

Chap 1 : Cas d'un dipôle RC.

I) Le condensateur :

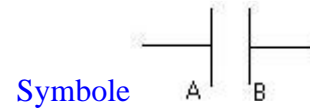
1) Description :

Il existe une grande variété de condensateurs. Le premier est la bouteille de Leyde au milieu du 18^{ème} siècle. On en trouve maintenant dans tous les systèmes électroniques (téléviseurs, téléphones, ...).

Un condensateur est formé de deux armatures conductrices séparées par un isolant appelé diélectrique.

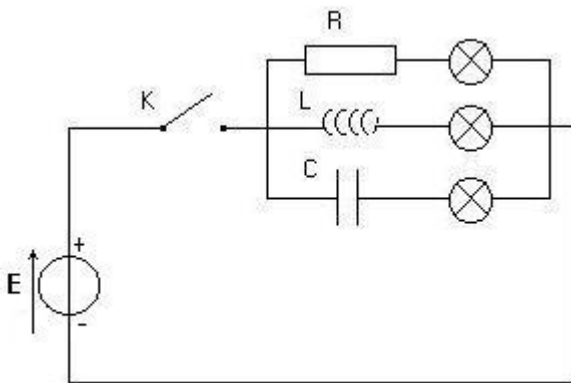
Exemples d'armature :

Exemples de diélectrique :



2) Charge d'un condensateur :

Réaliser le montage ci-dessous. Le générateur de tension utilisé est un générateur de tension continue.
Les trois lampes sont identiques.
Observer et comparer l'éclat des lampes lorsque l'interrupteur K est fermé.



1) Dans quelle(s) branche(s) du circuit peut-on dire que le courant est transitoire ? Que fait l'intensité de ce courant ?

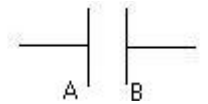
2) Au bout d'un temps suffisamment long, à quel dipôle peut-on comparer le condensateur ?

Interprétation :

On admet qu'à chaque instant les armatures portent des charges opposées.

L'armature A porte la charge :

L'armature B porte la charge :



3) Relation charge-intensité :

L'intensité est une grandeur algébrique : afin de lui donner un signe **il faut orienter le circuit**. Le sens choisit s'appelle **le sens positif**.

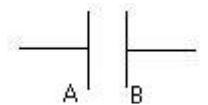
Si le courant d'intensité i circule réellement dans le sens d'orientation choisi (sens positif) alors :

Si le courant d'intensité i circule dans l'autre sens alors :

Par définition, l'intensité d'un courant électrique est due au débit des charges électriques transportées, c'est à dire à la charge électrique transportée par unité de temps.

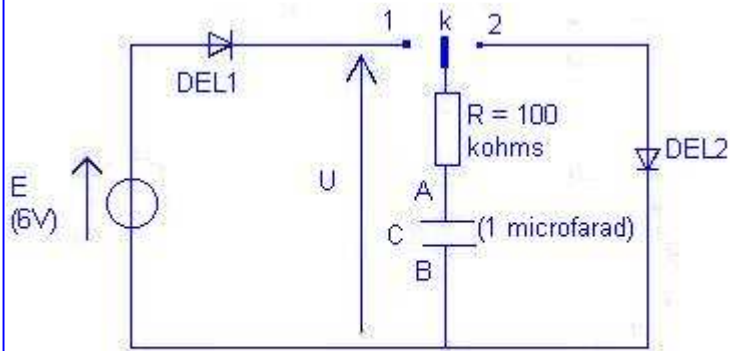
Par convention :

L'intensité du courant est égale à la dérivée, par rapport au temps, de la charge de l'armature par laquelle rentre le courant.



Remarque :

On réalise le montage ci-dessous :



On bascule d'abord l'interrupteur en position 1, puis en position 2. Observez les DEL. En déduire dans chaque cas le sens du courant et le signe de son intensité.

Interrupteur en 1 :

Interrupteur en 2 :

Exemple :

La charge de l'armature A d'un condensateur augmente régulièrement de $\Delta q = 1,0 \mu C$ pendant une durée $\Delta t = 10 \text{ ms}$.

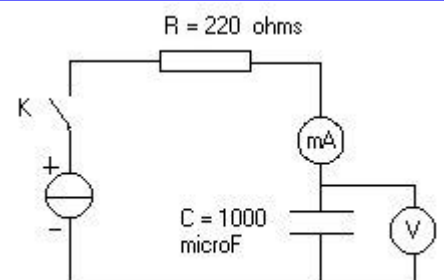
- 1) Quelle est la valeur de l'intensité i du courant électrique qui arrive sur cette armature ?
- 2) Comment la charge portée par l'autre armature varie-t-elle au cours du temps ?

4) Relation charge-tension :

Le condensateur doit-être déchargé au départ.

A l'instant t on ferme l'interrupteur.

On mesure à intervalle de temps régulier la tension aux bornes du condensateur. On trace ensuite la courbe donnant cette tension en fonction du temps.



Déduire du graphe obtenu une relation entre la tension aux bornes du

condensateur et sa charge.

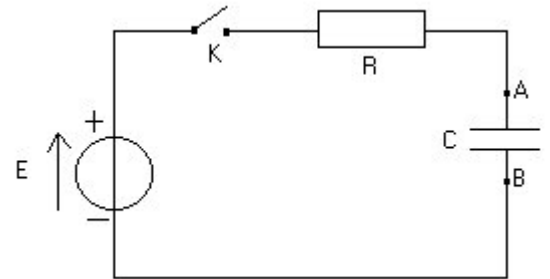
Conclusion :

Exemple :

Un condensateur initialement déchargé est inséré dans le montage ci-contre :

A la date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

- 1) Donner la relation donnant l'intensité du courant traversant le circuit en fonction de la charge q_A de l'armature A .
- 2) Représenter par une flèche la tension u_C aux bornes du condensateur en respectant la convention récepteur.
- 3) Donner la relation liant q_A et u_C .
- 4) En déduire une relation liant i et u_C .



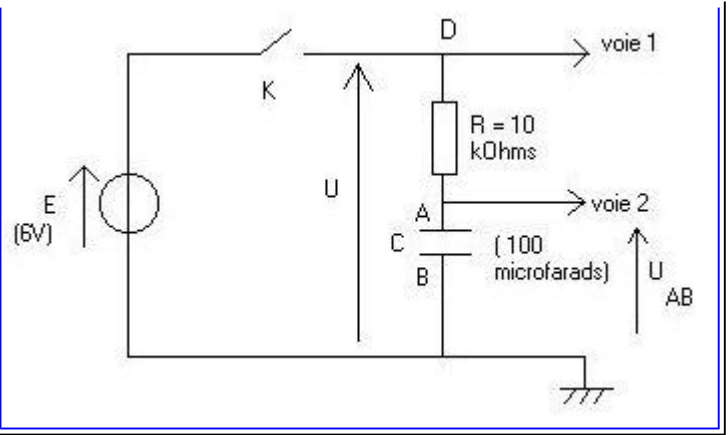
II) Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension :

1) Etude expérimentale :

On appelle dipôle RC l'**association en série** d'un condensateur de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance R .

Dans un **échelon de tension**, la tension initialement nulle, prend instantanément une valeur déterminée qu'elle conserve indéfiniment.

Réaliser le montage ci-contre. Enregistrer à l'aide d'un système d'acquisition de données les variations de la tension U aux bornes de l'ensemble RC et les variations de la tension U_{AB} aux bornes du condensateur quand on ferme l'interrupteur K .



1) A quoi sert l'interrupteur K ?

2) Que fait la tension aux bornes du condensateur ?

2) Etude théorique :

On choisit comme origine des dates $t = 0$, la date à laquelle on ferme l'interrupteur.

Appliquer la loi d'additivité des tensions à une date $t > 0$:

En déduire une équation fonction de U_{AB} :

Conclusion :

3) Solution de l'équation différentielle :

Déterminer la solution de cette équation différentielle et déterminer ses constantes.

Rappels mathématiques :

équation différentielle : $u' = a u + b$

solution : $u = k e^{at} - b/a$

Conclusion :

Montrer que τ est homogène à un temps :

La constante de temps τ donne l'ordre de grandeur de la durée de la charge du condensateur.

Montrer qu'après une durée égale à τ le condensateur est chargé à 63 % de sa valeur maximale.

Après une durée égale à 5τ il est chargé à plus de 99%.

Faire une analogie entre τ et la demi-vie d'une désintégration radioactive :

4) Comparaison de la courbe théorique et du relevé expérimental des points :

Le système d'acquisition des données permet de modéliser le relevé expérimental de points. Faire cette modélisation et valider ainsi le modèle théorique.

Détermination de τ dans le montage précédent par trois méthodes :

En déduire au bout de combien de temps on peut considérer le condensateur chargé :

5) Réponse en courant :

- A partir de la relation obtenue avec la loi d'additivité des tensions, déterminer l'expression de l'intensité i du courant en fonction de τ , E et R .

- Retrouver cette relation à partir de la relation de l'intensité en fonction de la charge du condensateur.

6) Influence de la constante de temps sur la durée de charge d'un condensateur :

Proposer une expérience montrer l'influence de τ sur la durée de charge du condensateur.

7) Visualisation de l'intensité du courant dans un circuit RC :

Proposer un montage permettant de visualiser l'intensité du courant lors de la charge et de la décharge du condensateur.

III) Energie emmagasinée dans un condensateur :

Expérience : relier un petit moteur à un condensateur chargé.

Observation :

Interprétation :

Exemple :

Un condensateur initialement déchargé, de capacité $C = 4,7 \mu\text{F}$, est associé en série à une résistance $R = 6,8 \text{ ohm}$. L'ensemble est soumis à une tension constante $E = 12 \text{ V}$ à l'instant $t = 0$.

- 1) Au bout de combien de temps la charge du condensateur atteint-elle 63 % de sa valeur maximale ?
- 2) Calculer l'énergie stockée lorsque le condensateur a atteint sa charge maximale.

