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 constant d'intensité I=0,8mA.

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.

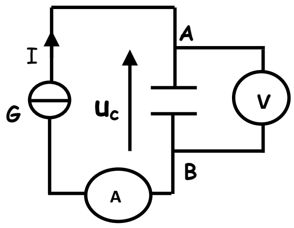


Figure 1

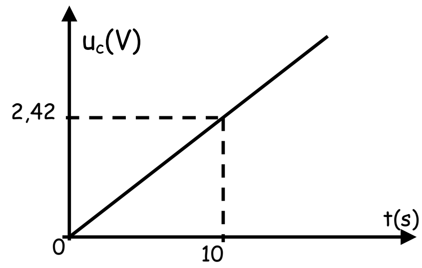


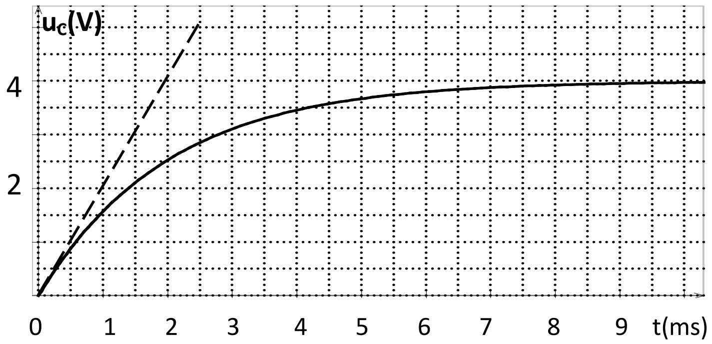
Figure 2

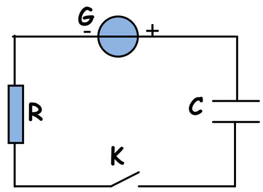
1. Ecrire la relation entre l'intensité du courant I, la charge q_A porté par l'armature A du condensateur et la durée de charge t.
2. Donner la relation entre la charge q_A, C et u_c.
3. a. En déduire de la courbe u_c=f(t) de la figure 2, la valeur de la capacité C.
b. Comparer cette valeur de C avec 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 continue constante E = 4V, un résistor de résistance R =100Ω 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. Nommer en le justifiant, les régimes qui constituent la réponse du dipôle RC à un échelon de tension pour t<8ms et t>9ms.
2. a. En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.
b. La solution de l'équation différentielle est de la forme $u_C(t)=A.(1-e^{-\alpha.t})$. Déterminer les expressions des constantes A et α.
3. La courbe de la figure-1 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 $\boldsymbol{\tau}$ est homogène à une durée.
b. Montrer que lorsque t=$\boldsymbol{\tau}$ alors $u_C(t)$=0,63E.
c. Déterminer graphiquement la constante de temps $\boldsymbol{\tau}$.
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 si on diminue la valeur de 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 :

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.

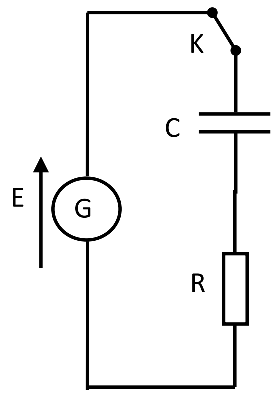


Figure 1

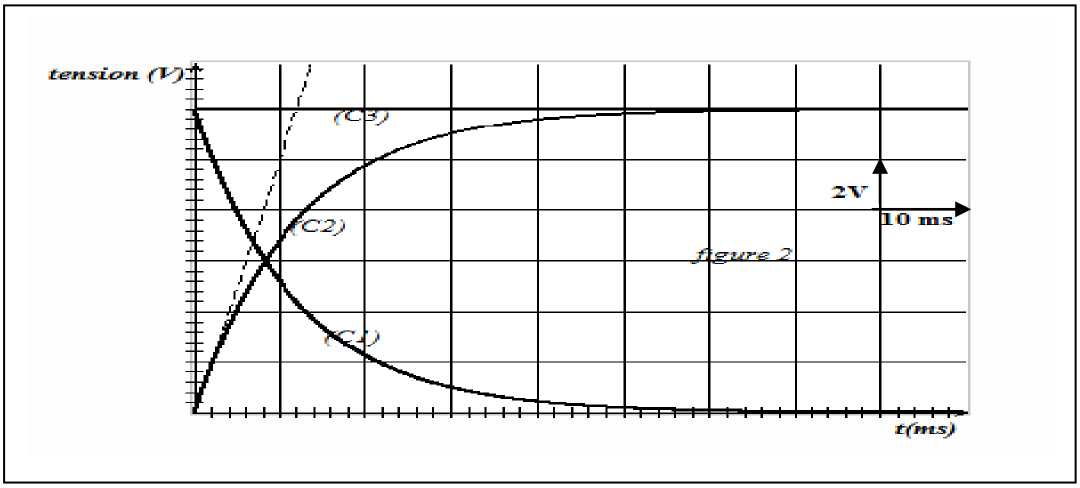
A un instant t=0, on ferme l'interrupteur K.

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.



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.

Exercice n°3 :

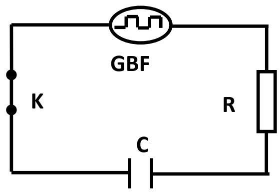
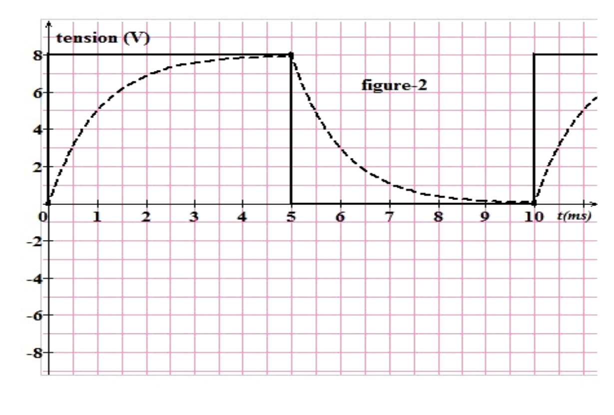


Figure-1

Le circuit de la figure-1 est constitué par :

- un GBF délivrant une tension en créneau u(t) de fréquence N réglable, de valeur maximale égale à E=8V et de valeur minimale égale à 0V,
- un condensateur de capacité C=5µF,
- un résistor de résistance réglable R,
- un interrupteur K.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on obtient les oscillogrammes de la figure-2 représentant la tension u(t) aux bornes du générateur et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.



1/ En exploitant les oscillogrammes de la figure-2,

a- Justifier que le condensateur se charge pendant la durée $(0 \leq t \leq 5ms)$ et se décharge pendant la durée $(5ms \leq t \leq 10ms)$.

b- Déterminer les valeurs de la fréquence N_1 du GBF et la constante de temps τ du dipôle RC.

c- Montrer que R=200Ω.

2/ Phase de charge du condensateur $(0 \leq t \leq 5ms)$:

a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ pendant cette phase.

b- Justifier que la solution de l'équation différentielle s'exprime : $u_C(t)=8(1- e^{-10^3t})$.

c- En déduire la loi horaire vérifiée par la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

d- Représenter, sur la figure-2, l'oscillogramme de $u_R(t)$ pour $(0 \leq t \leq 5ms)$.

3/ Phase de décharge du condensateur $(5ms \leq t \leq 10ms)$:

a- Déterminer u_{R1} et u_{R2} respectivement les valeurs de la tension aux bornes du résistor aux l'instants t_1=5ms et t_2=10ms.

b- Représenter, sur la figure-2, l'oscillogramme $u_R(t)$ pendant la décharge du condensateur.

4/ On modifie la fréquence N du GBF, la nouvelle valeur de la fréquence est N_2=200Hz.

a- Calculer la durée approximative de charge Δt et la période T_2 de la tension u(t) du GBF.

b- Comparer les durées Δt et $\frac{T_2}{2}$ et en déduire si le condensateur est complètement chargé ou non à l'instant $t = \frac{T_2}{2}$.

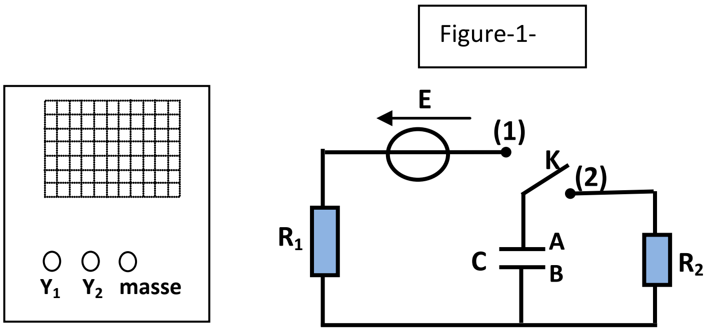
EXERCICE N°4 :

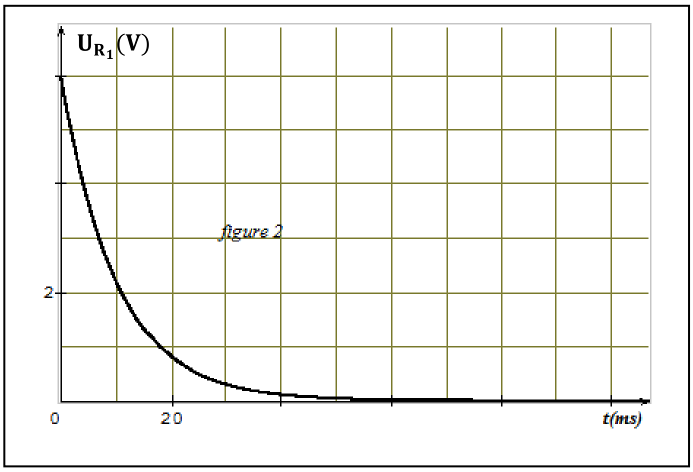
Le circuit de la figure 1en annexe comporte :

- 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 fig-2.





1/ a. Indiquer sur la figure-1, 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, le sens positif du courant et on représentera les 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, 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.

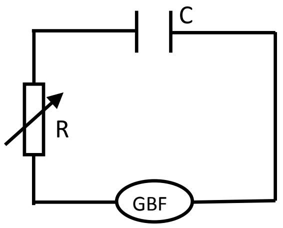
a. Evaluer la durée approximative θ au bout de laquelle le régime permanent s'établit.

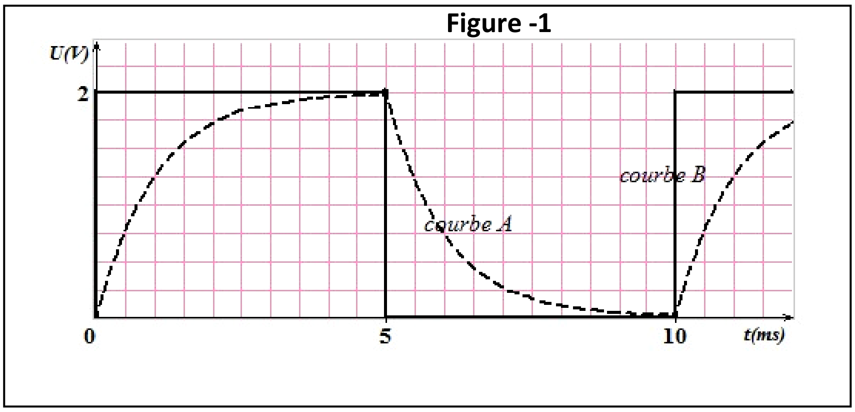
b. Calculer l'énergie électrique transformée en chaleur dans le résistor R_2 à l'instant t=θ.

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 100Ω, 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 A et B de la figure -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.

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.

c. 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 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.