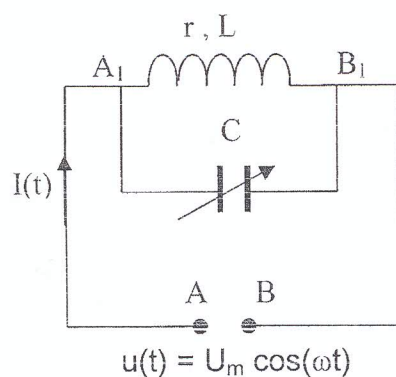


Figure 4

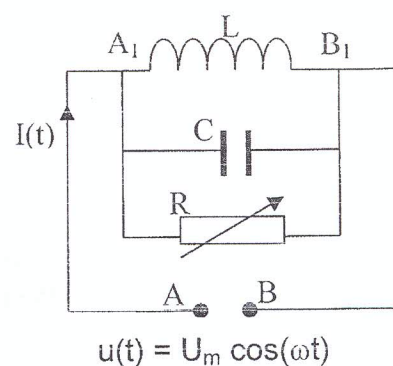


Figure 5

- 1.1. Déterminer l'expression de l'impédance complexe $\underline{Z}$ entre les bornes A_1 et B_1 .

1.2. Déterminer l'amplitude complexe I_{de} l'intensité du courant principal $I(t)$, déduire son amplitude maximale I_m et son retard de phase φ par rapport à la tension $u(t)$.

1.3. Pour quelle valeur C_0 de la capacité, l'intensité I_m est-elle minimale ? Montrer que le circuit est alors équivalent à une résistance pure R_0 que l'on exprimera en fonction de r , L et C_0 .

1.4. On néglige la résistance r de la bobine : que devient la résistance R_0 ? Justifier l'appellation de "circuit bouchon".

2. On considère maintenant le circuit modifié et présenté par la figure 5: entre les bornes A_1 et B_1 , on dispose trois branches en parallèle contenant respectivement une bobine d'inductance L de résistance négligeable, la capacité C et une résistance variable R .

On désignera par I_L , I_C , et I les amplitudes maximales des courants respectivement dans la bobine, le condensateur et le circuit principal.

2.1. Déterminer le facteur de surintensité $Q_L = I_L / I$ en fonction de R , L , C et ω .

2.2. Calculer en fonction de R , L , et C , la pulsation ω_L pour laquelle le facteur Q_L est maximal. Calculer la valeur maximale de Q_L et donner la condition d'existence de ce maximum.

2.3. Tracer l'allure du graphe $Q_L(\omega)$.

★★★

Bonne chance

