Prof : JENKAL RACHID	Série N° 4	Établissement : LYCÉE AIT BAHA
Matière : PHYSIQUE et CHIMIE	•Dipôle RC	Direction provinciale : CHTOUKA AIT BAHA
Niveau : 2 BAC		
Filières : PC et SVT		Année scolaire : 2017 / 2018

Exercice 1 : charge-décharge d'un condensateur

On associe en série un générateur basse fréquence (GBF), un conducteur ohmique de résistance R= 10 kΩ , un condensateur de capacité C= 10mF et un interrupteur K . Le GBF délivre une tension u, rectangulaire telle que : $u(t)=U_0 =10$ V sur l'intervalle [0 ; ½T] et u(t) = 0 sur l'intervalle [½T, T]

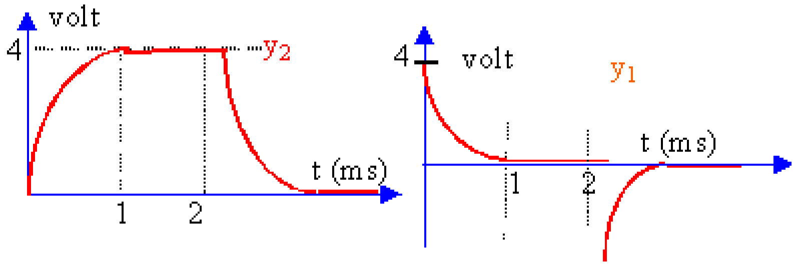
1. Représenter u(t) sur l'intervalle [0, 2T].
2. A l'instant t=0 on ferme l'interrupteur et la tension u(t) prend la valeur U_0.
   - 2. 1 Faire un schéma en indiquant le sens du courant et les différentes tensions
   - 2. 2 Etablir l'équation différentielle caractérisant la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pendant la première demi-période de u(t).
   - 2. 3 On donne comme solution de l'équation différentielle : $u_c= A(1-\exp(-at))$. Déterminer littéralement et numériquement A et a.
   - 2. 4 Que représentent physiquement A et a.
   - 2. 5 En déduire l'expression de $u_C(t)$.
   - 2. 6 Vérifier que la solution trouvée satisfait aux conditions initiales
   - 2. 7 Donner l'allure de la courbe $u_c(t)$ dans le cas ou ½T est très supérieur au produit RC.
   - 2. 8 En déduire l'énergie stockée à chaque instant par le condensateur.
   - 2. 9 Que vaut cette énergie en fin de charge (½T>> RC)
   - 2. 10 A quel instant t_1 la charge maximale est-elle atteinte au millième près ?
3. A l'instant t=½T, la tension u(t) passe de U_0 à 0. On réalise un changement de repère temporel : on appelle t' la nouvelle variable pour laquelle l'instant initial t'=0 correspond à t=½T.
   - 3. 1 Faire le schéma du montage en faisant apparaître l'intensité et les différentes tensions.
   - 3. 2 Etablir l'équation différentielle caractérisant la tension $u_C(t')$ aux bornes du condensateur pendant la seconde demi-période de u(t).
   - 3. 3 On donne comme solution de l'équation différentielle:$u_c= B\exp(-bt')$.Déterminer littéralement et numériquement Bet b
   - 3. 4 Que représente physiquement b. Quel rapport avec a ?
   - 3. 5 En déduire la valeur de B puis l'expression de $u_C(t')$.
   - 3. 6 Vérifier que la solution trouvée satisfait aux conditions initiales
   - 3. 7 Donner l'allure de la courbe $u_c(t')$ dans le cas ou ½T est très supérieur au produit RC.
   - 3. 8 En déduire l'énergie stockée à chaque instant par le condensateur.
   - 3. 9 Que vaut cette énergie en fin de décharge (½T>> RC)
   - 3. 10 A quel instant t'_2 la charge vaut-elle 37% de la charge maximale ?

Données : ln 10 = 2,3 ; e^1 = 100/37

Exercice 2 : étude d'un condensateur

Afin d'étudier la charge et la décharge d'un condensateur on réalise un circuit RC. A l'oscilloscope on observe simultanément la tension aux borne de la résistance R=200 W et la tension aux bornes du condensateur. L'entrée 2 de l'oscilloscope est inversée.

1. Laquelle des 2 tensions permet de connaître les variations de l'intensité du courant en fonction du temps.
2. Schématiser le circuit en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope.
3. Identifier les deux courbes ci-dessous; à quoi correspondent les 2 parties des 2 courbes.



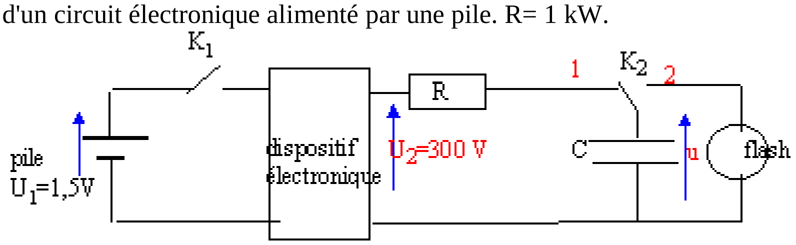
4. Déterminer à l'aide des courbes, la fréquence du générateur, la tension E entre ses bornes pendant la demi-période où elle n'est pas nulle, la valeur Imax du courant qu'il débite.
5. Déterminer la valeur de la constante de temps du circuit RC
6. Utiliser une analyse dimensionnelle pour déterminer l'expression correscte de cette constante de temps parmi les relations suivantes :
   C/R ; R/C ; RC ; 1/(RC).
7. En déduire une valeur approchée de la capacité du condensateur.
8. Pour les mêmes réglages du GBF et de l'oscilloscope on augmente la valeur de la résistance R.

- les grandeurs fréquence, E et Imax sont-elles modifiées ? si oui dans quel sens ; si non, pourquoi.

- représenter la nouvelle allure de la tension aux bornes du condensateur dans chacun des 2 cas suivants :
  *augmentation légère de R par exemple R=300 W.
  * augmentation notable de R par exemple R=1000 W.

Exercice 3 : étude d'un condensateur

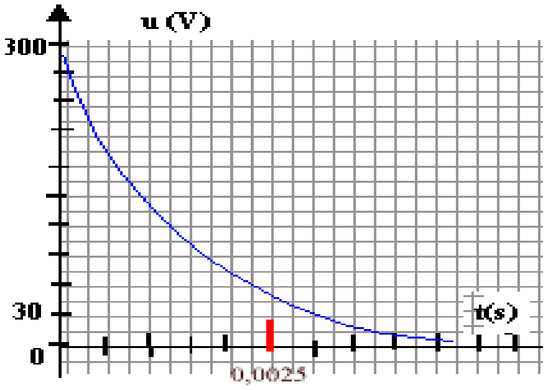
On se propose d'étudier le fonctionnement d'un flash d'appareil photo. Pour obtenir un éclair de puissance lumineuse suffisante on utilise un tube flash qui nécessite pour son amorçage une forte tension (au moins 250 V) pour emettre un éclair très bref. Pour stocker l'énergie nécessaire au fonctionnement du flash on utilise un condensateur de capacité C = 150 mF. Ce dernier est chargé à l'aide d'un circuit électronique alimenté par une pile. R= 1 kW.



A-Charge du condensateur : on charge le condensateur en fermant l'interrupteur K_1.

1. On donne la constante de temps t= RC. Vérifier par analyse dimensionnelle l'homogénéité de cette formule.
2. Calculer t.
3. Calculer l'énergie emmagasinée E par le condensateur une fois la charge terminée.
4. En calculant E' qu'aurait stockée le condensateur directement chargé par la pile, justifier l'interêt de charger le condensateur avec une tension de 300 V.

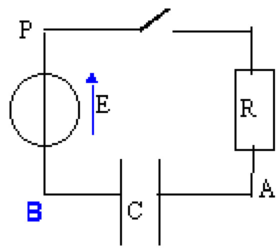
B- Décharge. en plaçant l'interrupteur K_2 en position 2 on provoque le flash grâce à l'énergie stockée dans le condensateur. On enregistre la tension u aux bornes du condensateur.



1. Déterminer graphiquement la constante de temps t' correspondant à la décharge en précisant la méthode employée.
2. Comparer t et t '. ce constat est-il en accord avec les conditions de fonctionnement du flash ?
3. On assimile après son amorçage le tube flash à un conducteur ohmique de résistance r. Montrer que l'équation différentielle de la décharge du condensateur à travers r est de la forme $du/dt + (rC)^{-1}u = 0$
4. Vérifier que la solution est de la forme $u = U_0 \exp(-t / t)$.
5. Déterminer U_0. Cette valeur est-elle en accord avec la production de l'éclair ?

Exercice 4 : dipôle RC : charge d'un condensateur ; bilan énergétique

On considère le circuit suivant comprenant, montés en série : un générateur de tension continue de fem E=6 V et de résistance interne nulle, une résistance R=5 kW, un condensateur de capacité C=1,2mF et un interrupteur K.



Etude de la charge :

1. Préciser sur le schéma du montage, le sens positif choisi pour l'intensité du courant i.
2. Etablir l'équation différentielle de charge liant la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur et sa dérivée par rapport au temps du_{AB}/dt en fonction de R, C et E.
3. Vérifier que l'expression $u_{AB}(t) = E(1-e^{-t/(RC)})$ est solution de l'équation différentielle trouvée précédemment. La tension initiale du condensateur $u_{AB}(t=0)=0$ est-elle compatible avec les données de l'exercice ? Quelle est la valeur maximale que peut atteindre la tension $u_{AB}(t)$?
4. Donner la dimension du produit RC. Comment appelle-t-on ce produit ? Quelle est sa signification pratique pour ce circuit ?
5. Calculer la valeur de la tension instantanée aux instants t=5 ms, t=10 ms, t=20 ms et t=50 ms.
6. Tracer l'allure de la tension $u_{AB}(t)$
7. Déterminer l'expression de l'intensité du courant i(t) en fonction du temps t et des paramètres E, R et C. Calculer sa valeur numérique à l'instant t=0.. Lorsque t est très grand, que vaut l'intensité du courant ?

Bilan énergétique :

1. Quelle est l'expression, en fonction de E et C de l'énergie électrique W_C emmagasinée dans le condensateur lorsque la charge est terminée ?
2. La puissance électrique instantanée délivrée par le générateur est $p(t) = dW_{el} /dt = Ei(t)$. Déterminer l'énergie électrique totale W_{el} délivrée au circuit par le générateur au cours de la charge en fonction de E et C.
3. Déduire des deux questions précédentes l'expression W_R, de l'énergie dissipée dans la résistance R au cours de la charge.

Exercice 5 : étude d'un condensateur

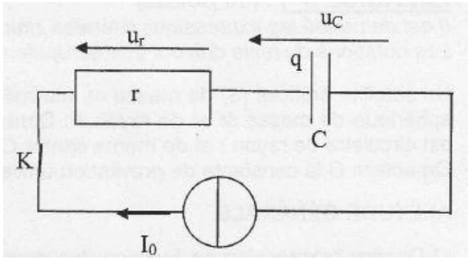
Il est demandé les expressions titterales simptifiées et ordonnées avant toute application numérique. les notations du texte doivent être scrupuleusement respectées.

Un condensateur est dit idéal si I'isolant entre ses armatures est parfait, et donc si aucun électron parvient à passer d'une armature à I'autre.

On relie en série un condensateur idéal de capacité C, initialement déchargé, un résistor de résistance r,

un interrupteur K initialement ouvert, et un générateur de courant délivrant une intensité constante I_0.

À t = 0, on ferme l'interrupteur K, selon te schéma ci-dessous.

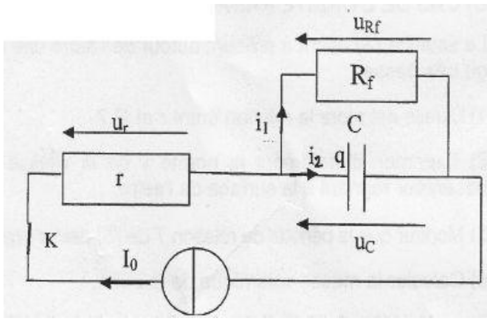


1. À quelle équation différentielle simple obéit la charge q(t) ?
2. Donner sans démonstration les expressions, en fonction du temps et des données de l'exercice, de q(t), u_c et u_r.
3. Représenter les graphes de $u_c(t)$ et $u_r(t)$.

❖ Charge d'un condensateur réel à courant constant.

En réalité, un condensateur, même isolé, se décharge lentement. Ceci est dû aux électrons qui parviennent à passer d'une armature à l'autre, I'isolant séparant ces armatures ne pouvant pas être parfait,

Ce phénomène peut être modélisé par un rsistor, appelé << résistance de fuite », notée R_f, placé en parallèle d'un condensateur idéal. Le montage précédent devient donc celui reproduit ci-dessous.

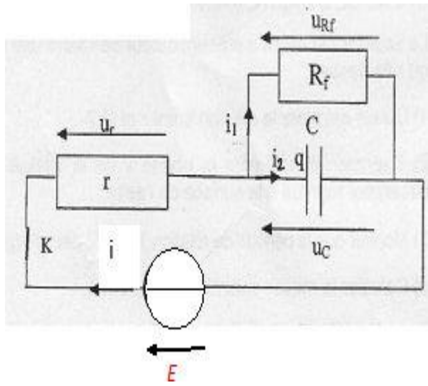


Le condensateur est initialement àechargé. À t = 0, on ferme I'interrupteur K.

1. Etablir la relation entre i_1 et q(t).
2. En appliquant la loi des noeuds, établir l'équation différentielle à laquelle obéit q(t).
3. Déterminer les expressions des constantes A et t en fonction des données de l'exercice.
4. Que représentent ces constantes ?
5. Donner les expressions, en fonction des données de l'exercice, de $u_c(t)$ et de i_2. Tracer les graphes de ces fonctions.

❖ Charge d'un condensateur réel à tension constante.

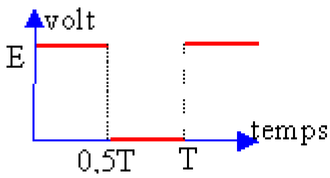
On reprend le montage précédent, mais on remplace le générateur de courant par un générateur idéal de tension constante E soit i(t) le courant délivré par cerui-ci.-



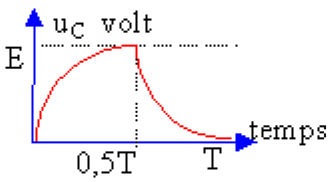
1. Reproduire.sur votre copie le schéma de ce nouveau circuit.
   Le condensateur est initialement déchargé. À t = 0, on ferme I'interrupteur K.
2. En se servant de la relation entre i_1 et q(t) et en utilisant la loi des noeuds, trouver l'expression du courant i(t) en fonction de q(t) et de sa dérivée.
3. Etablir l'équation ditférentielle à laquelle obéit q(t).
4. Montrer qu'elle s'écrit sous la forme dq(t)/dt + (1 / (arC)q(t) = E/r.
5. Donner l'expression de a.
6. Donnez sans démonstration les expressions des constantes A et t en fonction des données de l'exercice..
7. Quelle est l'influence de la résistance de fuite sur la charge du condensateur ? Justifier succinctenrent.

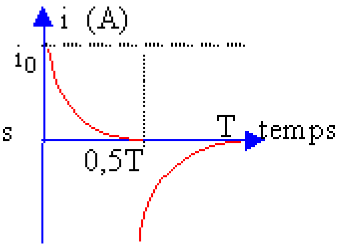
Exercice 6 : étude du circuit RC par une méthode assistée par ordinateur

On considére un circuit série comprenant un générateur basse fréquence GBF, un résistor R et un condensateur de capacité C. La tension aux bornes du GBF est visualisée à l'oscilloscope.



Les capteurs EXAO, voltmètre et ampéremètre permettent de visualiser sur l'écran de l'ordinateur les courbes suvantes.



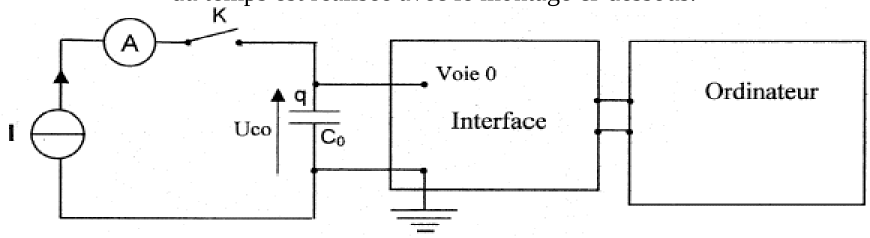


1. Représenter le montage électrique avec branchements de l'oscilloscope.
2. Qu'appelle t-on régime permanent ? Donner l'expression de la tension aux bornes deu condensateur en régime permanent et de l'intensité initiale i_0.

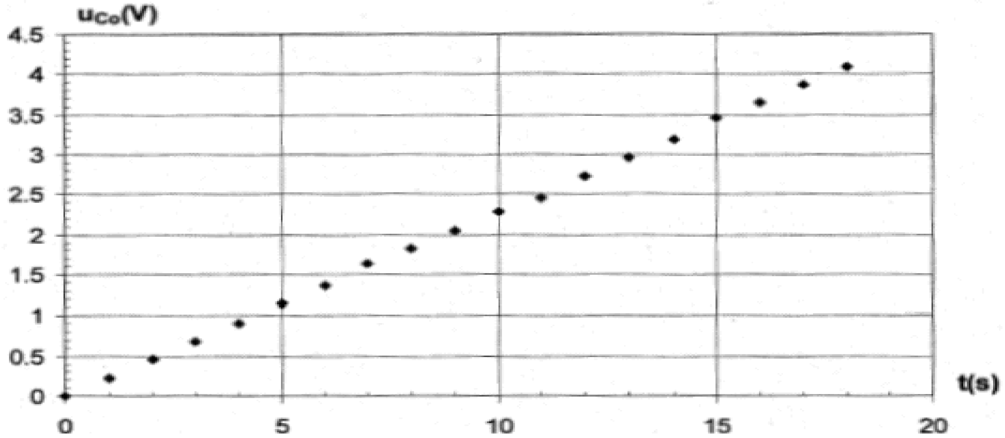
3. Soit t = RC. Comment nomme t-on cette grandeur . Quelle est son unité ?(analyse dimensionnelle demandée)
4. L'expérimentateur fait varier la fréquence du GBF sans modifier ni R ni C. Il divise la période du GBF par 10 . Représenter la tension u_C = f(t) aux bornes du condensateur et l'intensité du courant i(t). Faire apparaître les courbes initiales en pointillés.
5. Que deviennet u_C(t) et i(t) si le GBF est réglé sur une haute fréquence. Dans ces conditions à quel autre dipole peut-on assimiler un condensateur.
6. Il multiplie maintenant la période du GBF par 10 . Représenter la tension u_C = f(t) aux bornes du condensateur et l'intensité du courant i(t). Faire apparaître les courbes initiales en pointillés.
7. Que deviennet u_C(t) et i(t) si le GBF est réglé sur une fréquence très basse. Dans ces conditions à quel autre dipole peut-on assimiler un condensateur.

Exercice 7 : condensateur et dipôle RC

Pour déterminer la capacité d'un condensateur on réalise la charge à l'aide d'un générateur de courant. Ce générateur débite un courant d'intensité constante I= 0,50 mA. La saisie automatique de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps est réalisée avec le montage ci-dessous.

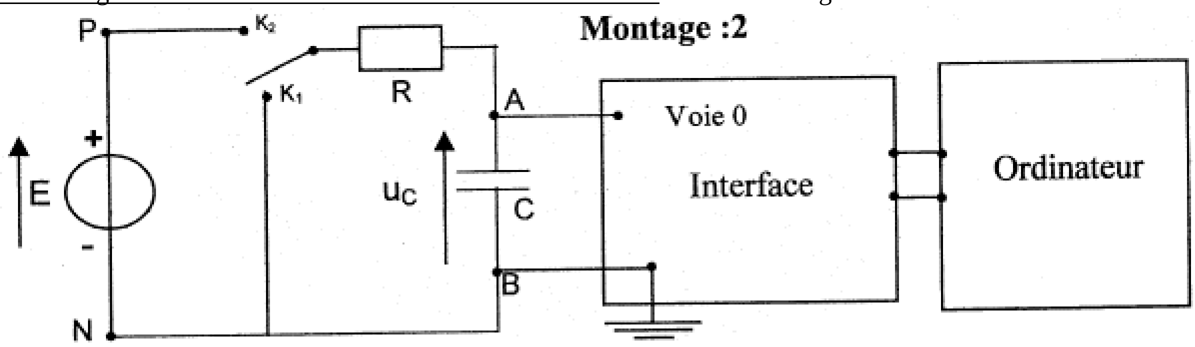


On obtient la courbe suivante :

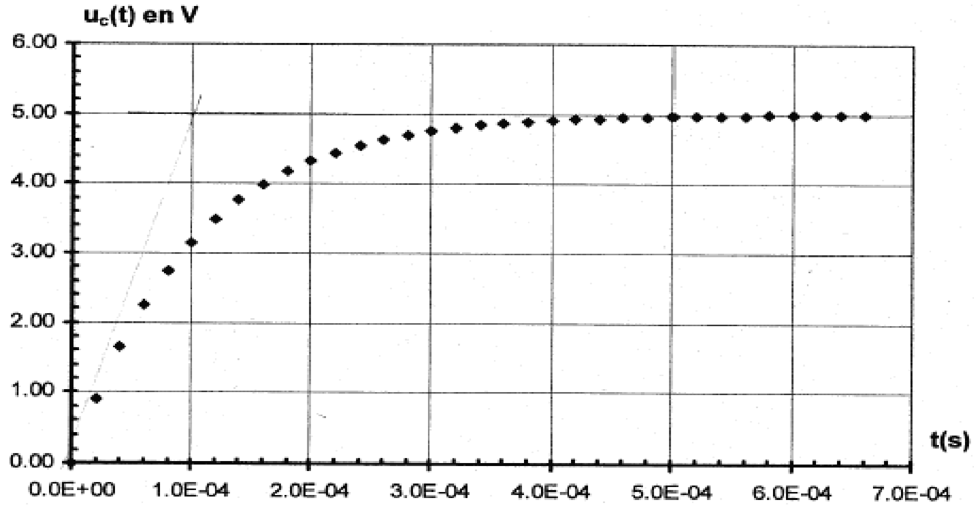


1. A l'instant t=0, le condensateur est déchargé et on ferme l'interrupteur K. Etablir l'expression de u_c(t) en fonction de I, C_0 et t.
2. A l'aide de la courbe déterminer la capacité du condensateur en expliquant la démarche.

<u>Etude de la charge d'un autre condensateur à travers une résistance R</u> : on utilise un générateur de tension idéal de fem E.



A l'instant initial le condensateur est déchargé et l'interrupteur est basculé en position K_2. On enregistre la représentation suivante de u_c(t)



1. Montrer que le produit RC est homogène à un temps.
2. Déduire de la courbe la constante de temps t du dipôle puis calculer la valeur de la résistance R si C= 1 m F. Indiquer la méthode suivie.
3. Recopier le schéma du circuit (sans l'interface ni l'ordinateur) puis préciser l'orientation positive choisie pour le courant i et y ajouter la flèche représentative de la tension u_c.
4. Etablir la relation entre u_c, u_R et E.
5. Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait u_c.
6. Déterminer la valeur de E en justifiant.
7. Déterminer la valeur de l'intensité i à t= 0 ; justifier.
8. Déterminer la valeur de l'intensité i pour t >5t. Justifier.
9. Montrer que duc/dt = $10^4(5-u_c)$ relation 1.

<u>Résolution numérique de l'équation différentielle par la méthode d'Euler</u> : la méthode de résolution numérique permet de trouver des couples de valeur (t ; u_c) qui vérifient l'équation différentielle de la relation 1. On rappelle que les couples de valeurs sont liés par la relation $u_c(t_i+1) = u_c(t_i) + [du_c/dt]_{ti}$ D t avec Dt = 5 10^{-5} s.

Compléter le tableau suivant :

t_i(s)	$[du_c/dt]_{ti}$	$u_c(t_i)$ (V)
0		
5 10^{-5}		
10^{-4}		
1,5 10^{-4}		