

LES SUPERCONDENSATEURS

But

Découvrir le principe de fonctionnement d'un condensateur et d'un supercondensateur.

Documents

(s'approprier)



Doc.1 : Les condensateurs

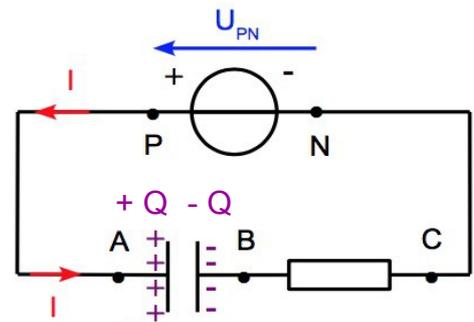
Un condensateur est un composant électronique élémentaire, constitué de deux armatures conductrices (appelées « électrodes ») en influence totale et séparées par un isolant polarisable (ou « diélectrique »). Sa propriété principale est de pouvoir stocker des charges électriques opposées sur ses armatures.

Un condensateur est un dipôle passif.

Doc.2 : La charge et la décharge d'un condensateur

La charge :

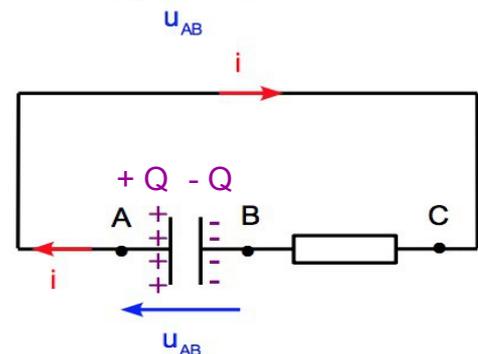
Un générateur applique une tension, il fait déplacer les électrons du circuit vers l'armature B du condensateur (sens inverse du courant électrique). Ces électrons ne peuvent traverser l'isolant et s'accumulent sur l'armature B qui se charge négativement. Simultanément, des électrons quittent l'armature A qui se charge positivement.



La décharge :

Le générateur est remplacé par un fil. Les électrons accumulés sur l'armature B se déplacent, à l'extérieur du condensateur, de l'armature B vers l'armature A.

La valeur absolue de ces charges Q est proportionnelle à la valeur absolue de la tension U_{AB} . Le condensateur est caractérisé par le coefficient de proportionnalité entre charge et tension appelé capacité électrique C et exprimée en farads (F).



Q en coulomb (C)

U_{AB} en volt (V)

$$Q = C \cdot U_{AB}$$

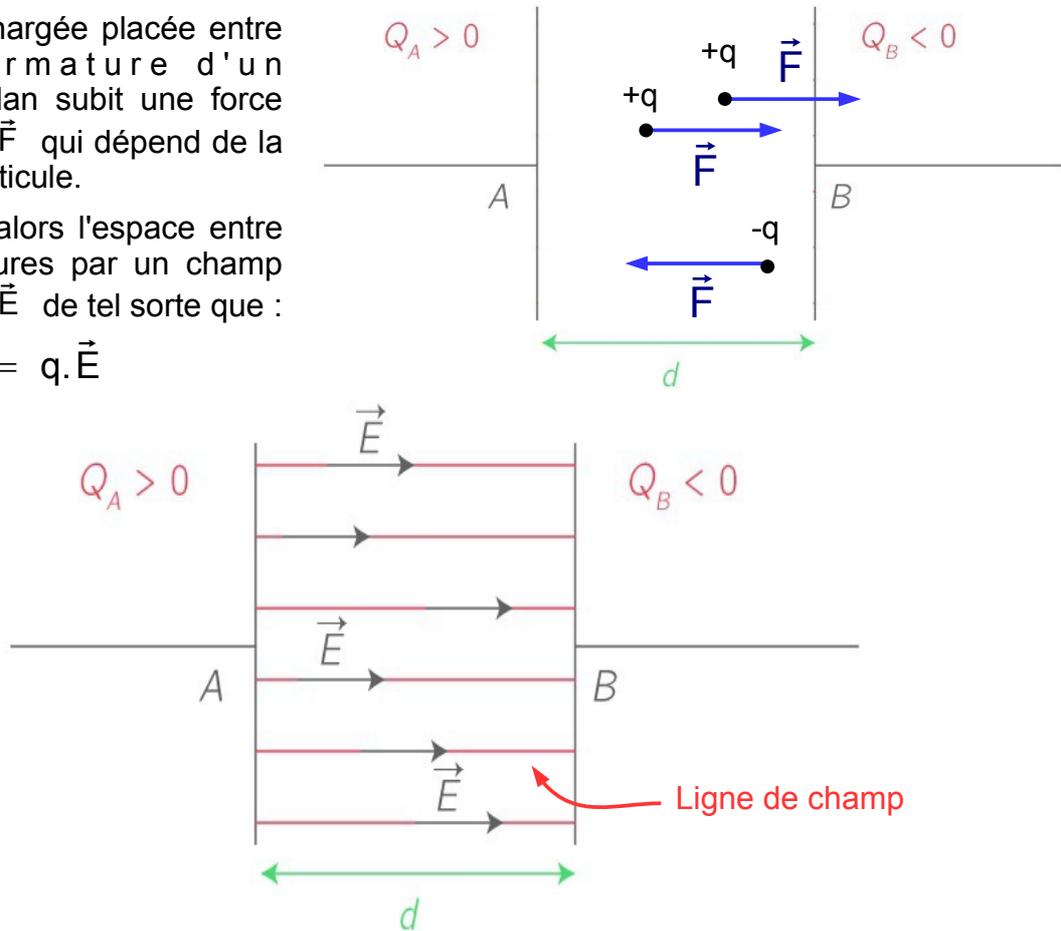
C en farad (F)

Doc.3 : Le champ électrique dans un condensateur

Une particule chargée placée entre les deux armatures d'un condensateur plan subit une force électrostatique \vec{F} qui dépend de la charge de la particule.

On caractérise alors l'espace entre les deux armatures par un champ électrostatique \vec{E} de tel sorte que :

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$



Pour un condensateur plan le champ électrostatique est constant avec $E = \frac{U_{AB}}{d}$

A SAVOIR

Doc.4 : Les supercondensateurs

Un supercondensateur est un condensateur de technique particulière permettant d'obtenir une densité de puissance et une densité d'énergie intermédiaire entre les batteries et les condensateurs électrolytiques classiques.

Le supercondensateur est constitué de deux électrodes poreuses, généralement en charbon actif et imprégnées d'électrolyte, qui sont séparées par une membrane isolante et poreuse (pour assurer la conduction ionique). La couche double électrique se développe sur chaque interface électrode-électrolyte, de sorte que l'on peut voir schématiquement un supercondensateur comme l'association de deux condensateurs en série, l'un à l'électrode positive et l'autre à l'électrode négative.

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Supercondensateur>

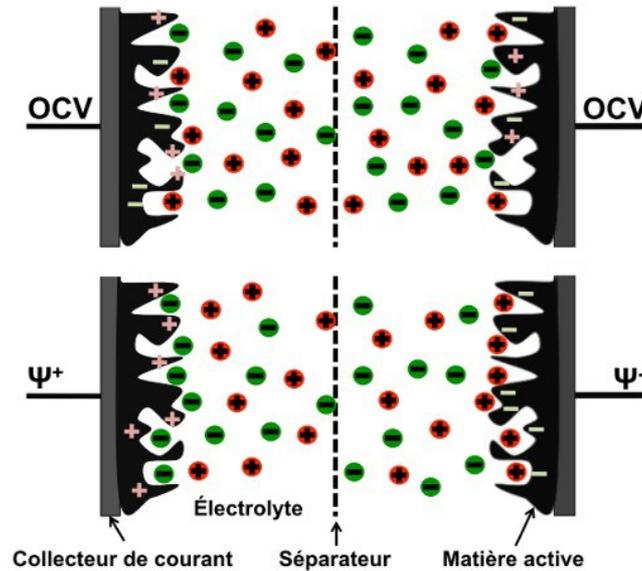


Schéma d'un supercondensateur déchargé et chargé

Le schéma d'un supercondensateur rappelle un peu celui de l'accumulateur Lithium-ion. En effet, le mode de fonctionnement d'un supercondensateur est assez proche de celui d'une batterie. Les deux appareils ont à leur base un électrolyte : mélange d'ions positifs et négatifs. Dans une batterie, les réactions chimiques déplacent les ions de l'électrolyte vers l'intérieur ou en dehors de la structure atomique de la matière composant l'électrode, entraînant un changement de degré d'oxydation du matériau, selon que la batterie est chargée ou déchargée. En revanche, dans un supercondensateur, un champ électrique entraîne les ions à se déplacer vers ou depuis la surface des électrodes. Lorsqu'un supercondensateur est chargé, les ions négatifs contenus dans l'électrolyte migrent vers l'électrode positive et les ions positifs migrent vers l'électrode négative.

Dans un accumulateur, les ions sont en quelque sorte "**absorbés**" dans les électrodes, alors que dans un supercondensateur, les ions sont "**adsorbés**" (fixés par attraction) sur les électrodes. On imagine très bien qu'il est plus facile de stocker beaucoup d'ions à l'intérieur de la matière par réaction chimique qu'en se contentant de les accrocher à la surface des électrodes. Mais pour stocker tout de même beaucoup d'énergie, les supercondensateurs ont une astuce : ils utilisent des électrodes poreuses permettant aux ions d'entrer profondément dans les électrodes tout en se contentant de rester adsorbés à leur surface.

Source : <http://www.supercondensateur.com/>

Doc.5 : Le stockage d'énergie

Les batteries sont davantage connues que les supercondensateurs. En effet, à l'heure actuelle, bien que coûteuses, elles sont plus performantes et peuvent stocker une grande quantité d'énergie. Cependant, leur durée de vie est très limitée: un millier de cycles environ, c'est-à-dire trois ans pour une batterie de téléphone portable. De plus, leur puissance est faible: leur vitesse de charge (et de décharge) est très lente (plusieurs heures sont nécessaires afin de charger un téléphone portable).

Les supercondensateurs présentent l'avantage d'avoir une durée de vie bien plus importante que celle des batteries (plusieurs millions de cycles) et d'être bien plus puissants (temps de charge de quelques secondes uniquement). Ces deux propriétés découlent du fait que les supercondensateurs ne mettent pas en jeu de réaction chimique pour stocker l'énergie, contrairement aux batteries. Le problème à résoudre aujourd'hui est celui de la quantité d'énergie que les supercondensateurs sont capables de stocker, encore trop faible. Les recherches actuelles sont tournées vers l'amélioration de cette caractéristique.

Pour l'instant, le supercondensateur n'est pas apte à remplacer la batterie ; les deux systèmes sont complémentaires. Les batteries peuvent être utilisées pour des applications qui demandent beaucoup d'énergie et peu de puissance et l'inverse pour les supercondensateurs. Ceux-ci sont déjà utilisés à l'échelle industrielle dans le domaine des transports: voitures, tramway, bus, camions-poubelle. Lors du freinage, l'excès d'énergie est stocké par le supercondensateur (étape de charge) qui le redélivre au démarrage (étape de décharge). Cela permet une importante réduction de la consommation d'énergie (de 15 à 20%).

Source : <http://www.huffingtonpost.fr/>

Quelques questions :

(analyser, réaliser)



1. Quel type d'interaction fondamentale a lieu dans un condensateur ou un supercondensateur ?
2. Sous quelle forme est stockée l'énergie dans un condensateur ou un supercondensateur ?
3. En déduire le bilan énergétique d'un condensateur ou d'un supercondensateur lors de sa charge et lors de sa décharge.
4. Quelle est la grosse différence entre un accumulateur et un supercondensateur au niveau de leur fonctionnement ? Qu'est ce que cela implique au niveau des propriétés de chacun ?

Conclusion :

(valider)



Quelle est l'intérêt et l'utilité d'un supercondensateur ?