***I/Introduction :***

**Le condensateur est un composant électronique capable d’emmagasiner une charge électrique. Il se compose de deux armatures conductrices, séparées par une couche isolante, le diélectrique. Lorsque l’une des armatures est chargée à l’aide d’un courant continu ou d’une source électrostatique, une charge induite de signe contraire apparaît alors sur l’autre armature. Cette charge est proportionnelle à la tension appliquée et à une grandeur caractéristique du condensateur appelée sa capacité.**

***II/But :***

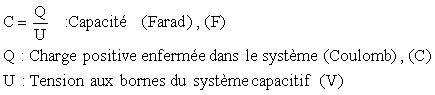
**Le but de ce TP consiste à :**

* **Visualiser la tension aux bornes du condensateur et de la résistance lors de la charge et la décharge.**
* **Etudier leur variation de tension en fonction du temps.**

***III/Propriétés du condensateur :***

* ***Capacité :***

**Pour un circuit donné, on définit sa capacité C comme le rapport de la charge accumulée *Q* sur la tension appliquée à ses bornes U, soit en fait son aptitude à emmagasiner des charges électriques, de l'énergie électrostatique :**

****

**La capacité se mesure théoriquement en farad (symbole F) ; cette unité étant trop élevée, on préfère utiliser des sous-multiples : le microfarad (1µF, qui vaut 10-6 farad), le nanofarad (nF, 10-9 F) et le picofarad (pF, 10-12 F).**

**La capacité d'un condensateur dépend de : la dimension des armatures, de l'épaisseur de l'isolant ainsi que d'une caractéristique de cet isolant appelée sa constante diélectrique.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Désignation** | **Capacité** | **Représentation** |
| **Condensateur plan** | **C = \varepsilon_0\varepsilon_\mathrm{r} \cdot \frac{A}{d}** | **[155px-Plate_CapacitorII](http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Plate_CapacitorII.svg)** |
| **Condensateur cylindrique** | **C=2\pi \varepsilon_0\varepsilon_\mathrm{r} \, \frac{l}{\ln\!\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}** | **[160px-Cylindrical_CapacitorII](http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Cylindrical_CapacitorII.svg)** |
| **Condensateur sphérique** | **C=4 \pi \varepsilon_0 \varepsilon_\mathrm{r} \left( \frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)^{-1}** | **[100px-Spherical_Capacitor](http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Spherical_Capacitor.svg)** |
| **Sphère** | **C = 4 \pi \varepsilon_0 \varepsilon_\mathrm{r} R_1** |

* **L'accumulation de charges : un phénomène physique :**

**Le phénomène physique correspond au stockage d'énergie sous forme électrostatique. Le stockage est momentané et cette énergie est restituée au circuit en tension.**

**L'énergie accumulée par l'élément capacitif vaut :**

**cond_image11**

* **Lois d'association des conducteurs :**
* **Association en parallèle :**

**Lorsque deux condensateurs sont placés en parallèle, donc soumis à la même tension, le courant à travers cet ensemble est la somme des courants à travers chacun des condensateurs. Ceci a pour conséquence que la charge électrique totale stockée par cet ensemble est la somme des charges stockées par chacun des condensateurs qui le composent :**

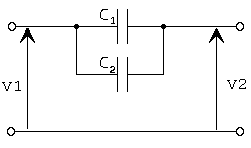
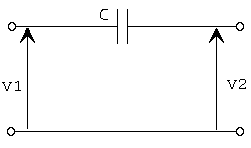
**Q = Q_1 + Q_2 = C_1 U  + C_2 U = (C_1 + C_2) U = C_{eq} U \,**

**Donc :**

** C_{eq} = (C_1 + C_2)   \,**

**Ce raisonnement est généralisable à *n* condensateurs en parallèle.**

**Le condensateur équivalent à *n* condensateurs en parallèle a pour capacité la somme des capacités des *n* condensateurs considérés.**

** **

***Précaution*** : La tension maximale que peut supporter l'ensemble est celle du condensateur dont la tension maximale est la plus faible.

* **Association en série :**

**Ce type de montage est très peu utilisé**

**Lorsque deux condensateurs sont en série, donc soumis au même courant, il en résulte que la charge stockée par chacun d'eux est identique.**

**Q = Q_1 = Q_2 = C_1 U_1  = C_2 U_2 =  C_{eq} U \,**

**Ou**

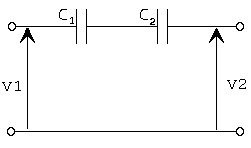
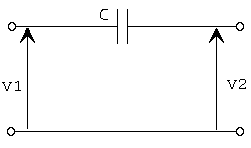
**U = \frac{Q}{C_{eq}} = U_1 + U_2 =  \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} \,**

**D'où**

**\frac{1}{C_{eq}} =  \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \,**

**Ce raisonnement étant généralisable à *n* condensateurs, on en déduit :**

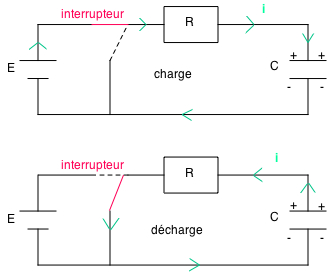
**Le condensateur équivalent à *n* condensateurs en série a pour inverse de sa capacité la somme des inverses des capacités des *n* condensateurs considérés.**

** **

***Remarque*** : Cette association est généralement une association de *n* condensateurs identiques ayant pour but d'obtenir un ensemble dont la tension maximale qu'il peut supporter est égale à n fois celle des condensateurs utilisés, ceci au prix d'une division de la capacité par *n*.

***IV/Principe :***

**Soit un condensateur de capacité C, un générateur de tension continue E, et un interrupteur K (figure ci-dessous).**



**\*Si nous connectons un condensateur non chargé à une batterie, des charges se déplacent d’une lame du condensateur à l’autre à travers la batterie et les fils de connexions**

**-Le courant s’arrête une fois que la d.d.p aux bornes du condensateur est égale à la f.e.m de la batterie Cas de la charge**

**\*De même si on relie les lames d’un condensateur chargé par un fil électrique, un courant circulera dans le fil jusqu’à ce que le condensateur soit entièrement déchargé Cas de la décharge**

**-Ces courants de courte durée sont appelées transitoires.**

* **Un condensateur laisse passer le courant alternatif et inversement ne laisse pas passer le courant continu.**
* **La tension aux bornes d'un condensateur varie en fonction du courant de charge ou de décharge et sera conservée si on le débranche.**

**Il s'oppose aux variations de tension à ses bornes.**

***V/Rappels théoriques :***

* **Cas de la charge :**

**A l’instant t=0, le condensateur étant complètement vidé (K en position B), on place l’interrupteur K en position A. le condensateur commence alors à se charger et la tension Uc entre ses bornes augmente.**

**\* Exprimons Uc en fonction du temps :**

* **Soit Q la charge du condensateur :**

**Q= C . Uc**

* **Le courant ic traversant la portion de circuit est :**

**ic= dQ/dt**

* **Donc :**

**ic= C . dUc/dt**

* **Pendant la charge, on a :**

**E= UR+Uc**

* **En remplacent UR:**

**E= R.C.dUc/dt +** **Uc …. (1)**

* **En intégrant (1), la tension entre les deux bornes de condensateur est :**

**Uc= E.(1-e-t/RC )**

* **Cas de la décharge :**

**A l’instant initial t=0, le condensateur est chargé (Uc = E), on place l’interrupteur K en position B. Le condensateur se décharge dans la résistance R, et alors la tension Uc entre ses deux bornes diminue.**

**\* Exprimons Uc en fonction du temps :**

* **Pendant la décharge on a :**

**UR+Uc = 0**

* **On en déduit :**

**Uc + R.C.dUc/dt =0 …. (2)**

* **En intégrant (2), la tension entre les deux bornes de condensateur est :**

**Uc= E .e-t/R.C**

**\*** **On appelle constante de temps d'un circuit RC le produit RC. On le désigne par la lettre grecque **.

**Remarque : Relation entre charge et courant :**

**-En convention de la charge :** 

**-En convention de la décharge :** 

***VI/Travail théorique :***

**\* Exprimer le courant ic en fonction du temps :**

**1/Intensité du courant de charge :**

**Au cours de la charge du condensateur, l’intensité ic du courant dans le circuit est donnée par :**

**ic = C dUc / dt**

**Comme :**

**Uc = E ( 1- e – t /RC ) alors dUc / dt = + E/RC e – t /RC**

**Ainsi :**

**ic = C E/RC e – t /RC**

**Donc :**

**ic = E/R e – t /RC = imax e – t /RC**

2/**Intensité du courant de la décharge :**

**Initialement le condensateur est chargé sous la d.d.p « E » ; donc l’intensité ic du courant dans le circuit est donnée par :**

**ic = - C dUc / dt**

**Comme :**

**Uc = E e – t /RC alors dUc / dt = - E/RC e – t /RC**

**Ainsi :**

**ic = - C (- E/RC e – t /RC  ) Donc** :

**ic = E/R e – t /RC = imax e – t /RC**

3/**Déduire à quel instant le courant est maximal :**

**ic = imax = E/R donc e – t /RC = 1 implique que -t / RC =0  t =0**

**Remarque 1 :**

**Le sens du courant , au cours de la décharge est le sens contraire de celui de la charge. Il faut donc changer le signe de l’intensité du courant de décharge.**

**Remarque 2 :**

**Lorsque la tension aux bornes du condensateur varie, celui-ci est nécessairement dans un circuit électrique parcouru par un courant de charge ou de décharge. Il existe une relation entre la tension et le courant, qui traduit les propriétés électrocinétiques du composant condensateur.**

**Il en existe deux, en fait, en raison de l’algébrisation des grandeurs électriques.**

i(t)

Convention de la charge

Convention de la décharge

u(t)

u(t)

i(t)

\****Unités :*** **i en ampère (A), u en volt (V) et C en farad (F).**

**\* Montrer que : iR / iо = UR / E**

**- Sachant que iо = imax**

***Cas de la charge :***

**\* Comme R et C sont associés en série donc :**

**iR = ic = iо e – t /RC  iR / iо = e – t /RC …….(1) ….…………….(1)**

**E = UR + Uc = UR + E ( 1- e – t /RC )  E / E = [ UR + E ( 1- e – t /RC ) ] / E**

** 1 = UR / E + 1- e – t /RC**

** UR / E = e – t /RC ……….. (2)**

**(1) = (2)  e – t /RC = e – t /RC  iR / iо = UR / E**

***Cas de la décharge :***

**\*Comme R et C sont associés en série donc :**

**iR = - ic = - iо e – t /RC  iR / iо = - e – t /RC ………….(1’)**

**iR = - ic (sens contraire)**

**UR + Uc = 0 UR + E e – t /RC = 0  UR = - E e – t /RC**

** UR / E = - e – t /RC ………..(2’)**

**(1’) = (2’)  -e – t /RC = -e– t /RC  iR / iо = UR / E**

**Donc aussi bien à la charge qu’à la décharge iR / iо = UR / E**

***VII/Tableau de mesures :***

* ***Mesure de Uc :***

**\*Cas de la charge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **Uc (V)** | **0** | **1.95** | **3.4** | **4.2** | **4.75** | **5.15** | **5.4** | **5.65** | **5.75** | **5.82** | **5.88** | **5.91** | **5.94** |
| **Uc/E** | **0** | **0.325** | **0.56** | **0.7** | **0.79** | **0.86** | **0.9** | **0.94** | **0.96** | **0.97** | **0.98** | **0.985** | **0.99** |
| **Ln(Uc/e)** | **-∞** | **-1.12** | **-0.58** | **-0.35** | **-0.23** | **-0.15** | **-0.1** | **-0.06** | **-0.04** | **-0.03** | **-0.02** | **-0.015** | **-0.01** |

**\*Cas de la décharge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **Uc (V)** | **6** | **4.39** | **2.74** | **1.93** | **1.29** | **0.85** | **0.55** | **0.4** | **0.29** | **0.2** | **0.14** | **0.09** | **0.06** |
| **Uc/E** | **1** | **0.73** | **0.45** | **0.32** | **0.215** | **0.14** | **0.09** | **0.06** | **0.048** | **0.033** | **0.023** | **0.015** | **0.01** |
| **Ln(Uc/e)** | **0** | **-0.31** | **-0.79** | **-1.14** | **-1.54** | **-1.96** | **-2.4** | **-2.8** | **-3.03** | **-3.5** | **-3.77** | **-4.2** | **-4.6** |

* ***Mesure du courant iR :***

**iR = UR / R sachant que : R= 5000 Ω**

**\*Cas de la charge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **UR(V)** | **6** | **3.87** | **2.76** | **1.88** | **1.28** | **0.82** | **0.6** | **0.41** | **0.29** | **0.21** | **0.14** | **0.1** | **0.07** |
| **iR(mA)** | **1.2** | **7.74** | **5.52** | **3.76** | **0.26** | **0.16** | **0.12** | **0.082** | **0.058** | **0.042** | **0.028** | **0.02** | **0.014** |

**\*Cas de la décharge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **UR(V)** | **-6** | **-3.71** | **-2.72** | **-1.85** | **-1.28** | **-0.88** | **-0.61** | **-0.43** | **-0.30** | **-0.22** | **-0.15** | **-0.11** | **-0.09** |
| **iR(mA)** | **-1.2** | **-0.74** | **-0.54** | **-0.37** | **-0.25** | **-0.17** | **-0.12** | **-0.086** | **-0.06** | **-0.044** | **-0.03** | **-0.022** | **-0.01** |

***VIII) Analyse des résultats:***

* **Tracer en fonction du temps les courbes Uc/E et iR/iо dans les deux cas :**

**\* Déterminer iо théoriquement :**

**Des relations démontrées précédemment nous avons trouvé qu’aussi bien à la charge qu’à la décharge**

**iR / iо = UR / E  donc UR = iR x E / iо …………..(3)**

**et sachant que : UR = iR x R … …..……….(4)**

**de (3) et (4) on déduit que :**

**E / iо = R donc iо = E / R**

**Application numérique :**

**iо = 6 / 5000 = 1.2 x 10-3 A**

**Remarque : pour trouver iо directement, on n’a qu’à prendre la plus grande valeur de**

**iR du tableau qui est 1.2 x 10-3 A.**

**\*Calculer iR / iо dans les deux cas :**

**Cas de la charge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **iR / iо** | **1** | **6.65** | **4.64** | **3.13** | **0.21** | **0.13** | **0.1** | **0.068** | **0.048** | **0.035** | **0.02** | **0.015** | **0.011** |

**Cas de la décharge :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **iR / iо** | **-1** | **-0.61** | **-0.45** | **-0.3** | **-0.2** | **-0.14** | **-0.10** | **-0.07** | **-0.05** | **-0.03** | **-0.025** | **-0.01** | **-0.0083** |

* **Expliquer l’allure de ces courbes:**
* **Cas de la charge**

**\* Pour la courbe Uc/E = f(t)**

* **Uc/E n’atteint pas directement la valeur 1 autrement dit: La tension Uc n’atteint pas instantanément la valeur E après la fermeture de l’interrupteur.**
* **L’évolution de Uc/E dans le temps n’est pas linéaire : il s’agit d’une courbe exponentielle.**
* **Au début la charge s’effectue rapidement et après t=50, elle commence à se stabiliser dans les environs de la valeur de E sans jamais atteindre cette dernière. Cela est dû à une perte d’énergie dans les fils électriques, donc le cas où le condensateur se charge complètement (E= Uc finale ou Uc/E =1 reste un cas idéal)**

**\* Pour la courbe iR / iо = f(t)**

* **iR / iо n’atteint pas instantanément la valeur 0 .**
* **L’évolution de iR / iо dans le temps n’est pas linéaire : il s’agit d’une courbe exponentielle.**
* **Au début de la charge les valeurs de iR / iо chutent rapidement et après t=50 elle commence à se stabiliser dans les environs de 0 sans jamais l’atteindre.**
* **Cas de la décharge**

**\* Pour la courbe Uc/E = f(t)**

* **Uc/E n’atteint pas directement la valeur 0 autrement dit: La tension Uc n’atteint pas instantanément 0 après la fermeture de l’interrupteur.**
* **L’évolution de Uc/E dans le temps n’est pas linéaire : il s’agit d’une courbe exponentielle.**
* **Au début la décharge s’effectue rapidement et après t=50 elle commence à se stabiliser dans les environs de 0 sans jamais l’atteindre.**

**Pour la courbe iR / iо = f(t)**

* **iR / iо n’atteint pas instantanément la valeur 0**
* **L’évolution de iR / iо dans le temps n’est pas linéaire : il s’agit d’une courbe exponentielle.**
* **les valeurs de iR / iо sont négatives et cela est dû au sens que prend le courant au moment de la décharge et qui est contraire à celui de la charge.**
* **Au début la charge s’effectue rapidement et après t=50 elle commence à se stabiliser dans les environs de 0 sans jamais l’atteindre.**

**Remarque :**

**\* Les courbes Uc/E = f(t) à la décharge et iR / iо = f(t) à la charge :**

**Sont presque superposées donc elles doivent forcément avoir des formules identiques.**

**Démonstration :**

**A la décharge : Uc = E e – t /RC  donc Uc/E = f(t) = e – t /RC**

**Et vue qu’à la charge : iR / iо = e – t /RC (démontrée précédemment)**

**Donc : iR / iо (charge) = Uc/E (décharge) = e – t /RC**

**On sait que : iR / iо (charge) = UR/ E  (charge)  = Uc/E (décharge)**

**UR(charge) = Uc(décharge)**

**Le fait que les 2 courbes précédentes sont presque superposées et dû aux erreurs**

**(écarts) commises lors de l’expérience.**

**\* Les courbes Uc/E = f(t) à la charge et iR / iо = f(t) à la décharge : Paraissent parallèles sauf qu’elles sont sur des parties distinctes du repère sachant que l’une prend des valeurs positives qui varient de 0 à 1 et l’autre des valeurs négatives qui varient de -1 à 0 donc elles doivent forcément avoir des formules complémentaires c’est à dire que leur soustraction nous donne 1 .**

**Démonstration :**

**A la charge : Uc = E ( 1- e – t /RC ) donc Uc/E = f(t) = 1 - e – t /RC**

**Et vu qu’à la décharge : iR / iо = -e – t /RC (démontrée précédemment)**

**Donc : Uc/E (charge) - iR / iо(décharge) = 1- e – t /RC – (-e – t /RC) = 1**

**On sait que : iR / iо (décharge) = UR / E  (décharge)**

**Ceci implique que : Uc/E (charge) - UR / E  (décharge) = 1**

**Uc (charge) - UR  (décharge) = E**

**\* Les courbes Uc/E = f(t) à la charge et Uc/E = f(t) à la décharge :**

**On voit que la courbe de décharge est rigoureusement symétrique à la courbe de charge par rapport à un axe de symétrie horizontal passant par la valeur 50% (la valeur 0.5). A chaque combinaison RC (résistance R et condensateur C) correspond une seule courbe de charge et de décharge. Autrement dit le temps nécessaire pour que, lors de la charge, la tension aux bornes du condensateur atteigne 50% de sa valeur maximum est déterminé par la valeur de R et de C et ce temps est identique lors de la décharge pour que la tension aux bornes du condensateur diminue de 50%.**

* **Tracer Log (Uc/E) = f(t) dans le cas de la décharge (voir feuille millimétrée)**

**En déduire la constante de temps RC :**

* **Analyse :**

**Le graphe obtenu et sous forme d’une ligne droite qui passe par le centre o dont l’équation est et de type**

**Y = aX …………….……….. Mathématiquement**

**Log (Uc/E) = a.t ………… Graphiquement**

* **Et théoriquement :**

**Considérant : Uc = E e – t /RC Log Uc = Log E e – t /RC (cas de la décharge)**

** Log Uc = Log E + Log e – t /RC**

** Log Uc - Log E = -t / RC**

** Log (Uc /E)= -t / RC**

**Log (Uc /E)= (-1/RC ) t**



**Donc : Log (Uc/E) = A t a = -1/RC**

**Log (Uc /E)= (-1/RC ) t RC= -1/a**

* **Déterminer «a»  graphiquement :**

**a= ∆Y/∆X = ∆ Log (Uc/E) /∆ t**

**Application numérique :**

Pour t=45s  **Log (Uc/E) = - 3.68**

t=55s  **Log (Uc/E) = - 4.60**

**a= -4.60-(-3.68) / 55-45 = -0.92 / 10 = -0.092**

**Donc : RC= -1/a = -1/(-0.092)**

**RC=10.86**

* **Calculer la constante de temps théorique :**

**Données : R=5000 Ω et C=0.002 F**

**RC(théo) = 5000 x 0.002 = 10s**

**Rc(théo) est presque égale à RC(exp) n’empêche qu’il y a un écart de ∆RC= 10.86 – 10 = 0.86 s qui est dû à un retard lors de la prise des valeurs équivalent à 0.86s en moyenne.**

***IX/Conclusion :***

* **La charge et la décharge d'un condensateur à travers un circuit résistif ne s'effectuent pas instantanément**
* **Les courbes de charge uc/E  = f(t) et de décharge ud /E = f(t) sont des courbes exponentielles.**
* **Les durées de la charge et de la décharge d'un condensateur dans un circuit résistif varient dans le même sens que la capacité de ce condensateur et dans le même sens que la résistance du circuit à travers lequel s'effectuent cette charge et cette décharge.**
* **Pour les courbes des tensions la courbe de décharge est rigoureusement symétrique à la courbe de charge par rapport à un axe de symétrie horizontal passant par la valeur 50%.**

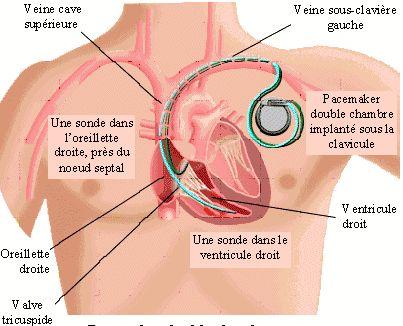
**Un condensateur est un réservoir temporaire d’énergie sous forme électrostatique. Il se compose de deux armatures métalliques et d’un isolant (ou diélectrique) placé entre ces armatures. L’énergie est stockée uniquement dans ce matériau isolant. Le métal des armatures conducteur ne peut pas stocker d’énergie, mais il peut stocker des charges électriques.**

**La quantité de charges électriques stockée sur une des deux armatures est l’opposé de la quantité stockée sur l’autre. La quantité de charge positive Q est proportionnelle à la tension U entre les armatures. Le coefficient de proportionnalité C entre la charge Q et tension U est la capacité. On confond souvent le composant (condensateur) avec la grandeur qui le caractérise (capacité).**

***Application dans le domaine médical***

***Pacemaker ou «Stimulateur cardiaque»***

Le **pacemaker** est une **mini-pile** logé sous la peau et relié au cœur par des sondes électrique qui permet de normaliser le rythme cardiaque. En effet, certaines pathologies cardiaques nécessitent la pose d'un pacemaker. Après un certain âge ou à la suite d'un ralentissement cardiaque, une intervention pour la mise ne place d'un pace maker peut donc être proposée. Par exemple, après un [infarctus](http://www.web-libre.org/dossiers/infarctus,2231.html), le cerveau et les autres organes sont alors moins bien irrigués par le sang, ce qui provoque des malaises, des fatigues, des vertiges,... Parfois, les battements cardiaques s'arrêtent totalement pendant plusieurs secondes, entraînant une perte de connaissance brutale ! La chute qui s'ensuit peut provoquer un traumatisme parfois grave, voire mortel, si elle survient dans un escalier ou en traversant la route. Aujourd'hui, aucun médicament n'accélère durablement le rythme du cœur. La seule solution est l'implantation d'un pacemaker. Le pacemaker est une pile chargée de stimuler le cœur trop lent. En temps normal, les battements du cœur sont provoqués par des impulsions électriques venant de quelques cellules situées à sa base. Ces impulsions sont ensuite transmises au reste du cœur par une sorte de réseau électrique cardiaque.

***Pacemaker***

La stimulation cardiaque fournit **un exemple de circuit dans lequel un condensateur est sans arrêt alternativement chargé puis déchargé.**

Chaque cycle du cœur humain commence par une impulsion électrique assurant le rythme cardiaque et provenant d’un groupe de fibres nerveuses.

***Université Abou Bakr Belkaid –Tlemcen***

***Faculté de Médecine***

***Département de Médecine –Dr B.Benzerdjeb***

***TP de biophysique № : 04***

***Charge et décharge***

***Réalisé par :***

***-***

***-***

***Groupe :***

***Année universitaire* : 2016 / 2017**