Série P_9 : ETUDE D'UN CIRCUIT (R,C) Série $P_{10/A}$: OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

EXERCICE 1 (N°12 page 267 Collection KANDIA 2015) EXERCICE 2 (N°10 page 265 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 3 (N°14 page 267 Collection KANDIA 2015) EXERCICE 4 (N°15 page 268 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 5 (N°11 page 277 Collection KANDIA 2015) EXERCICE 6

Afin de protéger la porte de sa chambre un passionné d'électronique astucieux a imaginé le dispositif d'alarme représenté par le schéma ci-contre (figure 3). Lorsque la porte est fermée, l'interrupteur K est en position (1), le condensateur de capacité C se charge.

Dès l'ouverture de la porte, l'interrupteur bascule en position (2) et le condensateur se décharge dans le circuit de commande de la sirène.

La particularité du condensateur est qu'il ne peut pas se vider complètement : il présente une tension à vide U_0 = 3 V.

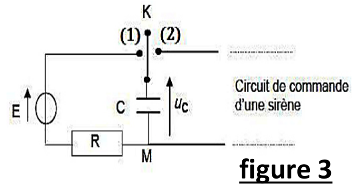


figure 3

1 Etude du circuit de charge.

Le circuit de charge du condensateur est constitué d'une alimentation assimilable à un générateur de f.e.m E= 18V, de résistance négligeable, d'un résistor de résistance R= 47kΩ et du condensateur de capacité C. L'interrupteur K bascule en position (1) à l'instant t = 0 de la fermeture de la porte.

1.1 Etablir l'expression de l'intensité i(t) du courant parcourant ce circuit de charge, en fonction de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur ; le sens arbitraire du courant est choisi comme indiqué sur la **figure 4**. **(0,25 pt)**

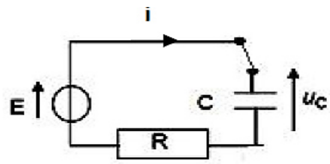


figure 4

1.2 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur est de la forme : $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$ **(0,5 pt)**

1.3 La solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_c(t) = A\,e^{-\alpha t} + B$. Préciser l'expression de chacune des constantes A, B et α en fonction des caractéristiques des composants du circuit en tenant compte des conditions aux limites $u_c(0) = U_0$ et $u_c(\infty) = E$. **(0,5 pt)**

1.4 Quelles sont les valeurs de l'intensité du courant i(t) et de la tension $u_c(t)$ en régime permanent ?

1.5 Quelle est la valeur de la capacité C du condensateur qui permet d'avoir une tension uc égale aux trois quarts de sa valeur en régime permanent en 0,20 s ? **(0,25 pt)**

2 Déclenchement de la sirène, le condensateur étant chargé.

2.1 On modélisera simplement le circuit de commande de la sirène par un résistor de résistance R_1= 4,70 MΩ et on prendra C= 3,5µF. A la fin de la charge, l'interrupteur K a basculé en position (2), à un instant pris comme nouvelle origine des temps t = 0.

2.1.1 Représenter le schéma du circuit et indiquer par une flèche la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur de manière à ce qu'elle soit positive. **(0,5 pt)**

2.1.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$. **(0,5 pt)**

2.1.3 Montrer que l'expression $u_c(t) = A'e^{-\alpha' t} + B'$ est solution de l'équation différentielle. Préciser les expressions de A', B' et α '. **(0,75 pt)**

2.1.4 La sirène ne se déclenche que si la tension aux bornes de son circuit de commande est supérieure à U_{min}= 9V. Pendant combien de temps après l'ouverture de la porte, fonctionnera la sirène ?

2.2 Le circuit de commande de la sirène est maintenant remplacé par un dipôle constitué d'une bobine d'inductance L=10mH de résistance négligeable et d'un résistor de résistance R_d,(fig5). A la fin de la charge, comme en **2.1**, on bascule l'interrupteur en position (2) à un instant pris comme origine des temps t=0.

On désigne par uc(t) la tension aux bornes du condensateur à chaque instant t.

2.2.1 On suppose, dans un premier temps, la résistance R_d négligeable et $u_c(0)$= E. Etablir l'équation différentielle relative à $u_c(t)$ puis montrer que $u_c(t) = K\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ est solution de cette équation différentielle où K, T_0 et φ sont des constantes à préciser.

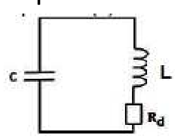


figure 5

2.2.2 On considère cette fois-ci que la résistance R_d = 500 Ω et $u_c(0)$=E.

a) Montrer que l'équation différentielle à laquelle obéit $u_c(t)$ peut se mettre sous la forme $\frac{d^2u_C(t)}{dt^2} + 2\delta\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{4\pi^2 u_C(t)}{T_0^2} = 0$ avec δ une constante à préciser. **(0,5 pt)**

b) Si le discriminant réduit de cette équation est négative, on parle de régime pseudopériodique et la pseudo-période T peut s'exprimer comme suit : $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC}-\frac{R_d^2}{4L}}}$. Calculer T puis la comparer à T_0. **(0,5 pt)**

EXERCICE 7

Pour étudier la charge et la décharge d'un condensateur on réalise le circuit de la figure 2 représentée ci-contre. **Données** : E = 4 V ; R_1=1 kΩ ; R_2= 400 Ω ; C = 1µF ; L = 0,4 H.

La résistance du générateur et celle de la bobine sont supposées négligeables.

1 Etude de la charge du condensateur

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 à l'instant t=0. On note par $u_C(t)$ la tension aux bornes du condensateur et i(t) l'intensité du courant dans le circuit.

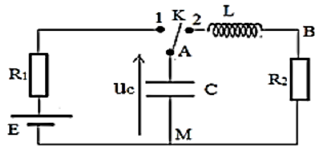


Figure 2

1.1 Etablir l'équation reliant les tensions instantanées aux bornes des trois composants du circuit. En déduire l'équation différentielle relative à la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. **(0,5 pt)**

1.2 Vérifier que l'expression $u_C(t)$= E(1- $e^{-\frac{t}{\tau}}$) avec $\tau=R_1C$ est solution de l'équation différentielle établie à la question précédente. Donner la signification de τ et calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

1.3 Déterminer l'expression de l'intensité du courant I0 à t=0 ; faire l'application numérique. **(0,5 pt)**

1.4 Déterminer les expressions, à l'instant t, de la puissance fournie par le générateur et de la puissance reçue par le condensateur en fonction de E,R_1,t et **τ**. **(0,5pt)**

1.5 Montrer que le rapport de l'énergie emmagasinée par le condensateur Ɛ(c) sur l'énergie fournie par le générateur Ɛ(G) entre l'instant de fermeture du circuit et une date quelconque t= xτ (x est un nombre positif) est donné par : $\frac{\mathcal{E}(C)}{\mathcal{E}(G)} = \frac{1-e^{-x}}{2}$. **(0,5 pt)**

1.6 Pour différentes dates t=xτ où x est donné dans le tableau ci-dessous, reproduire le tableau sur la feuille de copie et le compléter.

x	0	0,01	0,10	1	5	10	100	+∞
e^{-x}								
$\frac{\mathcal{E}(c)}{\mathcal{E}(G)}$								

1.7 En exploitant le tableau, montrer que l'énergie fournie par le générateur n'est pas totalement reçue par le condensateur. Expliquer pourquoi. **(0,25 pt)**

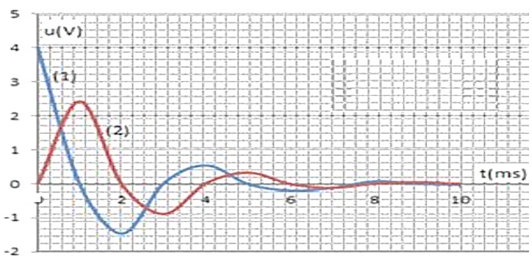
1.8 En se servant du tableau, déterminer la quantité de chaleur totale dégagée par effet joule au cours de la charge du condensateur. **(0,25 pt)**

2 Etude de la décharge.

A la fin de la charge du condensateur, on bascule l'interrupteur K de la position 1 à la position 2.

Cet instant est choisi comme nouvelle origine des dates t = 0.

Les courbes (1) et (2) de la figure 3 représentent dans un ordre quelconque la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_2 et la tension u_{AM} aux bornes du condensateur.



2.1 Recopier la figure 2 et y indiquer les branchements pour visualiser les tensions u_{AM} à la voie 1 et u_{BM} à la voie 2 d'un oscilloscope. **(0,5 pt)**

2.2 Affecter à chaque courbe la tension correspondante. Justifier. **(0,5 pt)**

2.3 Expliquer l'allure des courbes. Quelle est la courbe qui montre les variations de l'intensité du courant ? Justifier. **(0,5 pt)**

2.4 En exploitant la figure 3, déterminer l'énergie restante dans le circuit à la date t = 2 ms. La comparer avec l'énergie du condensateur à t=0. **(0, 5 pt)**

AU TRAVAIL !