I - BUT DE MANIPULATION ;

le but de ce TP est l’étude, en fonction du temps, des variations de la tension Uc aux bornes d’un condensateur,et cela en chargeant et déchargeant le condensateur, puis aux bornes de deux condensateurs montés en série et en parallèle.

II –MATERIEL:

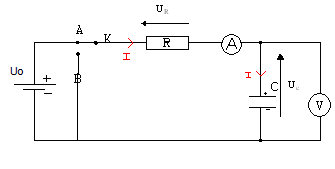
* Un générateur de tension Uo =9V
* Un interrupteur de deux positions K
* Une résistance de 10 KΩ
* Un condensateur de 2200 µF
* Un voltmètre, Ampéremétre
* Des fils conducteurs.

**III**-BASE THEORIQUES:

**1- Définition du condensateur :**

Le condensateur est un appareil qui sert à condenser une énergie électrique puis la transformer en courant électrique.

***a-L’étude de la charge***



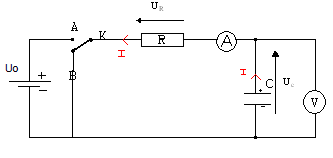
→ La charge se fait par l'alimentation d'un condensateur avec un courant ELT.

► t° = 0 **=>** Uc = 0 ,car q = 0

Puis t = t°+dt.**=>** Uc >0 car q>0 (pendant la charge) jusqu'à Uc = Uo.

-En chargeant C a travers R avec U0 selon la fonction exprimental *.*

***b- L’étude de la décharge :***

****

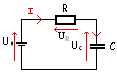
→ La décharge se fait en reliant le condensateur avec un circuit ELT

► t=0 **=>** Uc  = - Uo ,car la somme des potentiels = 0 'mailles'.

donc : Ic = -Ig = -dq/dt ,et la somme des courant = 0 'une branche'.

Donc elle se décharge presque totalement.

Démontrer que la loi de la variation de la différence de potentiel aux bornes du condensateur :



On doit démontrer que Uc(t) = U0(1 – e-t/RC)

On a :

(1)Uc + UR - U0 = 0….(1)

(1) Uc + UR = U0

(1) q/c + RI = U0

En dérivant par rapport a «t » on aura :

dq/Cdt + RdI/dt = 0 (2)

(2) dI/dt = -dq/crdt

(2) dI/I = - I/CR

(2) dI/I = - dt/CR

On met l’intégrale aux deux parties :

∫dI/I =∫(- dt/CR )

On obtient:

log I = -t/CR+θ

I = e(-t/RC+ θ)

I = e-t/RC . e θ



I = e-t/RC . e θ (a)

On a ,quand t = 0 , I0 est égale a :

I0 = e0 . e θ

I0 = e θ

On remplace dans (a) on aura donc :



I = I0.e-t/RC (b)

* D’autre part en a (1) :

(1) Uc + UR = U0

(1) Uc = U0 – RI

On remplace I par (b):

Donc Uc(t) = U0 – RI0.e-t/RC

Avec U0 = RI0

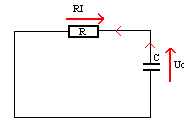
Donc Uc(t) = U0 –U0.e-t/RC

Uc(t) = U0(1 – e-t/RC)……(A)

On doit démontrer que : Uc(t) = U0.e-t/RC

Uc + UR = 0 (3)

(3) Uc – UR = 0

(3) Uc = UR 

(3) q/c = RI

En dérivant par rapport a «t » on aura :

Dq/Cdt = RdI/dt

D’autre part on a I = - dq/dt .Parce que q est décroissante

et sa dérivée est négative , puis on sait que I est toujours positive , donc on met un moins (-).

Alors –I/C = RdI/dt dI/I = - dt/RC

On met l’intégrale aux deux partie :

∫dI/I = ∫(- dt/CR)

On obtient:

log I = -t/CR+θ

I = e(-t/RC+θ)

I = e-t/RC . eθ



I = e-t/RC.eθ (d)

On a ,quand t = 0 , I0 est égale a :

I0 = e0 . eθ

I0 = eθ

On remplace cette dernière expression dans (3) on aura donc :

 I = I0.e-t/RC (e)

D’autre part en a (3) :

(3) Uc = UR

(3) Uc = RI

On remplace I par (d)

Donc Uc(t) = RI0.e-t/RC

Avec U0 = RI0

Donc Uc(t) = U0 .e-t/RC

Uc(t) = U0.e-t/RC

-Nous avons branché une résistance R dans le circuil pour protéger le condensateur et celui-ci se charge et se decharge a travers elle.

-Le courant qui traverse la résistance R,est le meme que celui qui traverse le condensateur par ce que le circuil est série.

-Montrer que pour un temps égal à la constante de temps t =RC

**-La charge du condensateur est égal à :2/3C U0**

Ona : q/c – Uc = 0…….(c)

On remplace (A) par (c) : q/c c – U0(1 – e-t/RC) = 0 t =RC

q/c – U0(1 – e-t/t) = 0 q/c – U0(1 – e-1) = 0



(1 – e-1) =2/3 q= 2/3 C U0

**-la d.d.p. aux bornes du condensateur :2/3 U0**

Ona

Uc(t) = U0(1 – e-t/RC) t =RC

Uc(t) = U0(1 – e-t/t) = 0 Uc(t) = U0(1 – e-1)



(1 – e-1) =2/3 Uc(t) = 2/3U0

**le courant circulant dans le circuit est égale à :1/3 U0/R**

Ona : U0 = Uc + RI Uc(t) = 2/3U0 U0 = 2/3U0 + RI



RI= U0- 2/3U0  I = 1/3 U0 /R

**L énergie emmagasinéepar un condensateur vaut au temps t**:

La puissance: p(t) =Ui=CUc dUc/dt

Ec= C Uc dUc/dt dt = C UcdUc =1/2 C Uc2 (t)

Mais à t=(-∞)=0

Ec=1/2 C Uc2 (t) [Joule]

***V-RESULTATS ET EXPLOITATION MESURES :***

**Etude de la charge d’un condensateur:**

\* Fixons la tension du générateur à 9 volts : Uo = 9 volts. \*plaçons le commutateur K en position B pour décharger complètement le condensateur C en court circuitant instantanément la résistance R, C à d (Uc= 0 volt).

A un instant t = 0, on place K à la position de A, pour charger le condensateur, et on déclanche simultanément le chronomètre.

Relevons du voltmètre les tensions Uc toutes les cinq secondes pendant deux minutes, et complétons le tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t(s) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| (s) | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| IR(ma) | 0 | 0.17 | 0.34 | 0.41 | 0.5 | 0.58 | 0.61 | 0.71 | 0.78 | 0.84 | 0.89 | 0.89 |
| UR(V) | 0 | 1.7 | 3.4 | 4.1 | 5 | 5.8 | 6.1 | 7.1 | 7.8 | 8.4 | 8.9 | 8.9 |
| Uc(V) | 0 | 1.8 | 3.4 | 4.5 | 5.2 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.3 | 7.6 | 8.2 | 8.33 |
| log(Uo-Uc) | 2.19 | 1.94 | 1.74 | 1.6 | 1.33 | 1.25 | 0.91 | 0.58 | 0.33 | -0.22 | -2.1 | -2.3 |
| Log (Uo - Uc) | 1.22 | 1.57 | 1.92 | 2.2 | 2.8 | 3.1 | 4.4 | 6.1 | 7.85 | 13.7 | 55 | 100 |
| Ec (joule) | 0 | 0.0044 | 0.01 | 0.017 | 0.029 | 0.033 | 0.046 | 0.057 | 0.063 | 0.073 | 0.085 | 0.087 |

**Calcul l’incertitude :**

**ΔLog (U0 – Uc) = ∆Uc / U0- Uc**

**A. N : ΔUc = ΔUc (lecture) = (0.01+0.1) =0.11 v**

**T = 0 s ΔLog (U0 – Uc) = 0.11 / 9- 0 = 1.22. 10-2 v**

**Calcul d’erreur ∆t :**

**∆t = ∆tecture = 1 s**

-**Tracer le graphe Log (U0-Uc)=f(t)** (voir papier millimétré)

**-. Calcul la tangente et déduire la constante du temps :**

on remarque que le graphe est une droite qui ne passe pas par l’origine, son équation est sous forme de :

y=a x +b ……….. **(1)**

Tel que :

* y : représente physiquement ln (Uo – Uc).
* x : représente physiquement t.
* b : représente physiquement la valeur de ln (Uo – Uc) a t=0.
* a : représente graphiquement tg α.

**calcule de tg α :**

On a :

tg α = ln (Uo-Uc)1 – ln (Uo-Uc)2 / t1 - t2

tg α = ln(9-0)-ln(9-2)/0-5

tg α = -5 10-2

Uc ( t ) = Uo[1-exp(- t/τ)] ⇔ Uc( t ) -Uo = -Uo\*exp(- t/ τ)

⇔ Uo– Uc(t) = Uo\* exp(- t/ τ)

⇔ln [Uo –Uc (t )]= ln (Uo ) + ( –t / τ)

⇔ln [Uo –Uc (t )] = ­ - t / τ + ln Uo …… **(2)**

D’après **(1)**et**(2)** on déduis :

a = - 1/τ

b = ln Uo

d’ ou :

τ = - 1/a τ = - 1/5 10-2

τ = 20 ms

t= RC=10000\*0.0022=22ms

Conclusion **:** les deux résultats sont presque identique et la différence entre eux revient à l’incertitude des mesures.

**Calculer l énrgie emmagasinée par le condensateur:**

Ec=1/2 C Uc2 ona Uc(t) = U0(1 – e-t/RC) et t = tUc = U0(1 – e-t/t)

Ec=1/2 C (2/3U0)2 Ec= C U02 2/9=0.0396 J

t=5t Uc = U0(1 – e-t/5t) Ec=1/2 C (U0(1 – e-t/5t))2=0.0032

on dit que le condensateur chargea t=5t.

**2 – 3’ Etude de la décharge d’un condensateur:**

* On place le commutateur K en position A pour charger le condensateur complètement en court circuitant la résistance R quelques instants (Uc = Uo).

A un instant t = 0 , on place K en position B pour décharger le condensateur C , et on déclenche simultanément le chronomètre. Puis on relève alors les tensions Uc toutes les 5 secondes pendant 2 minutes.

et complétons le tableau ci-dessous

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t(s) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| ∆t(s) | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| IR | 0.89 | 0.73 | 0.61 | 0.508 | 0.402 | 0.34 | 0.244 | 0.235 | 0.184 | 0.135 | 0.09 | 0.064 |
| UR | 8.97 | 7.31 | 6.11 | 5.08 | 4.02 | 3.4 | 2.44 | 2.35 | 1.84 | 1.35 | 0.9 | 0.64 |
| Uc(V) | 8.97 | 7.41 | 6.15 | 5.03 | 4.12 | 3.43 | 2.82 | 2.32 | 1.97 | 1.36 | 1.11 | 0.77 |
| Ln Uc | 2.2 | 2 | 1.8 | 1.6 | 1.41 | 1.23 | 1.03 | 0.84 | 0.67 | 0.3 | 0.1 | -0.2 |
| ∆ ln Uc | 1.1 | 0.7 | 0.38 | 0.27 | 0.22 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.13 |

**Calcul d’incertitude** :

∆Log Uc = ∆Uc / U0 - Uc

A. N : ΔUc = ΔUc (lecture) = (0.01+0.1) =0.11 v

**t** = 0 ∆Log Uc = 0.11 / (9 - 8.9 ) =1.1 v

-**Tracer le graphe Log (Uc)=f(t)** (voir papier millimétré

**Détermination graphique de la valeur de la constante de temps τ :**

on remarque que le graphe est une droite qui passe par l’origine son équation est de la forme de :

y = ax+b………………..**(a)**

tel que :

* y : représente physiquement ln (Uo / Uc) .
* x : présente physiquement t .
* b : présente physiquement ln Uo .
* a : présente mathématiquement la pente de graphe tg α .

et physiquement :

on a : Uc(t) = Uo ( e–t/ τ)….….**(1)**

**(1)** **🡺**Uc / Uo = e–t/ τ ⬄ ln (Uc / Uo ) = ln ( e–t/ τ )

* ln (Uc / Uo ) = - t / τ

ln (Uc / Uo ) = - t / τ .............**(b)**

**Calcule de (τ) a partir du graphe**

donc :

tg α = ln (Uc)1 – ln (Uc)2 / t1 - t2

tg α = ln (7.3.1) – ln(5.03)/5-15

tg α = -0.038

de (a) et (b) en déduit que :

tg α =-1 / τ 🡺 τ = -1 / tg α

🡺 τ = 26.08 ms

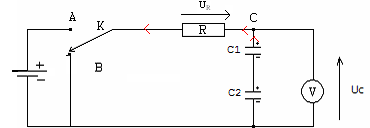
**Comparaison de τ et RC***:*

t= RC=10000\*0.0022=22ms

RC ≈ τ

**Conclusion :** les deux résultats sont presque identique et la différence entre eux revient à l’incertitude des mesures.

**2 – 7’ Etude de la décharge de deux condensateurs en série:**



On fait la même étude précédente pour les deux condensateur C1 et C2 :

On place le commutateur K en position A pour charger le condensateur complètement en court-circuitant la résistance R quelques instants (Uc = Uo).

A un instant t = 0 , on place K en position B pour décharger le condensateur C , et on déclenche simultanément le chronomètre. Puis on relève alors les tensions Uc toutes les 5 secondes pendant 2 min

**Tableau expérimentale :** On obtient les résultats suivants :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t(s) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| ∆t(s) | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| IR | 0.89 | 0.64 | 0.43 | 0.29 | 0.2 | 0.13 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| UR | 8.98 | 6.4 | 4.34 | 2.99 | 2.09 | 1.38 | 0.97 | 0.65 | 0.45 | 0.24 | 0.15 | 0.10 |
| Uc(V) | 8.9 | 6.51 | 4.3 | 3.04 | 2.12 | 1.4 | 0.9 | 0.61 | 0.30 | 0.22 | 0.16 | 0.11 |
| Ln Uc | 2.2 | 1.87 | 1.45 | 1.11 | 0.75 | 0.33 | -0.1 | -0.4 | -1.2 | -1.5 | -1.8 | -2.2 |
| ∆ ln Uc | 1.1 | 0.7 | 0.38 | 0.27 | 0.22 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.13 |

**Tracer le graphe Log (Uc)=f(t)** (voir papier millimétré

**Calcul d’incertitude :**

∆Log Uc = ∆Uc / U0 - Uc

A. N : ΔUc = ΔUc (lecture) = (0.01+0.1) =0.11 v

**t** = 0 ∆Log Uc = 0.11 / (9 - 8.9 ) =1.1

**Détermination graphique de la valeur de la constante de temps τ :**

On remarque que le graphe est une droite qui ne passe pas par l’origine te son équation est de forme :

#### y = ax+b

On sait d’après le 1er calcule que :

ln (Uc / Uo ) = - t / τ

**Calcule de (τ) a partir du graphe**

Donc :

tg α = ln (Uc)1 – ln (Uc)2 / t1 - t2

tg α = ln (2.12) – ln(1.4)/20-25

tg α = -0.084

tg α =-1 / τ 🡺 τ = -1 / tg α

🡺 τ = -1/0.082

τ =11.9 ms

**Comparaison de τ et RCéq :**

1/C = 1/C1 + 1/C2 C = C1C2/C1+C2 C = 0.0011 F

RCéq = 11ms RCéq≈ *τ*

**Conclusion :** les deux résultats sont presque identique et la différence entre eux revient à l’incertitude des mesures.

Conclusions:

\* Dans ce TP, pour chaque cas(étude d’un seul condensateur ou deux :en série ou en parallèle)la valeur du temps τ est constante, c à d pour chaque cas τ de la charge est égale à τ de la décharge ; et τ expérimental est presque égale à τ théorique .

\* Les deux valeurs de la constante du temps τ : théorique et expérimental ne sont pas exactement égales, et ça est dû aux incertitudes des appareils utilisés (voltmètre et chronomètre) et aux incertitudes de lectures sur ces appareils.

\* La valeur de la constante de temps τ pour un montage de deux condensateurs en série dont leurs capacités sont égales, et égale à τ’/2 (τ’ est la constante du temps pour un montage composé d’un seul condensateur qui a la même valeur des deux précédents).

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

Faculté des Sciences

Département de physique

LMD **ST**

TP №2



*CARGE ET DECARGE*

*D'UN CONDENSATEUR*

**Présenté par:**

-SAIDI HICHEM SEYF EDDINE

-SAIDI Med AMINE

\*Section :D

\*Groupe:D2

Année Universitaire : 2006/2007