Série des exercices – Physique
2BAC Sc Math. – Sc Physiques BIOF

Dipôle RC

Exercice 1 : Détermination de la capacité du condensateur

Le condensateur initialement non chargé, on bascule l'interrupteur K (figure 1) vers la position ❶ à un instant considéré comme origine des dates (t = 0). Le condensateur se charge par un générateur de f.e.m E = 6V, ainsi à travers le résistor de résistance R = 100 Ω On visualise, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur. On obtient la courbe modélisée par la figure 2.

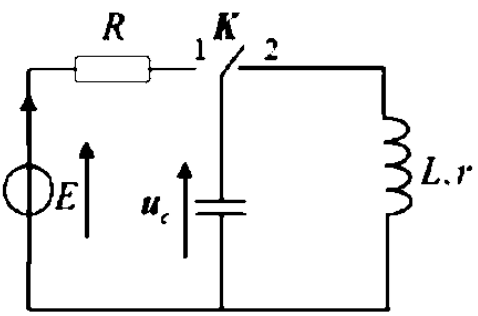


figure 1

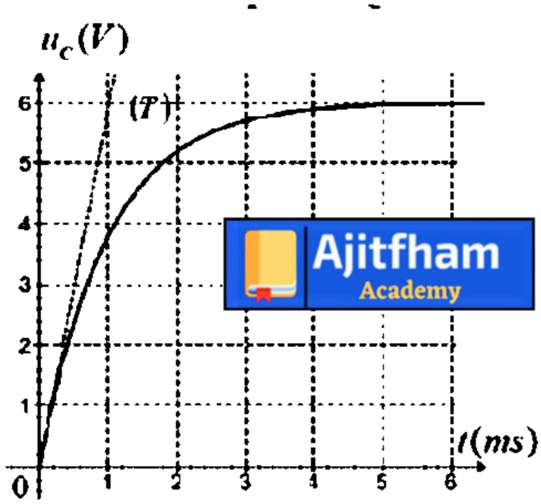


figure 2

1. Etablir l'équation différentielle traduisant l'évolution de la tension u_C.
2. La solution de cette équation différentielle est : $u_C(t) = A.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$, trouver l'expression de chacune des constantes A et τ, en fonction des paramètres du circuit.
3. La droite (T) représente la tangente à la courbe $u_C = f(t)$ à t = 0. En déduire à partir du graphe de la figure 2, la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 2 : Etude de la charge d'un condensateur

Le condensateur est utilisé dans la fabrication de beaucoup d'appareils électriques, en particulier le récepteur d'ondes électromagnétiques.

Le but de cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur .
On réalise le circuit de la figure 1, constitué de :

— (G) : Générateur idéal de fem E :
— (D) : Résistor de résistance $R = 100\Omega$;
— (c) : Condensateur de capacité C ;

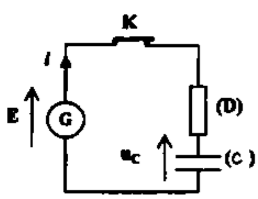


Figure 1

— (K) : Interrupteur Figure 1

Le condensateur non chargé, on ferme l'interrupteur à un instant t = 0.

1. Etablir l'équation différentielle d'évolution de la tension u_C.
2. La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $u_C(t) = A.\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$, où A est une constante positive et τ la constante de temps du circuit RC.
3. Montrer que : $ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau}.t - ln(E)$
4. La courbe représentée par la figure 2 traduit les variations de la grandeur $Ln(E - u_C)$ en fonction du temps. En exploitant cette courbe, trouver la valeur de E et celle de τ.

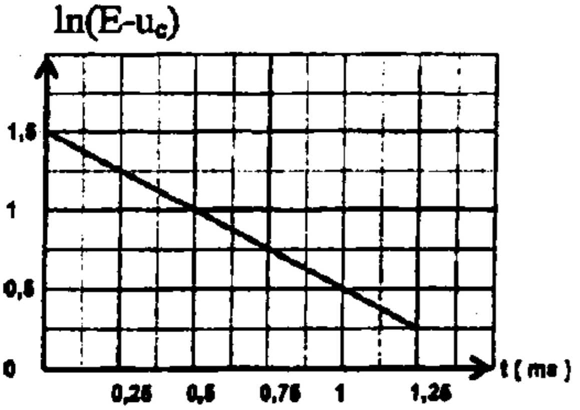


Figure 2

5. On désigne par E_e l'énergie emmagasinée dans le condensateur à l'instant $t = \tau$, et par E_{emax} à sa valeur maximale.
   Calculer la valeur du rapport $\frac{E_e}{E_{emax}}$
6. Calculer la capacité C' du condensateur (c') qu'on doit monter avec le condensateur (C) dans le circuit précédent, pour que la constante de temps devienne $\tau'\frac{\tau}{3}$, en indiquent le type de montage (série ou parallèle).

Exercice 3 : Etude du régime transitoire dans le condensateur

On remplace dans le montage représenté sur la figure (1) la bobine par un condensateur de capacité $C = 20\mu F$ initialement non chargé, et on règle la résistance du conducteur ohmique sur la valeur $R = 50\Omega$. On ferme l'interrupteur à t = 0, et on visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de la tension uc aux bornes du condensateur en fonction du temps.

1. Dessiner le schéma du montage expérimental en y indiquant le branchement de la masse et l'entrée du dispositif et la flèche représentant la tension uc dans la convention récepteur.
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C.
3. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_C(t) = A.e^{-t/\tau} + B$, dont A et B et τ sont des constantes à déterminer . Trouver en fonction des paramètres du circuit l'expression de chacune des constantes A,B et τ.
4. Déduire, en fonction du temps, l'expression littérale de l'intensité i(t) du courant dans le circuit électrique au cours du régime transitoire.
5. Calculer l'intensité du courant à t = 0 juste après la fermeture de l'interrupteur .

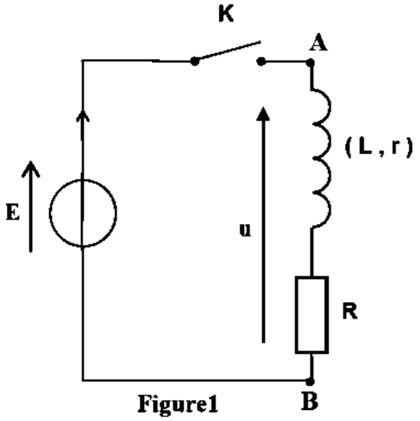


Figure1

Exercice 4 : Réponse du dipôle RC à un échelon de tension ascendant

On réalise le montage électrique représenté dans la figure 1 qui est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E= 12V, d'un condensateur de capacité C non chargé, d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, de deux conducteurs ohmiques (D_1) et (D_2) de résistance respective R_1 et $R_2 = 30\Omega$ et d'un interrupteur K.
A la date t=0 , on met l'interrupteur à la position 1, un courant électrique passe alors dans le circuit, son intensité i varie au cours du temps comme le montre la figure 2 .

1. Montrer que l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i s'écrit sous la forme : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{R_1.C}.i = 0$
2. la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $i(t) = A.e^{-t/\tau}$.
   Déterminer l'expression de chacune des deux constantes A et τ en fonction des paramètres du circuit.
3. Déterminer la valeur de la résistance R_1 . Vérifier que $C = 6,3\mu F$.

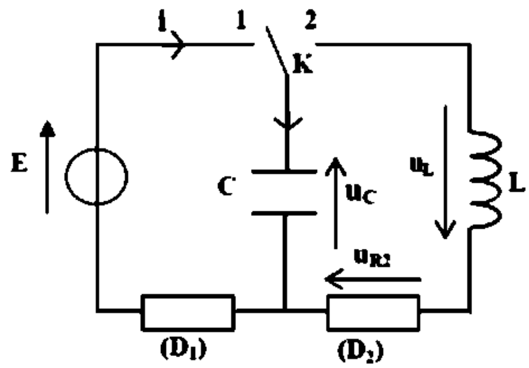


Figure1

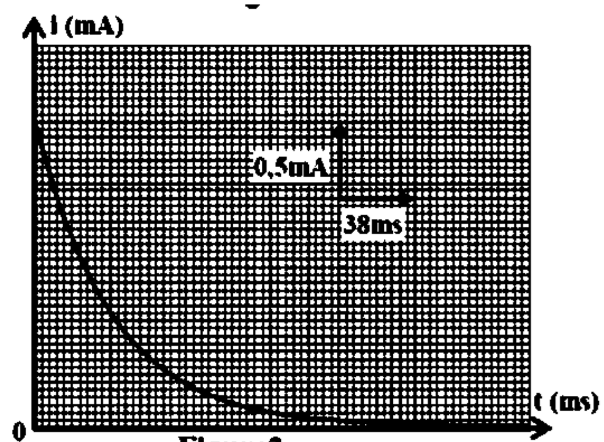


Figure2

Exercice 5 : De l'énergie solaire à l'énergie électrique

On peut transformer l'énergie solaire en énergie électrique et la stocker dans des batteries d'accumulateurs ou dans des condensateurs et l'utiliser au besoin.
L'objectif de cet exercice est l'étude de la charge d'un condensateur au moyen d'un panneau solaire, puis au moyen d'un échelon de tension ascendant.
Pour comparer l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours de sa charge à l'aide d'un panneau solaire et à l'aide d'un échelon de tension ascendant, Ahmed et Myriam ont réalisé les deux expériences suivantes :

1. **Charge d'un condensateur au moyen d'un panneau solaire**
   Le panneau solaire se comporte, lorsqu'il est exposé au soleil, comme un générateur donnant un courant d'intensité constante $i = I_0$ tant que la tension entre ses bornes est inférieure à une tension maximale $u_{max} = 2,25V$.

Myriam a réalisé le montage représenté dans la figure 1, comportant un panneau solaire et un condensateur de capacité C = 0,10F et un conducteur ohmique de résistance $R = 10\Omega$ et un interrupteur K.
A l'aide d'un dispositif d'acquisition, Myriam a visualisé la tension u_C aux bornes du condensateur en basculant l'interrupteur trois fois successives. Elle obtient le graphe représentée dans la figure 2 qui comprend trois parties (a),(b) et (c) selon la position de l'interrupteur .

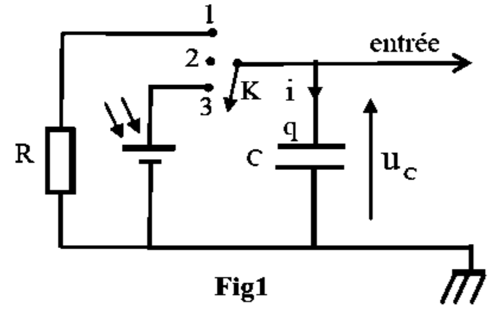


Fig1

1.1. Associer chacune des parties du graphe à la position correspondant de L'interrupteur K. Déduire, en exploitant le graphe, la valeur de l'intensité I_0 au cours de la charge.

1.2. Trouver l'expression de l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur :

a- au cours de la charge ;
c- au cours de la décharge .

1.3. L'expression de la tension u_C au cours de la décharge s'exprime par la fonction $u_C = U_{max}.e^{-\frac{t-3}{\tau}}$ avec τ la constante du temps du circuit utilisé.
En déduire l'expression de l'intensité i(t) et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant i(t) en respectant les conventions et l'origine du temps (figures 1 et 2)

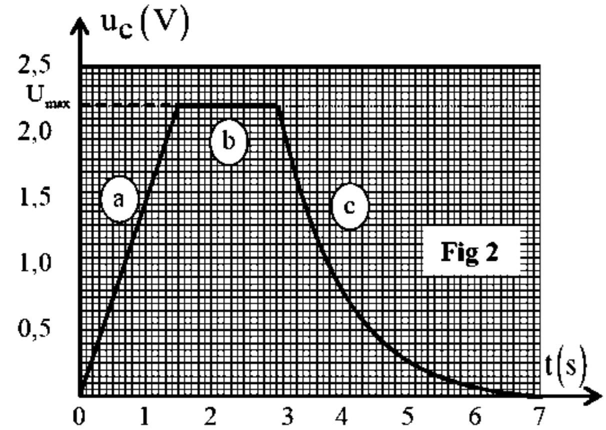


Fig 2

2. Charge d'un condensateur au moyen d'un échelon de tension ascendant

Ahmed a réalisé le montage représenté dans la figure 3. Pour charger le condensateur précédent de capacité C il a utilisé un générateur donnant une tension constante $u_0 = 2,25V$.

A l'instant t = 0 , il ferme le circuit, alors le condensateur se charge à travers la résistance $R_0 = 50\Omega$. A l'aide d'un dispositif d'acquisition, il visualise l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur. Il obtient la courbe représentée dans la figure 4.

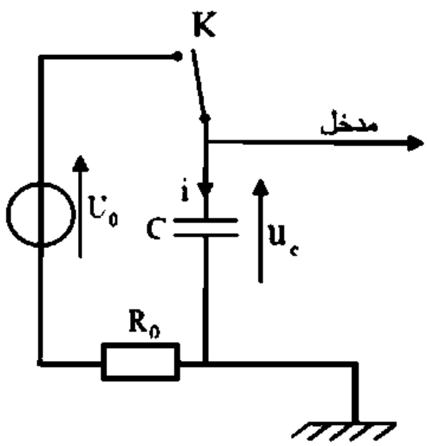


Fig 3

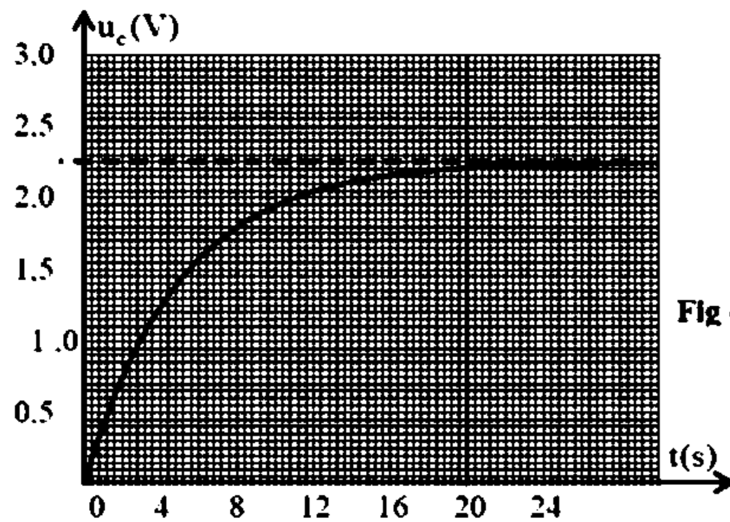


Fig 4

2.1. Établir l'équation différentielle que vérifie la tension c u au cours de la charge du condensateur.

2.2. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $U_c = A.e^{-t/\tau} + B$ avec τ la constante de temps du circuit utilisé.
A l'aide de la courbe (fig 4), calculer la valeur des deux constantes A et B .

2.3. Trouver l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction du temps au cours de la charge, Et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps t.

2.4. Calculer la valeur de la résistance R_0 que doit utiliser Ahmed pour que son condensateur se charge totalement pendant la même durée de la charge totale du condensateur de Myriam, sachant que la durée de la charge totale est de l'ordre de 5τ.

Exercice 6 : Etude de la charge du condensateur

Initialement le condensateur est non chargé.
A un instant considéré comme origine du temps t=0, on bascule l'interrupteur K à la position 1, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$ à l'aide d'un

générateur électrique parfait de force électromotrice E = 6V.

1. Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i en respectant l'orientation indiquée dans la figure 1.

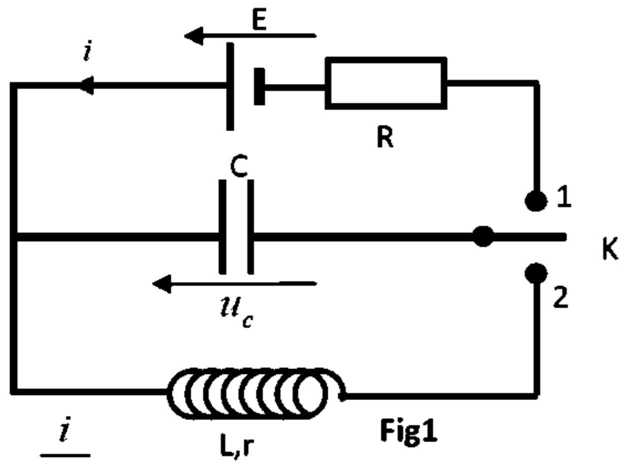


Fig1

2. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i(t) = A.e^{-t/\tau}$ Trouver l' expression de A et celle de τ en fonction des paramètres du circuit.
3. En déduire l'expression de la tension u_C en fonction du temps t.
4. Un système informatique permet de tracer la courbe qui représente les variations $\frac{i}{I_0}$ en fonction du temps t , (fig 2).
I_0 est l'intensité du courant à l'instant t = 0.
Déterminer la constante de temps τ et en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
5. Soient E_e l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé et $E_e(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant t = τ. Montrer que le rapport $\frac{E_e(\tau)}{E_e}$ s'écrit sous la forme : $\frac{E_e(\tau)}{E_e} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$, Calculer sa valeur, (e est la base du logarithme népérien) .

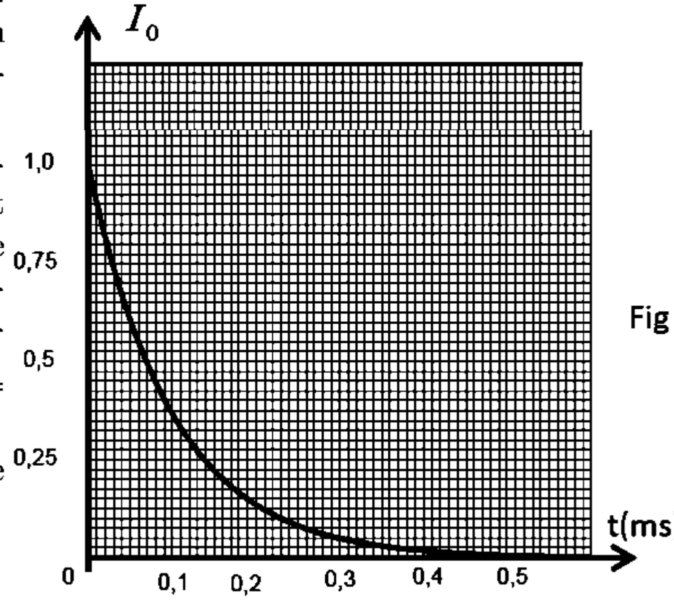


Fig 2

Exercice 7 : Etude des dipôles RC

On réalise le montage, représenté dans la figure 1, comportant :
- Un générateur idéal de courant ;
- Un microampèremètre ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance R_0 ;
- Un condensateur de capacité C , non chargé initialement ;

On ferme l'interrupteur K_1 à l'instant de date t=0. L'intensité du courant indiquée par le microampèremètre est $I_0 = 4\mu A$.

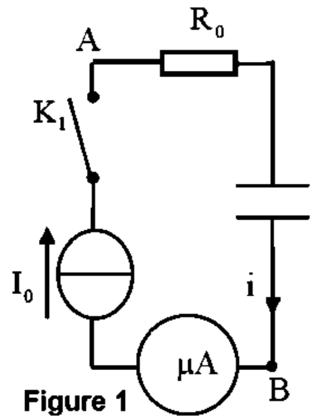


Figure 1

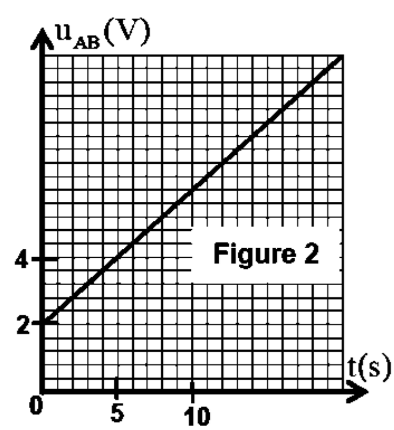


Figure 2

Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_{AB}(t)$ (fig 2).

1- Déterminer la valeur de R_0.

2- Trouver la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 8 : Etude du dipôle RC

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1.Ce circuit comporte :

- Un générateur de f.e.m. E et de résistance interne négligeable ;
- Une bobine (b) d'inductance L_0 et de résistance négligeable ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance r et $R = 20\Omega$;
- Un condensateur de capacité C réglable, initialement déchargé ;
- Un interrupteur K .

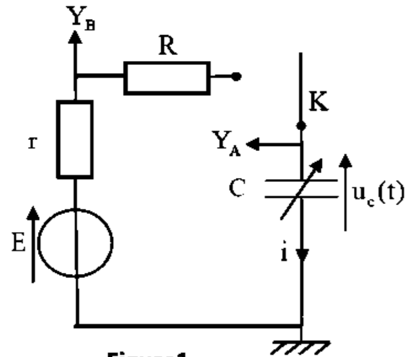


Figure1

On fixe la capacité du condensateur sur la valeurC_0. A un instant de date t =0, on ferme l'interrupteur K. Un système d'acquisition informatisé permet de tracer les courbes (Γ1) et (Γ2) de la figure 2 représentant les tensions obtenues en utilisant les voies Y_A et Y_B (fig.1). La droite (T) représente la tangente à la courbe (Γ1) à t=0.

1. Identifier parmi les courbes (Γ1) et (Γ2) celle qui représente la tension $u_C(t)$.
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.
3. Montrer que l'expression de l'intensité du courant juste après avoir placé l'interrupteur en position (1) est $i_0 = \dfrac{E}{R+r}$.
4. A l'aide des deux courbes :
   (a) Déterminer la valeur de r
   (b) Montrer que $C_0 = 5\mu F$.

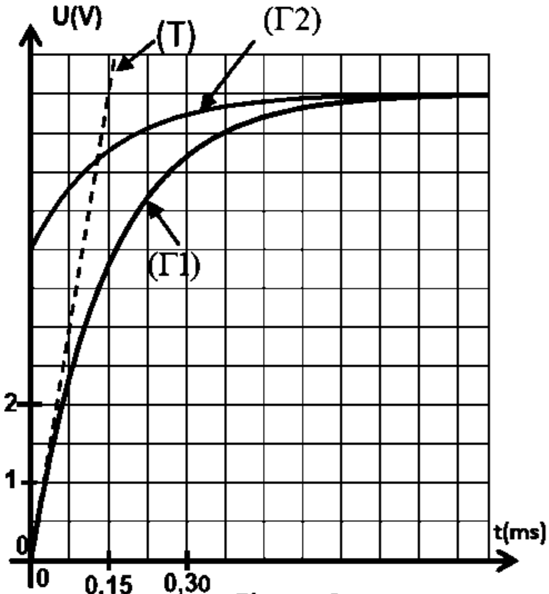


Figure 2

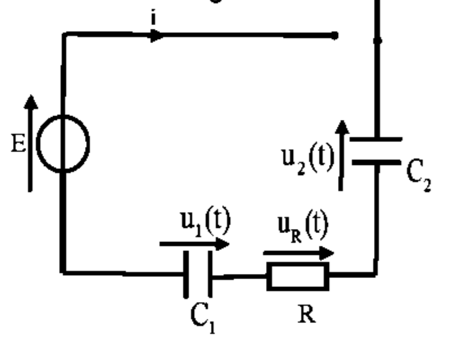
Exercice 9 : Etude du dipôle RC

Les circuits RC, RL et RLC sont utilisés dans les montages électroniques des appareils électriques. On se propose, dans cette partie, d'étudier le dipôle RC.

Le montage électrique schématisé sur la figure 1 comporte :

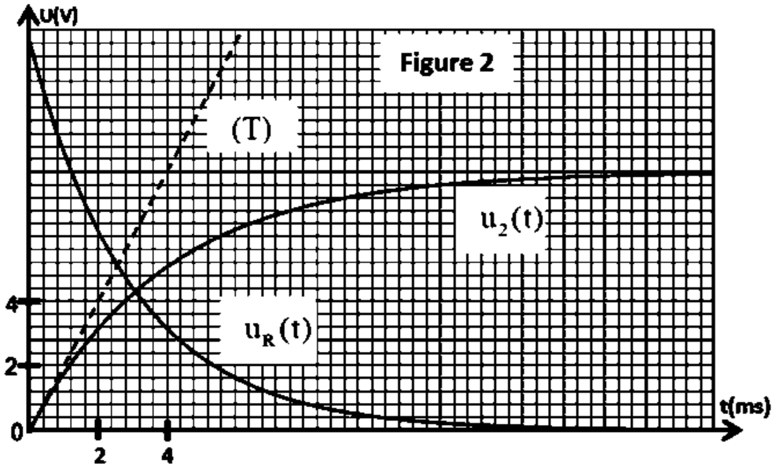
- Un générateur idéal de tension de f.e.m E,
- Deux condensateurs de capacité C_1 et $C_2 = 2\mu F$,
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 3k\Omega$,
- Un interrupteur K à double position.

Figure 1



On place l'interrupteur K dans la position (1) à un instant pris comme origine des dates (t=0).

1. Montrer que la capacité C_e du condensateur équivalent aux deux condensateurs associés en série est : $C_e = \dfrac{C_1.C_2}{C_1 + C_2}$.
2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_2(t)$ entre les bornes du condensateur de capacité C_2 s'écrit : $\dfrac{du_2(t)}{dt} + \dfrac{1}{RC_e}.u_2(t) = \dfrac{E}{RC_2}$.
3. La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_2(t) = A.(1 - e^{-t/\tau})$. Déterminer l'expression de A et celle de τ en fonction des paramètres du circuit.
4. Les courbes de la figure 2, représentent l'évolution des tensions $u_2(t)$ et $u_R(t)$. La droite (T) représente la tangente à la courbe représentant $u_2(t)$ à l'instant t = 0.
   (a) Déterminer la valeur de : E, $u_1(t)$ et $u_2(t)$ en régime permanent.
   (b) Montrer que $C_1 = 4\mu F$.



Exercice 10 : Etude du dipôle RC

Charge d'un condensateur et sa décharge dans un conducteur ohmique :

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage comprend :
- Un générateur idéal de courant ;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Un condensateur de capacité C , initialement non chargé ;
- Un microampèremètre ;
- Un interrupteur K .

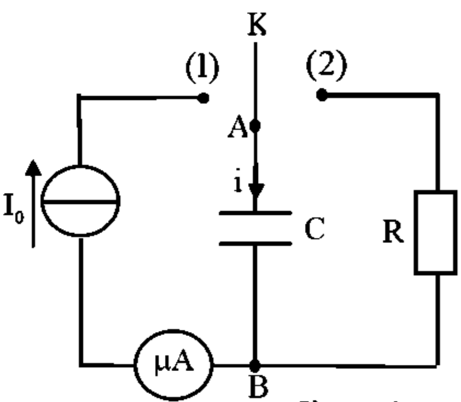


Figure 1

On place l'interrupteur K en position (1) à un instant de date t =0. Le microampèremètre indique $I_0 = 0,1\mu A$.
Un système de saisie informatique convenable permet d'obtenir la courbe représentant les variations de la charge q du condensateur en fonction de la tension u_{AB} entre ses bornes(figure 2).

1. Montrer que la capacité C du condensateur est $C = 20nF$
2. Déterminer la durée nécessaire pour que la tension aux bornes du condensateur prenne la valeur $u_{AB} = 6V$.
3. Lorsque la tension aux bornes du condensateur prend la valeur $u_{AB} = U_0$, on place l'interrupteurK en position (2) à un instant choisi comme une nouvelle origine des dates (t =0). La courbe de la figure 3 représente les variations de $ln(u_{AB} = f(t)$ en fonction du temps (u_{AB} est exprimée en V) .

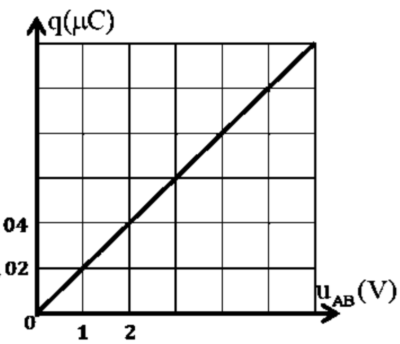


Figure 2

3.1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AB}(t)$.

3.2. Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_{AB}(t) = U_0.e^{-\alpha.t}$. où α est une constante positive. Trouver la valeur de U_0 et celle de R .

3.3. Déterminer la date t_1 où l'énergie emmagasinée par le condensateur est égale à 37% de sa valeur à t =0.

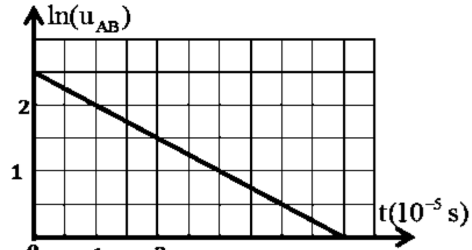


Figure 3

Exercice 11 : Charge et décharge d'un condensateur

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1 comportant :
- Un générateur de tension G de f.e.m. E = 8V,
- Deux conducteurs ohmiques de résistances R et $R_0 = 30\Omega$,
- Un condensateur de capacité $C = 2,5\mu F$, dont la tension initiale à ses bornes est $u_C = U_0$ avec$0 < U_0 < E$,
- Un interrupteur K ,

A un instant choisi comme origine des dates (t =0), on ferme l'interrupteur K en position (1). Un courant d'intensité i(t) circule alors dans le circuit.

La courbe de la figure 2 représente l'évolution de i(t) en fonction du temps et (T) est la tangente à la courbe à t =0 .

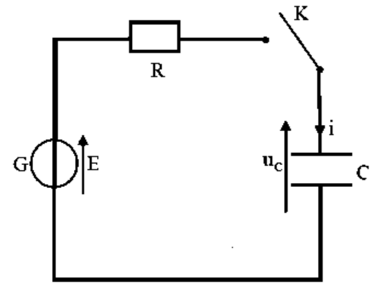


Figure 1

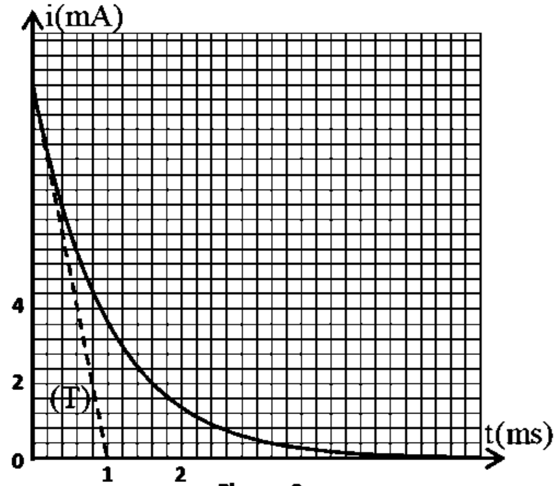


Figure 2

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité de courant i(t).
2. Déterminer la résistanceR du conducteur ohmique .
3. Déterminer U_0.
4. Trouver, en fonction de C , E et U_0, l'expression de l'énergie électrique E_{e1} reçue par le condensateur pendant la durée du régime transitoire. Calculer sa valeur.

Exercice 12 : Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage comporte :
- Un générateur de tension G de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 2k\Omega$;
- Un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- Un interrupteur K .

A l'instant t=0 on ferme K. On note C u la tension aux bornes du condensateur.

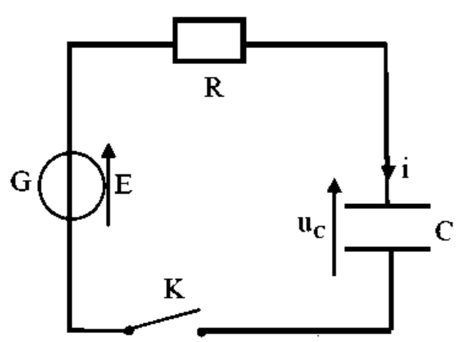


Figure 1

La courbe de la figure 2 représente les variations de $\dfrac{du_C}{dt}$ en fonction de u_C.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C.
2. Déterminer la valeur de E et vérifier que $C = 10nF$.
3. On définit le rendement énergétique de la charge du condensateur par $\rho = \dfrac{E_e}{E_g}$ avec E_e l'énergie emmagasinée par le condensateur jusqu'au régime permanent et $E_g = C.E^2$ l'énergie fournie par le générateur G.

   Déterminer la valeur de ρ.

Figure 1

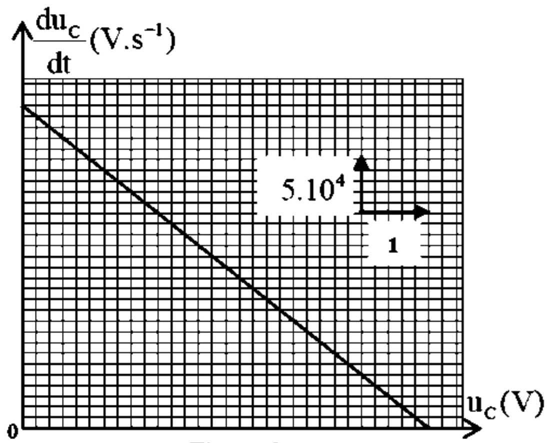


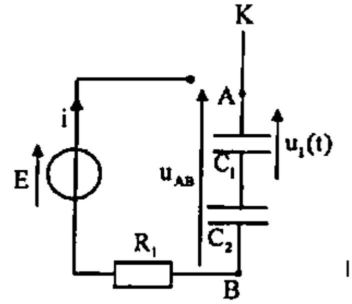
Figure 2

Exercice 13

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 comportant :
- Un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 1,5 \times 10^5 \Omega$ et $R_2 = 32\Omega$;
- Deux condensateurs (C_1) et (C_2) de capacités respectives C_1 et $C_2 = 4\mu F$ initialement non chargés,
- Un interrupteur K ;

On place l'interrupteur (K) en position (1) à l'instant t = 0. Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe représentant la tension $u_{AB}(t)$ (fig 2). La droite (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0.

On symbolise par C_e la capacité du condensateur équivalent à l'association en série de (C_1) et (C_2).

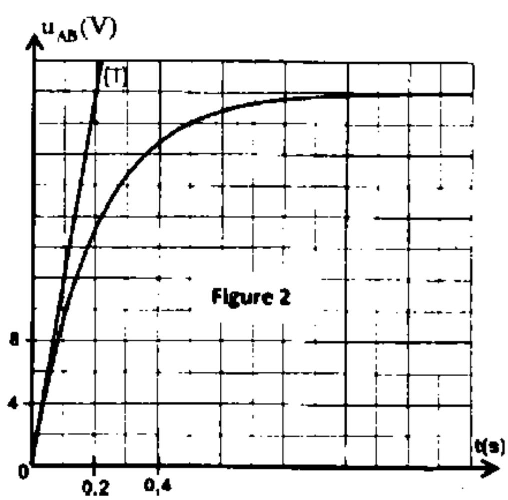


1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AB}(t)$.
2. La solution de l'équation différentielle s'écrit : $u_{AB}(t) = U_0(1 - e^{\alpha . t})$

   Exprimer U_0 et α en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit. En utilisant la courbe de la figure 2 :

   a) Déterminer la valeur de E.

   b) Trouver la valeur de la capacité C_1.
3. Etablir, dans le système d'unités international l'expression numérique de la charge $q_1(t)$ du condensateur (C_1).



Exercice 14

Les composants tels les résistors, les condensateurs, les bobines, les diodes ... sont utilisés dans différents circuits des appareils électriques et électroniques ....

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 comportant :
- Un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- Un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- Un interrupteur K ;

On ajuste la résistance R sur la valeur $R = R_0 = 40\Omega$. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K .

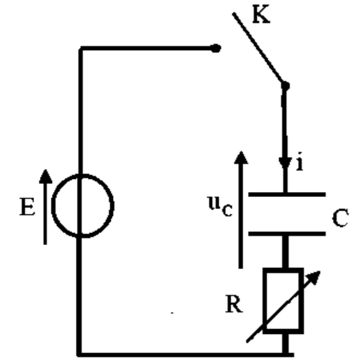


Figure 1

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur.
2. La courbe de la figure 2 représente les variations de l'intensité i(t) en fonction de q(t). En s'aidant du graphe de la figure 2, trouver :
   2.1. la valeur de E.
   2.2. la valeur de la constante de temps.
3. Vérifier que $C = 2,5\mu F$.

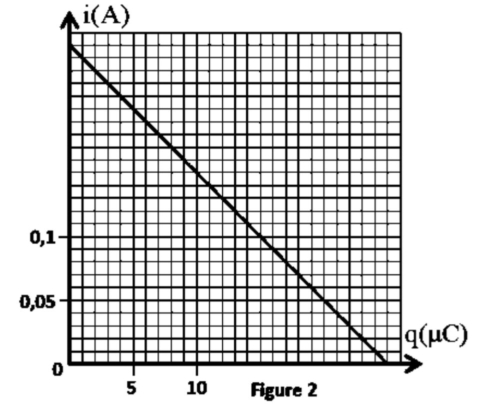


Figure 2

Exercice 15 : Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

On réalise le montage représenté sur la figure 1 comportant :
- Un générateur idéal de tension de f.e .m. E ;
- Un condensateur de capacité C variable initialement déchargé ;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Un interrupteur K.

1. On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C et on place l'interrupteur, à la date t=0, en position (1).
   1.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i(t).
   1.2. La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $i(t) = A.e^{-t/\tau}$ avec A une constante et τ la constante de temps du dipôle RC.
   Exprimer i(t) en fonction des paramètres du circuit et de t.

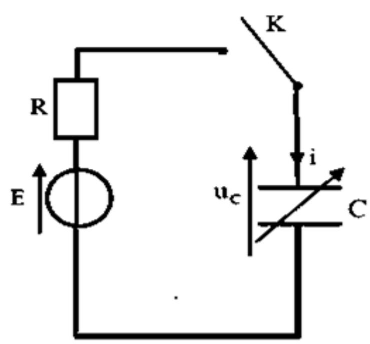


Figure 1

2. Les courbes (a) et (b) de la figure 2 représentent l'évolution de l'intensité i(t) du courant lorsqu'on ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_1 puis sur une valeur C_2 avec $C_2 > C_1$.
   2.1. Indiquer, en justifiant votre réponse, la courbe correspondant à la capacité C_1.
   2.2. Montrer que $i \approx 2,2mA$ pour $t = \tau$.
   2.3. La capacité du condensateur équivalent à un condensateur de capacité C_1 monté en parallèle avec un condensateur de capacité C_2 est $C_e = 10\mu F$. Montrer que $C_1 = 4\mu F$.
   2.4. Déterminer la valeur de R et celle de E.

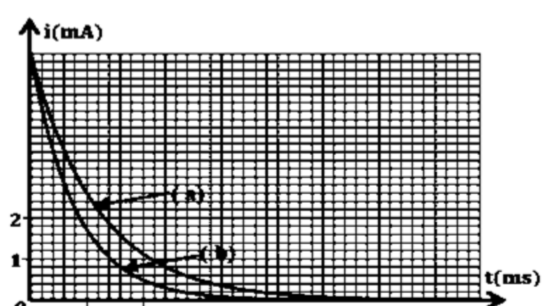


Figure 2