

TD E0

Rappels d'Électrocinétique (MPSI)

A. Association de résistances _____ ●○○

On associe en parallèle deux résistances, l'une de $330\ \Omega$ et l'autre de $680\ \Omega$. L'ensemble est alimenté par un générateur de force électromotrice $E = 18\text{ V}$ et de résistance interne $r = 100\ \Omega$. Calculer :

1. la résistance équivalente à l'ensemble des deux résistances.
2. la conductance de chaque résistance et la conductance équivalente à l'ensemble des deux résistances.
3. l'intensité du courant fourni par le générateur.
4. l'intensité du courant parcourant chaque résistance.
5. la différence de potentiel aux bornes du générateur.

B. Puissance maximale admise _____ ●○○

Soit 3 résistances $R_1 = 1,0\text{ k}\Omega$, $R_2 = 470\ \Omega$, $R_3 = 1,0\text{ k}\Omega$. Chacune de ces résistances peut dissiper une puissance de $0,50\text{ W}$.

1. Calculer l'intensité maximale du courant admissible par chacune des résistances

On associe les résistances dans le montage ci-dessous :

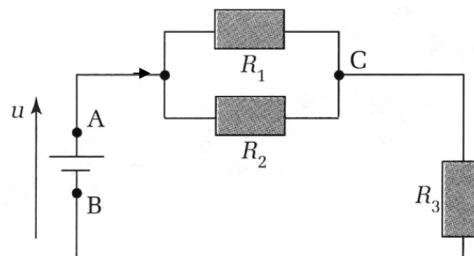


FIGURE 1 – Circuit à l'étude

2. Dédire de la question précédente l'intensité maximale $I_{\max}$ du courant que peut fournir le générateur.
3. Calculer l'intensité des courants qui traversent les résistances R_1 et R_2 lorsque le générateur délivre un courant ayant l'intensité $I_{\max}$ déterminée au 2.
4. Calculer la valeur maximale $u_{\max}$ de la tension u que l'on peut appliquer aux bornes du dipôle.
5. Calculer la puissance maximale que peut dissiper le dipôle AB.

C. Puissance transmise par un générateur _____ ●○○

Un générateur de f.é.m. $E = 18\text{ V}$ et de résistance interne $r = 50\ \Omega$ alimente une résistance réglable R . Déterminer pour quelle valeur de la résistance de charge R la puissance transmise est maximale.

D. Utilisation de la notation complexe

Deux dipôles D_1 et D_2 sont en série. Les tensions $u_{AD}(t)$ et $u_{DE}(t)$ aux bornes de D_1 et D_2 , ont pour expression en fonction du temps :

$$u_{AD}(t) = 50\sqrt{2} \cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \quad \text{et} \quad u_{DE}(t) = 70\sqrt{2} \cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$$

1. Donner les nombres complexes associés à $u_{AD}(t)$ et à $u_{DE}(t)$.
2. Donner sous la forme $a + jb$ les nombres complexes $\underline{U}_{AD}$ associé à $u_{AD}(t)$ et $\underline{U}_{DE}$ associé à $u_{DE}(t)$
3. Calculer le nombre complexe $\underline{U}_{AE}$ associé à la tension $u_{AE}(t)$.
4. En déduire : la valeur efficace de $u_{AE}(t)$, sa phase à l'origine
5. Écrire l'expression numérique instantanée de $u_{AE}(t)$.

E. Diviseur de courant en régime sinusoïdal

Une tension sinusoïdale $u(t)$ de valeur efficace $U = 10 \text{ V}$ et de fréquence $f = 1000 \text{ Hz}$ alimente entre deux points A et B le circuit représenté ci-dessous :

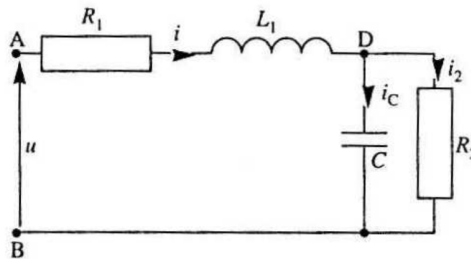


FIGURE 2 – Diviseur de courant

On donne également : $R_1 = 5,0 \Omega$; $R_2 = 10 \Omega$; $L = 1,6 \text{ mH}$; $C = 16 \mu\text{F}$.

Calculer :

- l'impédance complexe $\underline{Z}_{AD}$ du dipôle AD;
- l'impédance complexe $\underline{Z}_{DB}$ du dipôle DB;
- l'impédance complexe $\underline{Z}_{AB}$ du dipôle AB;
- la valeur efficace I de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le dipôle AD;
- le déphasage φ de $i(t)$ par rapport à $u(t)$;
- la valeur efficace I_2 de l'intensité $i_2(t)$ du courant circulant dans la résistance R_2 ;
- la valeur efficace I_C de l'intensité $i_C(t)$ du courant circulant dans la branche où se trouve le condensateur de capacité C .

F. Modélisation d'un dipôle

Les oscillogrammes de la tension $u(t)$ aux bornes d'un dipôle D et de l'intensité $i(t)$ du courant qui le parcourt sont donnés sur la figure ci-dessous avec les calibres utilisés.

La tension $u(t)$ est relevée sur la voie 1 et le courant est visualisé aux bornes d'une résistance de $1,00 \Omega$, sur la voie 2.

1. Déterminer la période, la fréquence et la pulsation des signaux.
2. Mesurer :

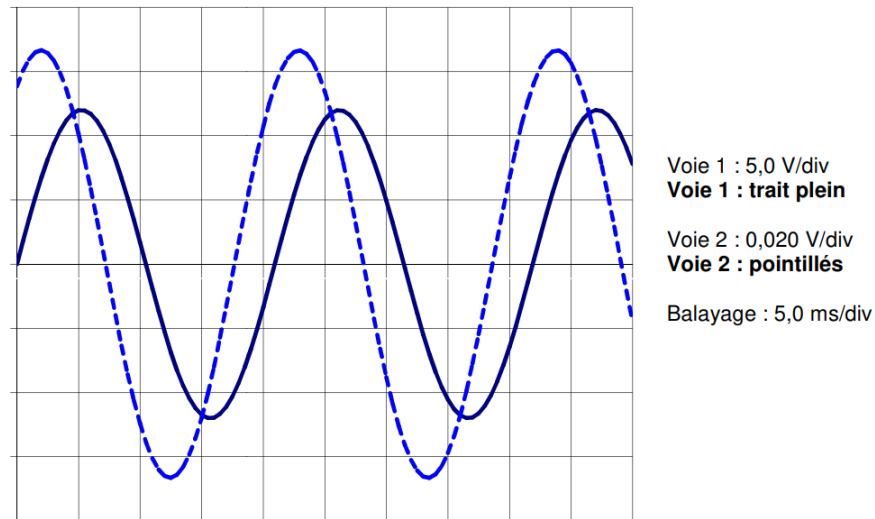


FIGURE 3 – Oscillogramme

- le déphasage φ du courant par rapport à la tension
 - les valeurs efficaces de $u(t)$ et $i(t)$
 - l'impédance Z
3. L'ensemble est plutôt inductif ou plutôt capacitif? En déduire si le dipôle D est constitué d'une résistance en série avec un condensateur ou une inductance.
 4. Calculer la valeur de R et de la grandeur caractéristique L ou C .

G. Résonance du circuit RLC

Un circuit comprend une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance R et un condensateur de capacité C montés en série. Il est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale de valeur efficace constante. On a relevé la valeur de l'intensité efficace I du courant qui parcourt le circuit pour différentes fréquences f en Hz.

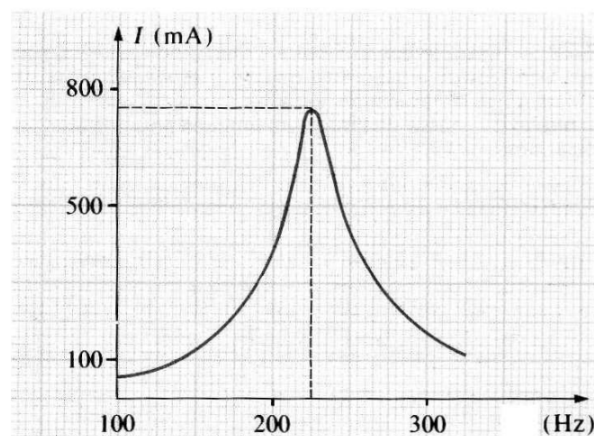


FIGURE 4 – Résonance en intensité

1. Déterminer graphiquement la fréquence f_0 et l'intensité efficace I_0 du courant à la résonance d'intensité.

2. Déterminer graphiquement la bande passante du circuit. En déduire le facteur de qualité de ce dernier.
3. Déduire des résultats précédents les valeurs approchées de la résistance R de la bobine, de la capacité C et la tension maximale délivrée par le générateur.

H. Charge d'un condensateur CCP TSI • ○ ○

Un dipôle comporte entre deux bornes A et B une résistance R et un condensateur de capacité C placés en série. On place aux bornes A et B du dipôle un générateur de tension idéal de force électromotrice constante E et un interrupteur K . Initialement le circuit est ouvert et le condensateur déchargé. Soit v_s la tension aux bornes du condensateur. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

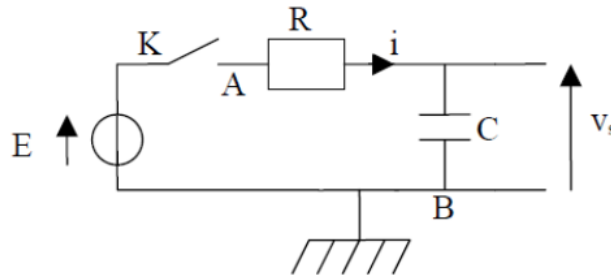


FIGURE 5 – Montage n°1

1. Quel est le comportement du condensateur au bout d'un temps très long (infini) après la fermeture de l'interrupteur ? En déduire les valeurs correspondantes de v_s et de l'intensité i dans le circuit au bout d'un temps très long.
2. On pose $\tau = RC$. On se place à $t \geq 0$. Quelle est l'unité de τ dans le système international ? Démontrer le résultat. Quel est le nom donné à cette constante ?
3. Établir l'équation différentielle à laquelle obéit $v_s(t)$.
4. Établir l'expression de la tension $v_s(t)$ au cours du temps (pour $t \geq 0$). Trouver à partir de cette expression la valeur de $v_s(t)$ pour un temps très long. Vérifier que cette valeur correspond au comportement du condensateur prévu dans la question 1.
5. Donner l'allure de la courbe représentative de la fonction $v_s(t)$ en précisant son asymptote. Calculer la valeur de la pente de la courbe à $t = 0$. Tracer la tangente à l'origine et calculer les coordonnées du point d'intersection de cette tangente avec l'asymptote.
6. Déterminer, en fonction de τ , l'expression du temps t_1 à partir duquel la charge du condensateur diffère de moins de 1 % de sa charge finale.
7. Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le circuit pour $t \geq 0$. (L'orientation de $i(t)$ est précisée sur le schéma).
8. Exprimer l'énergie E_C emmagasinée par le condensateur lorsque sa charge est terminée en fonction de C et de E .
9. Déterminer, à partir des résultats de la partie précédente, l'expression de l'énergie E_j dissipée par effet Joule dans la résistance au cours de la charge. On exprimera E_j en fonction de C et de E .
10. Montrer, à partir des résultats de la partie précédente, que l'énergie E_g fournie par le générateur au cours de la charge est égale à $E_g = CE^2$. Vérifier la conservation de l'énergie au cours de la charge du condensateur.
11. Définir et calculer le rendement énergétique ρ de la charge du condensateur par le générateur à travers une résistance non inductive.

Afin d'améliorer le rendement de la charge du condensateur, on effectue celle-ci en deux étapes. On considère pour cela le montage de la figure 6.

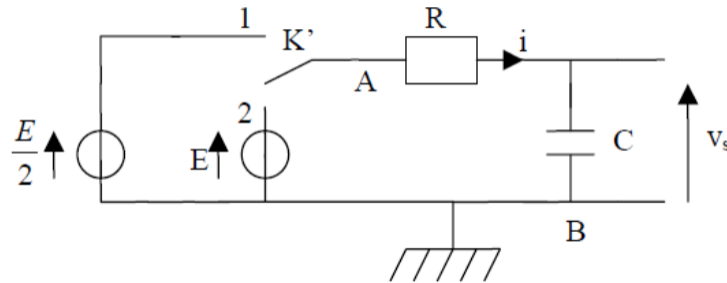


FIGURE 6 – Montage n°2

À la date $t = 0$, le condensateur étant déchargé, on ferme l'interrupteur K' dans la position 1 (phase 1). Lorsque la charge sous la tension $\frac{E}{2}$ est terminée, on bascule K' dans la position 2 (phase 2) et on procède à la charge du condensateur sous la tension E .

12. Quelle est l'énergie E_{g1} fournie par le générateur au cours de la première phase de charge? Quelle est l'énergie E_{C1} emmagasinée par le condensateur au cours de la première phase de charge? Ces résultats pourront être déduits des questions précédentes.
13. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par la tension v_s au cours de la deuxième phase de charge? En prenant pour origine des temps ($t = 0$) la date à laquelle on bascule l'interrupteur de la position 1 dans la position 2, déterminer l'expression de $v_s(t)$ en fonction du temps au cours de la deuxième phase de charge.
14. En déduire, en fonction du temps, l'expression de l'intensité $i(t)$ qui traverse le circuit au cours de la deuxième phase de charge.
15. En utilisant les expressions de v_s et de i en fonction du temps, déterminer :
 - l'expression de l'énergie E_{g2} fournie par le générateur au cours de la deuxième phase de charge en fonction de C et E .
 - l'expression de l'énergie E_{C2} emmagasinée par le condensateur au cours de la deuxième phase de charge en fonction de C et E .
16. Calculer le rendement ρ' de la charge du condensateur lorsque cette dernière est effectuée en deux étapes.
17. Compte tenu des rendements obtenus lors de la charge du condensateur avec les deux méthodes précédentes, indiquer comment il faudrait procéder pour faire tendre le rendement de la charge du condensateur vers 1. Aucun calcul n'est demandé dans cette question.

I. Filtre RC

Soit un circuit RC alimenté par un générateur de tension.

1. Déterminer l'équation différentielle reliant $u_s(t)$ et $u_e(t)$, sans déterminer la fonction de transfert.
2. Dans le cas où la tension d'entrée est $u_e(t) = U_m \sin(\omega t)$ (U_m est une constante). Donner la forme de la solution de $u_s(t)$. Comment est-elle modifiée en régime établi (ou régime forcé).
3. Déterminer la fonction de transfert de ce montage. En déduire le gain G et le déphasage.
4. En utilisant cette fonction de transfert, déterminer la tension $u_s(t)$:
 - dans le cas où $u_e(t) = U_m \sin(\omega t)$.
 - dans le cas où $u_e(t) = U_1 + U_m \sin(\omega t)$ où U_1 est aussi une constante

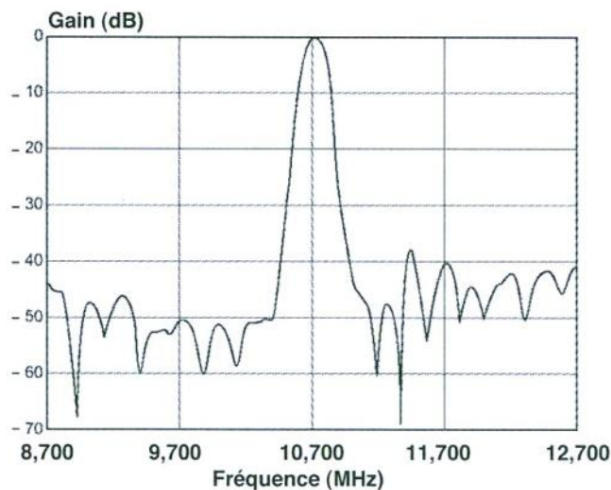
J. Caractéristique d'un filtre céramique

En réception radio de signaux modulés en fréquence (FM) le signal utile, situé à l'origine entre 88 et 108 MHz, est ramené autour de la fréquence de 10,7 MHz par une opération appelée "changement de fréquence". On recueille ensuite l'information à l'aide d'un filtre céramique qui ne conserve qu'une plage de fréquences centrée autour de 10,7 MHz.

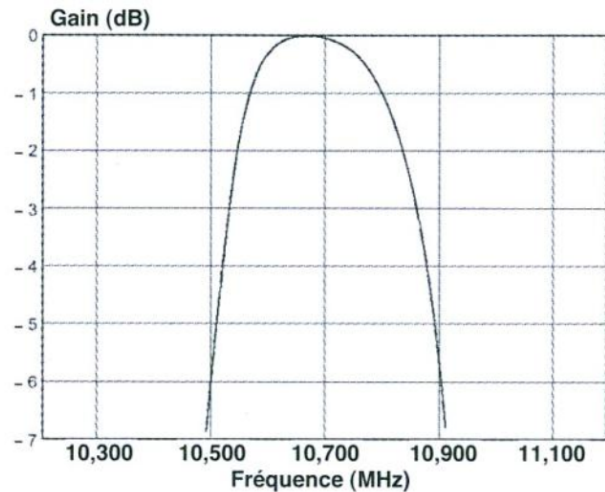
1. Quelle est la nature du filtre utilisé?
2. Mesurer graphiquement la bande passante à -3 dB du filtre céramique, dont la courbe de gain est représentée sur la figure 7a.

La figure 7b correspond à la courbe de gain du filtre relevée sur une plus grande plage de fréquences. On applique en entrée du filtre un signal sinusoïdal de valeur efficace 1 V et de fréquence $f_0 = 10,7$ MHz.

3. A l'aide de la courbe de gain, calculer la valeur efficace V_s en sortie du filtre.
4. Même question pour $f_1 = 11,700$ MHz.
5. Même question pour $f_2 = 9,700$ MHz.



(a)



(b)

FIGURE 7 – Réponse fréquentielle d'un filtre céramique