Classe: $4^{ème}$ Math A.S. : 2014/2015	Lycée de cebala –Sidi Bouzid Prof : Barhoulmi Ezzedine Le dipôle RC

EXERCICE N°1 :

I. Charge d'un condensateur par un générateur de courant constant.

L'étiquette d'un condensateur porte l'indication C = 3300 µF. On se propose de vérifier cette valeur de la capacité. Pour cela on utilise le montage de la figure 1 ou G est un générateur de courant constant délivrant un courant d'intensité I = 0,80 mA. Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe de la figure 2 donnant les variations de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps.

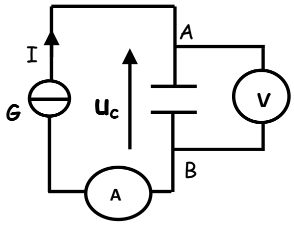


Figure 1

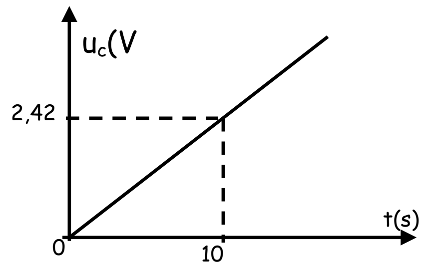


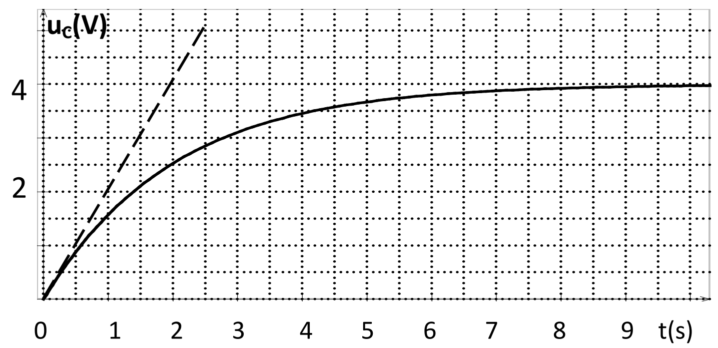
Figure 2

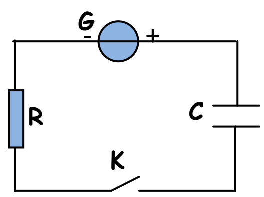
1. Ecrire la relation entre l'intensité du courant I, la charge q_A porté par l'armature A du condensateur et la durée de charge t.
2. Donner la relation entre la charge q_A, C et u_c.
3. a. En déduire de la courbe u_c=f(t) de la figure 2, la valeur de la capacité C.
b. Comparer cette valeur de C avec la valeur indiquée sur l'étiquette du condensateur.
4. Calculer l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur lorsque u_c= 4V.

II. Charge d'un condensateur par un générateur de tension.

On dispose d'un condensateur de capacité C initialement déchargé, un générateur de tension G délivrant une tension constante E = 4V, un résistor de résistance R = 200Ω et un interrupteur K.

A l'instant t=0s, on ferme K et on visualise, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps.



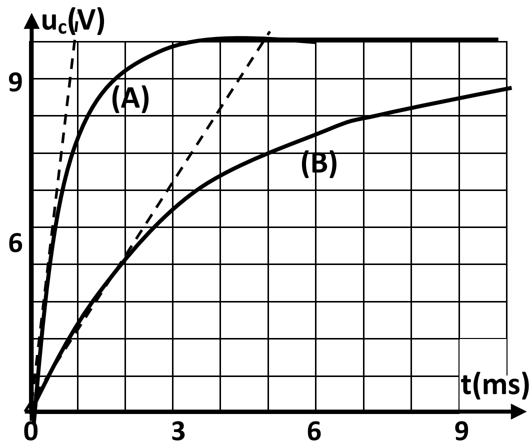


1. Reproduire le schéma du circuit et indiquer les branchements de l'oscilloscope.
2. a. En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C.
b. La solution de l'équation différentielle est de la forme $u_C(t)=A.(1-e^{-\beta.t})$.
Déterminer les expressions des constantes A et β.
3. La courbe ci-contre donne les variations de $u_C(t)$ enregistrée par l'oscilloscope à mémoire.
La constante de temps du dipôle (R, C) est $\boldsymbol{\tau}$ = RC.

a. Vérifier que τ est homogène à une durée.
b. Montrer que lorsque t=τ alors $u_C(t)=0,63E$.
c. Déterminer graphiquement la constante de temps τ.
d. En déduire la valeur de la capacité C.
4. En justifiant la réponse, dire si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :
Proposition 1: Le condensateur se charge plus rapidement lorsqu'on diminue la résistance R.
Proposition 2: L'intensité du courant est nulle au début de charge.
5. a. Montrer que l'expression de l'intensité du courant s'écrit $i(t)=I_0\, e^{-t/\tau}$.
Donner l'expression de l'intensité initiale I_0 en fonction de E et R.
b. Tracer l'allure de i(t) en indiquant les valeurs particulières.

EXERCICE N°2 :

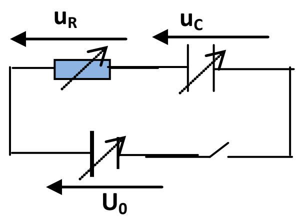
Un circuit électrique comporte en série : un générateur idéal de f.é.m. E, un conducteur ohmique de résistance R réglable, un condensateur de capacité C=1µF et un interrupteur K.



Pour deux valeurs R_1=1KΩ et R_2=5KΩ de la résistance R du conducteur ohmique on enregistre, à l'aide d'un dispositif d'acquisition de données l'évolution temporelle de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur initialement déchargé, on obtient les courbes (A) et (B) du graphique suivant.
1. Montrer que la courbe (A) correspond à R_1 alors que la courbe (B) correspond à R_2.
2. En exploitant les deux courbes (A) et (B) :
a. identifier, en le justifiant, la courbe (A) ou (B) qui traduit l'établissement du régime permanent.
b. déterminer E et la charge maximal Q_0 du condensateur.
c. Déterminer les constantes de temps τ_1 et τ_2 correspondant respectivement aux résistances R_1 et R_2.
3. Vérifier que $\frac{\tau_1}{R_1} = \frac{\tau_2}{R_2}$ et comparer ce quotient avec la valeur de la capacité C.
4. Préciser, en le justifiant, l'influence de l'augmentation de la résistance R sur :
- la durée Δt nécessaire pour charger complètement le condensateur.
- la valeur de la tension aux bornes du condensateur en régime permanent.
- l'intensité du courant qui traverse le circuit à l'instant t=0.

EXERCICE N°3:

Le montage suivant comporte : un condensateur de capacité C réglable, un conducteur ohmique de résistance R réglable, un générateur délivrant, à ses bornes, une tension constante U_0 réglable.



1. On fixe U_0=4,25V ; C=12,5µF ; R=20kΩ. Le condensateur est initialement déchargé.

À t=0, on ferme l'interrupteur et on enregistre, à l'aide d'un dispositif informatisé, l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur au cours du temps.

a. Donner la relation liant u_R et l'intensité i du courant puis la relation entre la charge q du condensateur et u_C.

b. Ecrire l'expression de l'intensité i du courant et la charge q.

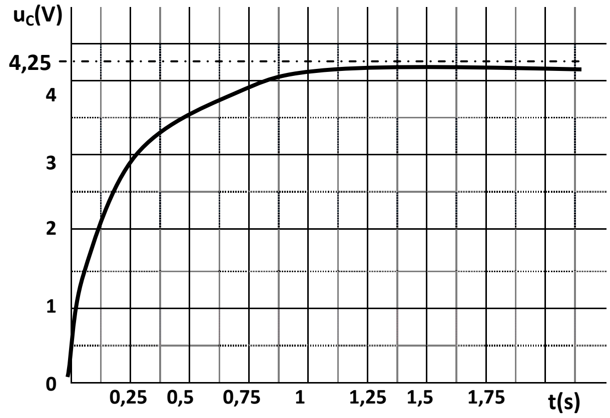
En déduire l'expression de i en fonction de C et u_C.

c. Etablir la relation entre u_R, u_C et U_0.

d. Ecrire l'équation différentielle vérifié par u_C.

e. Vérifier que $u_C(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ est solution de l'équation différentielle.

f. Exprimer la constante de temps **τ** et déterminer graphiquement sa valeur.



Vérifier si cette valeur est compatible avec les données de l'exercice.

2. Avec le même montage on réalise de nouvelles expériences. À chaque expérience, on ne change qu'une seule des conditions expérimentales. Le tableau ci-dessous résume les conditions expérimentales de cette étude :

Expérience n°1	R=20KΩ	C=31µF	U_0=4,25V	τ=0,62s
Expérience n°2	R=20KΩ	C=31µF	U_0=5V	τ=0,62s
Expérience n°3	R=10KΩ	C=31µF	U_0=4,25V	τ=0,31s

En justifiant la réponse à partir des données du tableau et du résultat de la question précédente, dites si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

Proposition 1 : La constante de temps **τ** ne dépend pas de la résistance R.

Proposition 2 : La constante de temps **τ** dépend de la tension U_0 aux bornes du générateur.

Proposition 3 : La constante de temps **τ** dépend de la capacité C du condensateur.

EXERCICE N°4

Le circuit de la figure 1en annexe comporte :

- un générateur idéal de tension de fém. E,
- un condensateur de capacité C=20µF,
- deux résistors R_1 et R_2=2R_1.
- un commutateur K.

A un instant que l'on choisit comme origine des temps, on place K sur la position (1) et on suit l'évolution aux cous du temps de la tension u_{R_1} aux bornes du résistor R_1 sur la voie Y_1 d'un oscilloscope à mémoire. Le chronogramme obtenu sur l'écran de l'oscilloscope est représenté sur la figure 2 en annexe.

1/ a. Indiquer sur la fig-1 en annexe les connexions nécessaires avec l'oscilloscope afin visualiser le chronogramme de la fig-2.

b. Montrer que l'étude de la tension $u_{R_1}(t)$ permet de déduire celle de l'intensité i(t) du courant qui parcourt le circuit.

2/ a. Déterminer graphiquement la fém. E du générateur et la constante de temps τ_1 du dipôle R_1C étudié.

b. Déduire la valeur de R_1.

3/ Déterminer graphiquement la tension u_{R_1} à l'instant t=30ms et en déduire valeur de la charge q_A portée par l'armature A du condensateur.

4/ a. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_{R_1} s'écrit : $\frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{1}{\tau_1} u_{R_1} = 0$.

On indiquera sur la figure-1-en annexe, le sens positif du courant et on représentera les différentes flèches tensions.

b. Vérifier que $u_{R_1}(t) = Ee^{-t/\tau_1}$ est une solution de l'équation différentielle.

c. Exprimer la tension aux bornes du condensateur u_C en fonction de E, τ_1 et t.

d. Représenter sur la figure 2 (annexe), l'allure de la courbe qui traduit l'évolution de la tension u_C au cours du temps.

5/ Le condensateur étant complètement chargé, on commute K en position (2) et on choisit cet instant comme nouvelle origine du temps.

a. Evaluer la durée approximative θ au bout de laquelle le régime permanent s'établit.

b. Calculer l'énergie électrique transformée en chaleur dans le résistor R_2 à l'instant t=θ.

Figure-1-

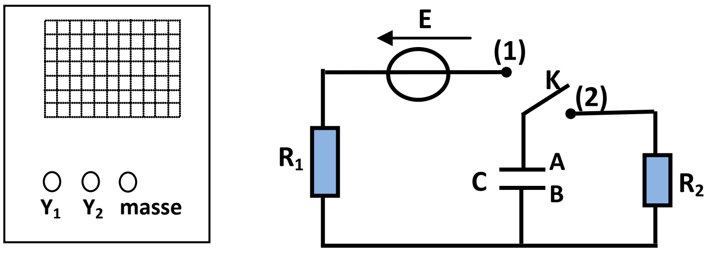
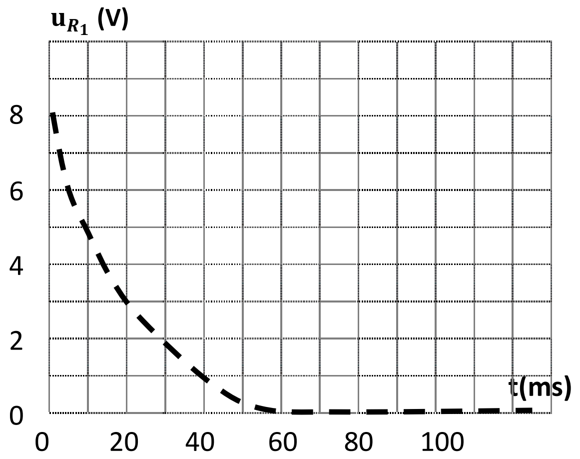
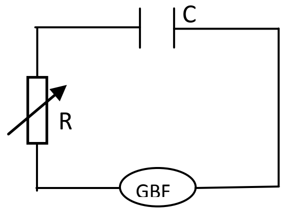


Figure-2-

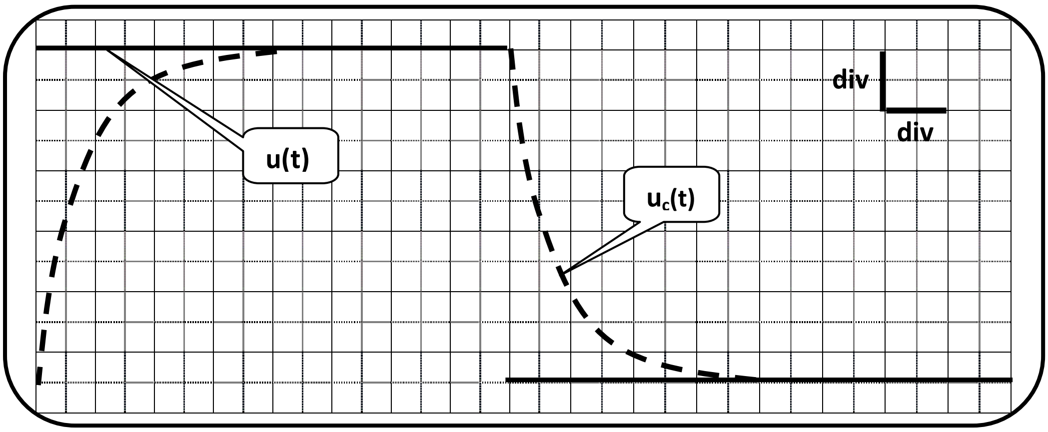


EXERCICE N°5 :

Afin d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension, on réalise le circuit de la figure ci-contre comportant un GBF de fréquence N réglable délivrant une tension u(t) en créneau (égale à E pendant un demi période et 0 pendant l'autre demi période), un conducteur ohmique de résistance R réglable et un condensateur de capacité C.



On fixe R à la valeur 10KΩ, et grâce à un oscilloscope bicourbe on visualise simultanément les deux tensions u(t) et $u_c(t)$. Pour une valeur N_1 de la fréquence du GBF, on observe les deux courbes de la figure -1 :



Réglage de l'oscilloscope : **- sensibilité horizontale : 0,2 ms.div^{-1}**
- sensibilité verticale les deux voies : 1V.div^{-1}

1. On se propose d'étudier la phase ou le dipôle RC est soumis à une tension constante E.

a. Nommer le phénomène subi par le condensateur lors de cette phase.

b. Indiquer sur la figure-1, la partie de la courbe représentant $u_c(t)$ lors de cette phase.

c. Montrer que l'équation différentielle régissant la tension de condensateur $u_c(t)$ s'écrit :

$$u_c + RC\frac{du_c}{dt} = E.$$

d. Vérifier que $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

2. En exploitant les deux courbes de la figure – 1 ; déterminer :

a. la fréquence N_1 et la valeur maximale E du signal créneau délivré par la GBF.

b. la constante de temps τ du dipôle RC (τ étant la durée au bout du quelle le condensateur atteint 63% de sa charge totale). En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

3. A partir de l'expression de $u_c(t)$ donnée à la question (1.d.) ; exprimer en fonction de τ, la durée θ au bout de laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint 99% de sa valeur maximale.

4. On modifie la valeur de la résistance du conducteur ohmique pour lui donner la valeur R'=3R.

a. Montrer que la valeur de la fréquence N_1 du signal créneau délivré par la GBF ne permet pas au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

b. Déterminer la valeur maximale N_2 de la fréquence du signal créneau permettant au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

EXERCICE N°6 :

Afin d'étudier expérimentalement la réponse d'un circuit RC à un échelon de tension, on réalise le circuit de la figure 1 qui comporte :

- un générateur de tension idéale de fém. E.
- un condensateur de capacité $C=2.10^{-6}F$,
- un résistor de résistance R réglable,
- un interrupteur K.

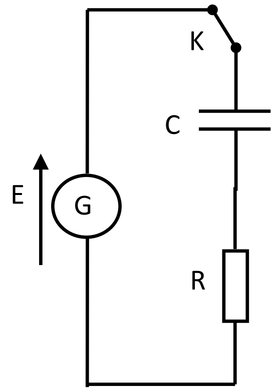


Figure 1

A un instant t=0, on ferme l'interrupteur K.

1/ Préciser le phénomène physique qui se produit dans le condensateur.

2/ a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur s'écrit : $RC\frac{du_c}{dt} + u_c = E$.

b- En admettant que la solution de l'équation différentielle précédente est de la forme :

$u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, préciser la signification de A et de τ.

3/ Un système approprié à permis de suivre l'évolution temporelle des tensions u_C, u_G et u_R respectivement aux bornes du condensateur, du générateur et du résistor. Pour une valeur $R=R_1$, on obtient les courbes : $\mathbb{C}_1$, $\mathbb{C}_2$ et $\mathbb{C}_3$ de la figure 2.

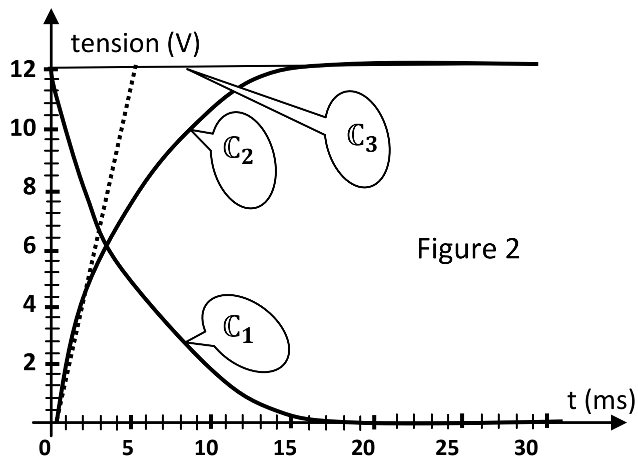


Figure 2

a- En justifiant la réponse, faire correspondre chacune des courbes $\mathbb{C}_1$, $\mathbb{C}_2$ et $\mathbb{C}_3$ à la tension qu'elle représente.

b- En exploitant les courbes de la figure 2, déterminer la fém. E du générateur et la constante de temps τ du circuit. En déduire la valeur de R_1.

c- Déterminer l'instant t_1 pour lequel $u_C(t)$ est égale à $u_R(t)$.

d- Exprimer u_C en fonction de E, t_1 et t.

En déduire le pourcentage de charge du condensateur l'instant t_1.